

VIVIAN BERTONI XAVIER

Impacto da ventilação não invasiva em pacientes com doença
renal crônica submetidos à hemodiálise

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-
Graduação da Faculdade de Ciências
Médicas da Santa Casa de São Paulo para
obtenção do Título de Mestre em
Ciências da Saúde

SÃO PAULO

2012

VIVIAN BERTONI XAVIER

Impacto da ventilação não invasiva em pacientes com doença
renal crônica submetidos à hemodiálise

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação da Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo para obtenção do Título de Mestre em **Ciências da Saúde**

Orientadora: Profa. Dra. Yvoty Alves dos Santos Sens

Co-orientadora: Profa. Dra. Vera Lúcia dos Santos Alves

SÃO PAULO

2012

FICHA CATALOGRÁFICA

**Preparada pela Biblioteca Central da
Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo**

Xavier, Vivian Bertoni

Impacto da ventilação não invasiva em pacientes com doença renal crônica submetidos à hemodiálise./ Vivian Bertoni Xavier. São Paulo, 2012.

Dissertação de Mestrado. Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo – Curso de Pós-Graduação em Ciências da Saúde.

Área de Concentração: Ciências da Saúde

Orientadora: Yvoty Alves dos Santos Sens

Co-orientadora: Vera Lúcia dos Santos Alves

1. Doença renal crônica 2. Diálise renal 3. Modalidades de fisioterapia 4. Teste de esforço 5. Respiração com pressão positiva

BC-FCMSCSP/26-12

DEDICATÓRIA

Ao meu companheiro de vida, Adriano, por seguir cada conquista pessoal e transformá-la sempre em algo nosso.

Aos meus pais, Helena e Hércules, por me fazerem acreditar que sou capaz de qualquer coisa.

Ao meu irmão, Cesar, por me ensinar a dividir e multiplicar amor.

Aos sogros, Neide e Armando, pelo carinho e confiança.

Às minhas cunhadas, Karina e Mariângela e meu cunhado, Daniel, que fazem meu mundo mais colorido.

Aos avós e avôs, Isabel e José, Maria e Valdemar, por semear a fé e o amor.

Às amigas, Emília, Inês, Mariana, Marli e Sandra, por sempre terem tempo para ouvir e sorrir.

À parceira Renata, pela mão que não permitiu que eu caísse.

“Eu tenho um sonho...”

Martin Luther King

AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo, na pessoa do Diretor Prof. Dr. Valdir Golin, pela concretização de um espaço dedicado a ciência.

À Irmandade da Santa Casa de Misericórdia de São Paulo, na pessoa do Provedor Dr. Kalil Rocha Abdalla, pelo exemplo de dedicação.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, na pessoa do Prof. Dr. Jorge Almeida Guimarães, pela bolsa concedida viabilizando o desenvolvimento da pesquisa.

A Clínica de Nefrologia do Departamento de Medicina da ISCMSP, na pessoa da Profa. Dra. Yvoty Alves dos Santos Sens e a Unidade de Diálise na pessoa do Prof. Dr. Luiz Antônio Miorin, pelas discussões e esclarecimentos.

À Profa. Dra. Andrea Olivares Magalhães, pelo apoio ao desenvolvimento desta pesquisa.

À minha orientadora Profa. Dra. Yvoty Alves dos Santos Sens e a co-orientadora Profa. Dra. Vera Lúcia dos Santos Alves pelo aconselhamento e tutela.

Aos funcionários da Pós-Graduação da Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de Misericórdia de São Paulo, em especial as esteticistas Ting Hui Ching e Erika Tiemi Fukunaga pela atenção e incentivo.

À equipe de Fisioterapia do Hospital Santa Isabel pelo apoio e acompanhamento, em especial as Dras. Danielle Mello, Juliane Gonçalves, Tathiane Xavier e Thaís Scalise.

Aos meus professores, que mostraram o caminho para ser uma pessoa que ama o que faz.

Aos meus alunos, que me ensinam e estimulam a seguir.

Aos pacientes, que motivaram este trabalho e sem os quais ele não teria sido possível.

ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

CPAP	pressão positiva contínua em vias aéreas
CVF	capacidade vital forçada
DRC	doença renal crônica
f	frequência respiratória
FC	frequência cardíaca
FEF	fluxo expiratório forçado
HD	hemodiálise
Kt/V	índice de remoção de uréia
PA	pressão arterial
PAD	pressão arterial diastólica
PAS	pressão arterial sistólica
PEEP	pressão positiva expiratória final
$P_{e_{máx}}$	pressão expiratória máxima
PFE	pico de fluxo expiratório
PFP	prova de função pulmonar
$P_{i_{máx}}$	pressão inspiratória máxima
SpO ₂	saturação periférica de oxigênio
TC6´	teste da caminhada dos seis minutos
VEF ₁	volume expiratório forçado no primeiro segundo
VEF ₁ /CVF	razão entre volume expiratório forçado no primeiro minuto e capacidade vital forçada
VNI	ventilação não invasiva
VO ₂	consumo máximo de oxigênio

SUMÁRIO

1- INTRODUÇÃO	01
1.1 Revisão da literatura	05
2- OBJETIVO	17
3- CASUÍSTICA E MÉTODO	19
3.1. Avaliação respiratória	22
3.1.1. Prova de função pulmonar	22
3.1.2. Mensuração das pressões respiratórias máximas	23
3.1.3. Mensuração do pico de fluxo	23
3.1.4. Teste da caminhada dos seis minutos	24
3.2. Protocolo de tratamento	25
3.3. Análise estatística	26
4- RESULTADOS	27
4.1. Perfil dos pacientes estudados	28
4.2. Comparação dos valores da avaliação e da reavaliação dos grupos controle e CPAP	31
4.2.1. Prova de função pulmonar	31
4.2.2. Pressões respiratórias máximas e pico de fluxo	32
4.2.3. Teste da caminhada dos seis minutos	33
4.3. Comparação da evolução entre os grupos controle e CPAP	35

4.3.1. Prova de função pulmonar	35
4.3.2. Pressões respiratórias máximas e pico de fluxo	36
4.3.3. Teste da caminhada dos seis minutos	36
5- DISCUSSÃO	38
6- CONCLUSÃO	47
7- ANEXOS	49
7.1. Termo de consentimento livre e esclarecido	50
7.2. Fluxograma da randomização	52
7.3. Ficha de avaliação	53
7.4. Escala de Borg	57
7.5. Protocolo do estudo	58
8- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59
FONTES CONSULTADAS	65
RESUMO	66
ABSTRACT	67
LISTAS E APÊNDICE	68

1. INTRODUÇÃO

A doença renal crônica (DRC) caracteriza-se pela perda progressiva e irreversível de estruturas renais que pode ser subdividida em estágios de um a cinco conforme a gravidade do quadro. No estágio cinco os rins perdem a capacidade de manter a homeostase, fazendo-se necessária alguma terapia de substituição, sendo a hemodiálise (HD) a mais comum⁽¹⁾.

Em 2004, estima-se que o Brasil possuía 58.000 pacientes mantidos em programa dialítico. Em 2011 este número alcançou 92.091 casos, que somados a números mundiais totalizaram 1.371.000 pacientes, com a expectativa de progressão para mais de dois milhões em 2012^(2,3).

O número de pacientes com DRC aumenta exponencialmente devido à maior incidência da hipertensão arterial sistêmica, diabetes mellitus e glomerulonefrite crônica, não podendo ser excluídas, outras causas como, doenças císticas dos rins, nefrites intersticiais, pielonefrites, vasculites e processos tumorais^(1,2).

Os portadores da DRC sofrem uma série de alterações orgânicas, somadas aos efeitos da HD⁽¹⁾. A terapia renal substitutiva idealizada pelas diversas formas de diálise, age em conjunto a síndrome urêmica que precipita a anemia, doenças metabólicas, cardiopulmonares e disfunções musculoesqueléticas, imunológicas e psíquicas que colocam o paciente renal crônico no foco de diversas especialidades que buscam formas de amenizar o ciclo constituído pela doença e o tratamento^(4,5).

Os sinais e sintomas da doença variam conforme o grau de acometimento renal, porém as manifestações comumente associadas, remetem a deteriorização da força muscular, do estado nutricional e alterações pulmonares⁽⁶⁾.

O tecido muscular passa a ser afetado pela baixa ingestão protéico-calórica e sua metabolização deficiente que afeta primordialmente as fibras musculares,

resultando na perda da aptidão física intensificada pela evolução da atrofia muscular por desuso, redução do fluxo sanguíneo local e agravamento da miopatia urêmica, evidenciada pela histopatologia de músculos como o deltóide, quadríceps e abdominais⁽⁷⁾.

O sistema respiratório em pacientes com insuficiência renal sofre alterações na mecânica pulmonar, função muscular e troca gasosa^(4,7,8). Estas disfunções podem ser resultado direto ou indireto da circulação de toxinas, excesso de volume de fluídos no meio extracelular dado pelo aumento de líquido corporal circulante, ou ainda, do conjunto de todas as alterações associadas à patologia⁽⁸⁾.

A capacidade aeróbica nestes pacientes é notadamente diminuída, a ponto de alguns não terem condições de ser submetidos a avaliações tradicionais de esforço, tais como, o teste de ergometria⁽¹⁾. Nestes casos, a capacidade cardiorrespiratória pode ser estimada por testes submáximos, como o dado pelo teste da caminhada dos sessenta minutos ou ainda mensurando as pressões respiratórias máximas e a espirometria⁽⁹⁾.

Observa-se uma série de estudos^(1,4,7,10) que apontam o acúmulo de líquido intersticial na forma de edema pulmonar como um fator preponderante na disfunção respiratória nos portadores de DRC submetidos a tratamento hemodialítico.

O recurso terapêutico tradicionalmente utilizado em patologias como a insuficiência cardíaca e edema agudo de pulmão, para o auxílio do manejo clínico é a ventilação não invasiva na modalidade CPAP (pressão positiva contínua em vias aéreas), visando a promoção da relação ventilação/perfusão e da mecânica respiratória mais eficiente⁽¹¹⁾.

Não encontramos, porém na literatura consultada, protocolos com o uso do CPAP em pacientes mantidos em HD, desconhecendo então, o impacto na função respiratória e na capacidade funcional deste grupo de pacientes submetidos a esta modalidade de suporte ventilatório.

1.1. REVISÃO DE LITERATURA

Dividimos a revisão da literatura em três seções:

- Efeitos da doença renal crônica no sistema pulmonar;
- Hemodiálise x capacidade funcional;
- Ventilação não invasiva (CPAP) na doença renal crônica.

- Efeitos da doença renal crônica no sistema pulmonar

No mundo, o alto índice de pessoas com DRC reflete o aumento do número de pacientes que precisam da terapia renal substitutiva ou aguardam em filas de transplante renal. O envelhecimento da população e a epidemia de diabetes mellitus do tipo II, seguida ao tabagismo, obesidade, hipertensão arterial e fatores de predisposição familiar, propiciam números alarmantes de diagnósticos a cada ano^(2,12).

Visualizando a DRC como uma doença de múltipla etiologia, Grassmann *et al* (2005), consideram as implicações sistêmicas da insuficiência renal e relacionam o impacto da síndrome urêmica nas complicações respiratórias, incluindo alterações volêmicas, flutuações na pressão oncótica, interferência no metabolismo ósseo e concomitante falência cardíaca⁽³⁾.

A redução da função renal em 50% do valor normal já ocasiona sinais e sintomas como hipervolemia, edema intersticial, alteração no controle da pressão arterial e desequilíbrio no sistema ácido-básico, com a maioria destas disfunções afetando direta ou indiretamente o sistema respiratório⁽²⁾.

As complicações pulmonares na DRC incluem a fibrose, calcificação e hipertensão pulmonar, além de atelectasias, pneumonias, desordens inespecíficas na espirometria e fibrose pleural⁽⁷⁾. A hipóxia é uma consequência comum à parcial obstrução do fluxo de capilares pulmonares, agravado pelo sequestro de leucócitos nos pacientes submetidos a HD⁽⁶⁾.

Há íntima relação entre a função renal e pulmonar, devido a atuação destes sistemas nos mecanismos de controle de distúrbios metabólicos, que se alternam ou complementam, nas variações da concentração plasmática de ácidos e bicarbonato, promovendo o incremento ou decréscimo da ventilação alveolar, uma resposta que ocorre em minutos e é acompanhada pela compensação renal que alcança sua maior atuação em dias⁽¹³⁾.

Durante a HD a hipóxia e a acidose metabólica são estudadas. Em condições normais, a alcalose respiratória promoveria a compensação do pH, porém isso pode gerar depressão do controle ventilatório central que resulta em uma hipoventilação, alterando a capacidade de difusão do oxigênio explicando a origem da hipóxia na HD⁽¹⁴⁾.

A evolução da técnica hemodialítica aumentou a biocompatibilidade das membranas dialisadoras diminuindo o sequestro leucocitário no pulmão, porém ainda pode haver leucocitose vinculada ao processo de HD, que ativa o sistema complemento⁽¹⁴⁾.

Hughes *et al* (1999) relatam as alterações pulmonares presentes nos pacientes que realizam diálise, o processo de difusão de gases, assim como os mecanismos compensatórios respiratórios que ocorrem durante a HD ainda não estão totalmente esclarecidos, mas apontam, para a deteriorização funcional dos pacientes submetidos ao procedimento⁽¹⁵⁾.

A anemia é um fator comum e importante na DRC e pode estar vinculada a alteração no transporte de oxigênio para a circulação periférica. Concentrações de hemoglobina abaixo de 10g/dl, diminuem a difusão do oxigênio, sobrecarregando o sistema cardíaco, que tentará manter a oferta de oxigenação tissular, incrementando seu trabalho e a troca gasosa, contribuindo para o desenvolvimento da hipóxia^(10,14).

A insuficiência respiratória pode ter origem no edema pulmonar que é complicação comum na DRC, porém sua fisiopatologia é controversa. A hipoalbuminemia, típica nestes pacientes, pode ser o fator etiológico, diminuindo a pressão oncótica e promovendo alteração da concentração de fluídos no tecido pulmonar e congestão cardíaca⁽¹⁶⁾.

Na DRC há modificação das concentrações de proteínas plasmáticas, aumento da permeabilidade capilar e congestão pulmonar interligada a alterações pulmonares restritivas ou de limitação do fluxo aéreo⁽¹⁶⁾.

O edema de mucosas proporciona impacto também no diâmetro das vias aéreas, reduzindo-o e predispondo o aprisionamento de ar, o que pode gerar em longo prazo hiperinsuflação e aumento do volume residual com alteração na ventilação alveolar e capacidade residual funcional⁽⁷⁾.

Pierson (2006) relata os efeitos da congestão no interstício pulmonar, alvéolos e pleura, apontando para um fenômeno restritivo que somado a alcalose respiratória

e hipóxia, culminam no incremento do trabalho respiratório e contribuem para a evolução destes pacientes para a insuficiência respiratória do tipo I (hipoxêmica) ou tipo II (hipercápnica), isso porque a insuficiência respiratória dos dois tipos, esta relacionada à diminuição de volumes e capacidades pulmonares⁽⁷⁾.

A prova de função pulmonar (PFP) passa a ser assim um importante exame no acompanhamento desses pacientes, permitindo a avaliação estática dos valores preditos e sua comparação com os dados alcançados pelos pacientes⁽⁵⁾.

Para Miller, em 1986, a melhor forma para a obtenção dos valores de referência na espirometria é baseada em modelos de regressão linear, de acordo com a estatura e a idade⁽¹⁷⁾. Observando este achado Pereira *et al* (1992) criaram valores de referência para a PFP em uma amostra da população brasileira e consideram que a análise das equações lineares comparam os valores alcançados entre indivíduos na população brasileira⁽¹⁸⁾.

A PFP considera o comportamento mecânico do pulmão baseado em suas propriedades elásticas, oferecendo informações para a caracterização do estado fisiopatológico decorrente de anormalidades respiratórias^(17,18). Na DRC os valores tipicamente pesquisados são a capacidade vital forçada (CVF), volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF_1) e a razão entre a VEF_1 /CVF^(5,10), com a natureza das desordens classificadas como restritiva ou obstrutiva, devido a fraqueza muscular e edema de interstício pulmonar, respectivamente^(8,19).

Bush e Gabriel (1991) analisam 80 pacientes com DRC divididos igualmente entre grupo pré-diálise, diálise peritoneal, HD e transplantados renais. Nos pacientes com DRC em pré-diálise a CVF, VEF_1 , razão entre a VEF_1 /CVF e pico de fluxo expiratório (PFE) estão dentro da normalidade. Já nos pacientes em HD há redução

de todos os valores, e mesmo nos transplantados nota-se diminuição da capacidade pulmonar total⁽¹⁹⁾.

Comparando a PFP e radiografias de tórax entre pacientes transplantados renais e pacientes com DRC submetidos a HD, Karacan *et al* (2004), observam que apesar de não haver diferença estatisticamente significativa entre os valores da espirometria nos dois grupos, verificam que o volume residual e capacidade pulmonar total no grupo HD após a diálise, são maiores que a do grupo transplantado⁽¹⁶⁾.

Hekmat *et al* (2007) discorrem sobre os valores na PFP mais afetados na DRC e apontam para diminuição na CVF, VEF₁, VEF₁/CVF, FEF_{25-75%} (fluxo expiratório forçado) e PFE, quando comparados a um grupo controle sem alteração renal, porém com as mesmas características de idade, peso e altura⁽²⁰⁾.

Cury *et al* (2010) estudando os efeitos negativos da DRC na função pulmonar e capacidade funcional, observam em um grupo de 32 pacientes em HD, que há tendência da espirometria apresentar padrão compatível com distúrbio restritivo⁽²¹⁾.

Com a hipótese de que há alteração na força muscular e função respiratória dos pacientes que realizam HD, Bavbek *et al* (2010) estudam a PFP em pacientes com DRC que receberam suplementação com carnitina em um grupo de 20 pacientes dialisados três vezes por semana durante seis meses. O grupo tratado aumentou significativamente os valores de CVF, VEF₁, relação VEF₁/CVF e a FEF_{25-75%}, evidenciando mais uma vez o impacto da DRC na mecânica e capacidades do sistema respiratório⁽²²⁾.

- Hemodiálise x capacidade funcional

Diversos estudos mostram que pacientes em qualquer grau da DRC apresentam limitação da capacidade funcional, com impacto negativo na execução de atividades físicas diárias, aspecto psíquico, social e na qualidade de vida^(6-8,23-25).

A HD reverte parcialmente as manifestações da uremia que acomete os pacientes no estágio cinco da DRC, porém as alterações degenerativas concomitantes a falência renal persistem e cursam com o aumento do trabalho respiratório e fadiga⁽²⁵⁾.

De acordo com Welch *et al* (2003), o período interdialítico deve ser levado em consideração nos estudos que avaliam a capacidade funcional e a PFP na DRC, pois há variação de peso corporal e a sobrecarga volêmica pode associar-se a maior permeabilidade capilar pulmonar, tendo impacto positivo ou negativo nas avaliações dependendo da quantidade de dias entre as sessões de diálise⁽²⁶⁾.

Kovelis *et al* (2008), analisam o impacto imediato da HD na PFP antes e após as sessões de HD. Esses autores concluíram que o peso aumenta em média 4,4Kg entre o último e o primeiro dia da sessão dialítica da semana, alterando negativamente a CVF, sem excluir porém, a depuração das toxinas urêmicas e normalização de eletrólitos como fator preponderante na melhora da capacidade pulmonar⁽²⁷⁾.

Os pacientes com DRC caracteristicamente sofrem com a miopatia e alterações metabólicas, que aliadas ao desuso explicam o descondicionamento e

potencializam as alterações ventilatórias, limitando atividades de vida diária e a capacidade funcional^(2,4-6,28).

Os mecanismos de redução na força muscular desses pacientes ainda não são elucidados, mas a fraqueza pode estar associada à deficiência de carnitina, vitamina D e excesso de hormônio paratireoideiano^(28,29).

Uma das formas de analisarmos o impacto da diminuição da força muscular sobre a eficiência na mecânica ventilatória é com a medida das pressões respiratórias máximas, com a pressão inspiratória máxima ($P_{i_{máx}}$) sendo indicadora da força para o gesto inspiratório e a pressão expiratória máxima ($P_{e_{máx}}$) para a expiração^(30,31).

As relações entre as pressões respiratórias máximas e os volumes pulmonares foram descritas por Jacquet em 1908, mas somente em 1969, Black e Hyatt desenvolveram um método simplificado para traduzir em valores absolutos, com resultados reprodutíveis o uso do manovacuômetro anaeróide⁽³¹⁾. Desde então, há a busca de valores de normalidade e padronização para avaliar os diversos grupos de pacientes⁽³²⁾.

Na DRC a medida das pressões respiratórias máximas é discutida em diversos estudos e invariavelmente apontam para variações da força inspiratória e expiratória máxima em pacientes submetidos a HD e mudanças quando comparam o período pré e pós-diálise^(27,32-37).

Duarte *et al* (2011) avaliam 25 pacientes do sexo masculino em HD e observam que as pressões respiratórias máximas e o volume corrente apresentam queda significativa quando comparado os momentos pré e pós-diálise⁽³⁸⁾.

Outra forma indireta de análise da força muscular respiratória é a mensuração

do pico de fluxo expiratório, que pode variar com a dispnéia e a incapacidade nas atividades físicas devido a precariedade da musculatura respiratória e periférica em doenças crônicas⁽³⁹⁾, constituindo um círculo vicioso em que a piora da dispnéia se associa a esforços físicos cada vez menores, com grave comprometimento da capacidade funcional⁽⁴⁰⁾.

Davenport e Williams (1988) estudam a variação do pico de fluxo em uma sessão de HD e relatam que os valores do pico decaíram ao longo do procedimento, porém a queda mais significativa foi nos 30 minutos iniciais e os autores relacionaram o fato ao aumento dos mediadores inflamatórios⁽⁴¹⁾.

Para a avaliação da capacidade funcional em doenças renais o teste de caminhada de 6 minutos mostra bons resultados por ser simples, de baixo custo e aferir o estado funcional dos pacientes ao relacionar-se com as atividades diárias e apresentar relação com a morbidade e mortalidade de diversas doenças⁽⁴²⁾.

As avaliações físicas também podem ser realizadas com a medida do limiar de lactato e do consumo máximo de oxigênio (VO_2) para a avaliação do metabolismo aeróbico, ou ainda, com exames clássicos de esforço como a ergometria^(43,44). Apesar da maior precisão com este último exame, os testes são mais trabalhosos e o teste de caminhada de 6 minutos é o teste de esforço máximo sem extenuar o paciente^(45,46).

A mensuração da distância percorrida é uma medida expressiva da funcionalidade fisiológica, pois a habilidade de caminhar é diretamente relacionada com atividades da vida diária. Somado a isto, o teste da caminhada não subestima a capacidade em realizar um exercício, fato observado nas provas funcionais realizadas com o paciente em repouso⁽⁴⁴⁾.

também tem alta correlação com a frequência cardíaca (FC), saturação periférica de oxigênio (SpO₂) e dispnéia, quando comparado com testes realizados em bicicletas ergométricas ou em esteiras, em indivíduos com ou sem alterações funcionais respiratórias⁽⁴³⁾.

Diversos estudos observam que o VO₂ é reduzido em pacientes com diversos graus de insuficiência respiratória, havendo semelhança entre a capacidade física de um paciente com DRC e indivíduos sedentários^(29,44-49).

Somando e avaliando as alterações funcionais características da DRC, cria-se a necessidade da inclusão destes pacientes em programas de reabilitação seguros que diminuam ou revertam o comprometimento muscular, cardíaco e respiratório, com protocolos de exercícios aeróbicos, anaeróbicos e mistos^(28,37,46,50).

- Ventilação não invasiva (CPAP) na doença renal crônica

Os estudos que analisam as relações entre os efeitos do suporte ventilatório na insuficiência renal normalmente relatam o uso da ventilação mecânica para o tratamento do edema agudo de pulmão, distúrbios do sono, como a apneia, ou analisam o impacto do suporte ventilatório em pacientes submetidos a HD em unidades de terapia intensiva⁽⁵¹⁾.

O processo dialítico tanto na insuficiência renal aguda quanto na crônica objetiva a correção metabólica e o controle da volemia. A remoção dos solutos na HD é realizada por meio de membrana semipermeável ocorrendo pelo processo de difusão, por diferença de concentração entre o plasma e o dialisador e/ou convecção

gerada por um gradiente hidráulico de pressão no dialisador⁽⁵²⁾.

A remoção dos líquidos corporais durante as sessões de HD é diferente em cada sistema orgânico, com a cavidade torácica, sendo um dos locais com maior balanço hídrico positivo e conseqüente maior debilidade devido ao acúmulo de líquidos no parênquima pulmonar⁽⁵³⁾.

McCullough *et al* em 2010, observam também a necessidade de considerarmos que doenças renais e cardíacas normalmente coexistem adicionando grande complexidade aos pacientes que apresentam a síndrome renal-cardíaca crônica, onde a falência renal gera uma progressiva disfunção cardíaca. Essa pode desenvolver alterações na fase diastólica e sistólica com progressiva hipertrofia de ventrículo esquerdo e evolução para insuficiência cardíaca⁽⁵⁴⁾.

Pacientes com diversos graus de disfunção ventricular quando submetidos à ventilação mecânica apresentam a diminuição do retorno venoso, do volume sanguíneo em ventrículo direito e do fluxo sanguíneo pulmonar, aumentando as trocas gasosas e o conteúdo arterial de oxigênio, quando submetidos à pressão positiva expiratória final (PEEP), que é utilizada nas diversas modalidades de ventilação não invasiva (VNI)⁽⁵⁵⁾.

A VNI é uma técnica realizada sem nenhum tipo de prótese traqueal, sendo que a interface entre o ventilador e o paciente é dada por uma máscara facial ou nasal⁽⁵⁶⁾. Tipicamente o sistema é utilizado para propiciar conforto respiratório àqueles que apresentam alteração na mecânica respiratória em pacientes colaborativos e com pontuação acima de dez na escala de Glasgow⁽⁵⁷⁾.

O CPAP é a modalidade mais simples de VNI e sua eficiência está comprovada em situações clínicas como o edema agudo de pulmão, doença pulmonar obstrutiva crônica, pneumonias, doenças neuromusculares ou ainda na

fisioterapia para prevenir ou reverter atelectasias⁽⁵⁸⁻⁶⁰⁾.

Atualmente o CPAP pode ser realizado com o auxílio de um gerador de fluxo que possui menor custo, é portátil, leve e de fácil manuseio, com desempenho homologado e equiparado a um ventilador microprocessado⁽⁶⁰⁾.

Analisando o impacto da VNI em paciente mantido sob tratamento hemodialítico há quatro anos que evoluiu com quadro de insuficiência respiratória e acidose metabólica, *Tovbin et al* (2001), descrevem a diminuição dos níveis gasométricos de dióxido de carbono e bicarbonato com aumento de oxigênio após a instalação da VNI, demonstrando o impacto positivo do recurso⁽⁶¹⁾.

A relação entre balanço metabólico proporcionado pela função renal e pulmonar é foco de estudos que buscam esclarecer a complexa interação entre estes órgãos⁽⁶²⁾. Em situações clínicas que evoluem com injúria pulmonar e/ou renal, a PEEP é examinada de forma criteriosa devido ao seu impacto no débito cardíaco e atuação no sistema neuro-hormonal, porém sua aplicação contínua sendo considerada segura^(59,63).

Marquez et al em 1979, analisam a resposta cardiovascular e a função renal em nove suínos com insuficiência renal submetidos à ventilação mecânica na modalidade CPAP. Demonstrando que há influência positiva no débito cardíaco e nos níveis de vasopressina, melhorando a circulação periférica e transporte de oxigênio aos tecidos⁽⁶⁴⁾.

A hipóxia crônica que é comumente relatada nos pacientes sob HD^(1,19) é estudada por *Neylon et al* (1997) em cobaias submetidas a até cinco semanas de hipóxia crônica. Os resultados da pesquisa mostraram que a função renal apresenta queda quando a cobaia é submetida ao período de hipóxia⁽⁶⁵⁾. A VNI então poderia ser indicada já que se mostra efetiva para a diminuição da hipóxia e possível

otimização da função renal⁽⁵⁸⁾.

Considerando que as desordens respiratórias são comuns em pacientes com DRC, mas desconhecendo os mecanismos que explicam a associação entre a uremia e a HD, diversos estudos relatam a alteração do sistema pulmonar de pacientes submetidos a longos períodos de HD, que evoluem com o sequestro de neutrófilos, aumento extravascular de líquido no interstício pulmonar, hipertrofia ventricular esquerda e calcificação pulmonar^(1,7,62).

A VNI demonstra potencial para otimizar a função pulmonar dos pacientes com DRC devido ao recrutamento alveolar e aumento nas trocas gasosas⁽⁶¹⁾, podendo influenciar positivamente em pacientes caracteristicamente restritivos na análise da espirometria⁽⁶⁶⁾.

2. OBJETIVO

Analisar o impacto de um protocolo com o uso do CPAP na capacidade respiratória de pacientes com doença renal crônica submetidos a tratamento hemodialítico.

Este trabalho foi um ensaio clínico randomizado em pacientes com DRC submetidos a HD, acompanhados na Unidade de Diálise da Irmandade da Santa Casa de Misericórdia de São Paulo, no período de março de 2010 a setembro de 2011, tendo sido aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da mesma Instituição, sob o nº 147/09 (Listas e Apêndice).

Critérios de inclusão: pacientes com DRC de ambos os sexos, com idade maior ou igual a 18 anos, realizando hemodiálise a mais de seis meses, estáveis hemodinamicamente e que concordaram em participar do estudo, assinando termo de consentimento livre e esclarecido (Anexo 7.1).

Critérios de exclusão: pacientes que necessitaram de alguma intervenção cirúrgica de urgência ou eletiva durante a realização do protocolo, aqueles que apresentassem doença aguda pulmonar ou cardíaca e os que apresentassem alterações cognitivas e/ou físicas que impossibilitassem a realização dos testes propostos na avaliação.

Foram avaliados 74 pacientes, destes 43 foram elegíveis e randomizados em dois grupos: grupo controle (I) e CPAP (II), com a randomização ocorrendo por envelopes selados.

Antes do início do estudo foi realizado cálculo amostral que evidenciou a necessidade de inclusão de 20 pacientes em cada grupo. Durante a coleta de dados, ocorreram três perdas, dois pacientes no grupo controle, que se retiraram da pesquisa antes da reavaliação e um paciente do grupo de estudo que apresentou diagnóstico de pneumonia na segunda sessão do protocolo, o que preenchia os critérios de exclusão (Anexo 7.2).

Em relação a HD, todos os pacientes realizavam o procedimento a mais de seis meses, por quatro horas, três vezes por semana, utilizando membrana de polisulfona (Fresenius®) e banho de bicarbonato com as seguintes características: sódio (138,0mEq/L), potássio (2,0mEq/L), cálcio (2,5mEq/L), magnésio (1,0mEq/L), cloreto (108,5mEq/L), acetato (3,0mEq/L) e bicarbonato (32,0mEq/L).

Todas as avaliações ocorreram antes do início da sessão de HD, nunca sendo realizada na primeira sessão semanal para que não houvesse mais de dois dias de intervalo entre as sessões hemodialíticas. As reavaliações ocorreram em sessão de HD após dois meses, tempo que o grupo CPAP (II) recebeu o tratamento.

Considerando a perda dos três pacientes que não passaram pela reavaliação obtivemos:

- Grupo controle (I), 20 pacientes que não realizaram o protocolo de ventilação não invasiva;
- Grupo CPAP (II), 20 pacientes que foram submetidos ao protocolo.

A avaliação e a reavaliação seguiram ficha padrão (Anexo 7.3), na qual constavam a coleta de dados demográficos, tais como, idade, sexo, altura, peso e o tempo de HD. Nessa ficha também foram coletados os valores dos exames laboratoriais (Kt/V, hemoglobina, albumina sérica, ureia e creatinina sérica).

3.1. Avaliação respiratória

3.1.1. Prova de função pulmonar (PFP)

Aplicou-se a prova de função pulmonar a todos os pacientes, após a calibração do equipamento, por meio do aparelho *Koko Spirometer*, espirômetro Koko (*PDS Instrumentation*), preditos pela idade, altura e sexo de acordo com a equação de Pereira *et al*⁽¹⁸⁾, com os pacientes na posição sentada.

Na PFP foram avaliados:

- Capacidade vital forçada (CVF), que representa o volume máximo de ar exalado com esforço máximo, a partir do ponto de máxima inspiração;
- Volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF_1), que representa o volume de ar exalado no primeiro segundo durante a manobra de capacidade vital forçada;
- Razão entre volume expiratório forçado no primeiro segundo e capacidade vital forçada (VEF_1 / CVF);
- Fluxo expiratório forçado 25-75% ($FEF_{25-75\%}$), que é o fluxo expiratório forçado médio na faixa intermediária da capacidade vital forçada, isto é, entre 25 e 75% da curva de capacidade vital forçada;
- Pico de fluxo expiratório (PFE), que é um parâmetro expiratório esforço-dependente, que reflete o calibre das vias aéreas proximais.

3.1.2. Mensuração das pressões respiratórias máximas

Todos os pacientes foram avaliados por meio do uso do manovacuômetro (Comercial Médica[®]) com variação de quatro em quatro centímetros de água para mensuração da pressão inspiratória máxima ($P_{i_{máx}}$) e pressão expiratória máxima ($P_{e_{máx}}$). Seguindo orientação do consenso de testes de músculos respiratórios⁽³⁹⁾, com as medidas sendo realizadas com o paciente sentado, com o tórax e os pés apoiados, utilizando clipe nasal.

Nesta posição o paciente foi orientado a colocar o clipe nasal e segurar o manovacuômetro apertando o bucal firmemente contra os lábios, prevenindo vazamento de ar, realizando uma inspiração máxima a partir do volume residual, para a mensuração da $P_{i_{máx}}$, e uma expiração máxima a partir da capacidade pulmonar total para determinação da $P_{e_{máx}}$ ⁽³⁹⁾.

Foram executadas três medidas consecutivas da $P_{i_{máx}}$ e $P_{e_{máx}}$ com repouso de 30 a 60 segundos entre elas, utilizando-se o maior valor obtido, com a supervisão e orientação de um mesmo fisioterapeuta.

3.1.3. Mensuração do pico de fluxo

Os pacientes foram submetidos ao teste de aferição do pico de fluxo, por meio do aparelho, *Peak Flow Meter Asses*[®], acompanhados pelo mesmo fisioterapeuta.

Solicitou-se ao paciente que após uma inspiração máxima e uma pausa inspiratória de no máximo dois segundos, fizesse uma expiração forçada através do bucal do aparelho⁽³⁹⁾. Após treinamento supervisionado foram feitas três aferições, com intervalos de 30 segundos, anotando-se o maior valor encontrado, com as três medidas não apresentando variação superior a 40 litros/minuto (l/min) entre si. O paciente realizou o teste na posição ortostática mantendo o uso de clipe nasal.

3.1.4. Teste da caminhada dos seis minutos

O paciente foi estimulado a caminhar durante seis minutos em superfície plana o mais rápido possível, por um corredor de 30 metros seguindo recomendação da American Thoracic Society (ATS)⁽⁴²⁾. No início do percurso, foram monitoradas:

- pressão arterial (PA), aferida com esfigmomanômetro (Tycos[®]);
- frequência cardíaca (FC) e frequência respiratória (f), observada durante um minuto com o auxílio de um cronômetro (Nautika[®]);
- saturação periférica de oxigênio (SpO₂), observada com oxímetro (Nonin[®]);
- escala de Borg⁽⁴³⁾, que é uma escala de percepção de esforço utilizada para avaliação subjetiva da dispnéia (Anexo 7.4).

Ao término da caminhada mediu-se a distância percorrida, repetindo a monitoração cardíaca, respiratória, oxímetria de pulso e escala de Borg. O exame foi repetido duas vezes, com intervalo de uma hora, pelo mesmo fisioterapeuta que não acompanhou o paciente na caminhada durante o teste, para maior fidedignidade, utilizando-se o maior resultado alcançado⁽⁴²⁾.

3.2. Protocolo de tratamento

Os pacientes do grupo II foram submetidos ao protocolo com o uso do CPAP (*Continuons Positive Airway Pressure* – pressão positiva contínua em vias aéreas) por dois meses, durante as sessões de HD, três vezes por semana (Anexo 7.5).

Em cada sessão de HD o paciente permanecia 30 minutos na ventilação não invasiva na modalidade CPAP, que era produzida por um gerador de fluxo (*Downs*[®], fabricante: *Vital Signs*), com ajuste de fração inspirada de oxigênio (FiO₂) de 33 a 100% e geração de alto fluxo contínuo de 130l/min.

A sessão de HD era iniciada conforme rotina do setor e após uma hora do início do procedimento, o paciente era orientado pelo fisioterapeuta quanto à colocação da máscara facial, que era fixada com o auxílio de um fixador cefálico. O fisioterapeuta permanecia com o paciente durante o período de uso do CPAP avaliando a adaptação à máscara pelos 30 minutos do protocolo e a sessão de hemodiálise não era interrompida.

O equipamento gerador de fluxo permanecia conectado a um fluxômetro (zero a 15 l/min) que era ligado à rede de oxigênio da unidade e regulado em 15 l/min e FiO₂ fixada em 33% em todas as sessões.

O gerador produz um fluxo de ar constante na fase inspiratória e expiratória, o fluxo era liberado antes da adaptação do paciente a máscara facial que possui uma válvula de pressão positiva expiratória final (PEEP) acoplada. O valor da PEEP foi fixado em cinco centímetros de água (cmH₂O), em todos os pacientes e mantido em todas as sessões.

O procedimento poderia ser interrompido se o paciente referisse náusea,

vômito, hipotensão, arritmia, desconforto respiratório ou SpO₂ menor que 92%. Ao final dos trinta minutos a máscara de CPAP foi retirada e desligada e o paciente permanecia em sua sessão de HD totalizando o tempo programado pelo setor.

Neste estudo tivemos um paciente que precisou interromper uma das sessões por apresentar náusea, retornando a aplicação na sessão seguinte sem outras alterações.

3.3. Análise estatística

Para a análise estatística do conjunto de dados foi utilizado o programa SPSS (*Statistical Package for Social Sciences*) versão 13.0, com a aplicação do teste *t* pareado para comparação da evolução (final – inicial) de cada grupo, *t Student* para comparação entre grupos, teste de *Mann-Whitney* para as variáveis não paramétricas e *Chi-Square* para variáveis qualitativas. O nível de significância adotado foi de 5% ($p < 0,05$).

Os 20 pacientes de cada grupo, controle e CPAP foram analisados quanto ao:

4.1. Perfil dos pacientes estudados

O perfil inicial dos pacientes (n = 40), não mostrou diferença estatística entre os grupos quanto ao gênero, apresentando proporção de 55% para o sexo feminino e 45% para o masculino nos grupos controle e CPAP.

A etiologia da DRC apresentou para o grupo controle (I) 11 indivíduos com glomerulonefrite crônica, sete com nefrosclerose hipertensiva e dois com doença cística dos rins. Para o grupo CPAP (II) houve oito casos de glomerulonefrite crônica, nove com nefrosclerose hipertensiva, dois com diabetes mellitus e um por processo tumoral, não havendo diferença estatisticamente significativa entre os grupos.

Não houve diferença para as médias de idade, altura, peso corporal e tempo de HD entre os grupos I e II (Tab. 1).

TABELA 1. Comparação do perfil inicial entre os 20 pacientes do grupo controle (I) e os 20 pacientes do grupo CPAP (II).

Variáveis	Grupo	Média±DP	Mínimo	Máximo	<i>p</i>
Idade (anos)	I	54,65±19,93	19,00	83,00	0,07
	II	44,75±12,86	27,00	68,00	
Altura (m)	I	1,62±0,70	1,53	1,75	0,37
	II	1,65±0,90	1,52	1,81	
Peso corporal (kg)	I	60,83±10,48	48,00	99,00	0,19
	II	64,73±8,12	48,00	82,00	
Tempo de HD (meses)	I	46,15±41,40	9,00	132,00	0,20
	II	52,90±29,23	18,00	112,00	

Fonte: Unidade de Diálise – Irmandade da Santa Casa de Misericórdia de São Paulo.

Os exames laboratoriais que incluíram Kt/V, hemoglobina, albumina sérica e ureia também não apresentaram diferença significativa; já a creatinina sérica apresentou maiores valores no grupo CPAP. Na reavaliação houve diferença significativa na comparação entre os grupos da albumina sérica, mostrando aumento significativo no grupo CPAP (Tab. 2).

TABELA 2. Comparação entre o grupo controle (I) e grupo CPAP (II) dos exames laboratoriais no momento da avaliação e reavaliação.

Variáveis	Grupos	Avaliação		Reavaliação	
		Média±DP	<i>p</i>	Média±DP	<i>p</i>
Kt/V	I	1,38±0,21	0,92	1,48±0,16	0,73
	II	1,39±0,18		1,37±0,16	
Hemoglobina (g/dL)	I	11,86±1,59	0,67	11,60±1,47	0,67
	II	12,06±1,33		12,53±1,14	
Albumina sérica (g/dL)	I	3,58±0,40	0,67	3,67±0,41	< 0,001
	II	3,53±0,34		4,01±0,40	
Ureia (mg/dL)	I	137,80±27,28	0,90	132,78±29,56	0,06
	II	138,77±22,14		117,22±14,94	
Creatinina sérica (mg/dL)	I	9,95±1,79	< 0,001	9,95±1,97	0,35
	II	11,89±1,70		10,50±1,74	

Kt/V – índice de remoção da ureia. Fonte: Unidade de Diálise - Irmandade da Santa Casa de Misericórdia de São Paulo.

Na avaliação das variáveis da PFP somente no PFE observou-se diferença estatisticamente significativa com $p = 0,03$; mostrando que o grupo CPAP apresentou médias inferiores ao grupo controle com $2,83 \pm 0,51$ e $3,43 \pm 1,00$, respectivamente.

Na mensuração das pressões respiratórias máximas, pico de fluxo expiratório e teste da caminhada dos seis minutos não houve diferença estatisticamente significativa entre o grupo controle e CPAP na avaliação.

4.2. Comparação dos valores da avaliação e da reavaliação dos grupos controle e CPAP

O peso corporal foi mensurado novamente na reavaliação. O grupo controle não apresentou diferença estatisticamente significativa ($p = 0,22$) na comparação da avaliação com a reavaliação, que apresentou média de $60,83 \pm 10,48$ kg e $61,48 \pm 9,58$ kg, respectivamente. Assim como o grupo CPAP que não apresentou diferença significativa ($p = 0,44$) no peso corporal no momento da avaliação e da reavaliação com média de $64,73 \pm 8,12$ kg e $65,10 \pm 7,47$ kg, respectivamente.

4.2.1. Prova função pulmonar

Na tabela 3, observa-se que o grupo controle apresentou diferença estatisticamente significativa somente na comparação do momento da avaliação e reavaliação para a variável VEF_1 ($p = 0,04$), demonstrando a diminuição dessa variável na reavaliação.

O grupo CPAP (II) apresentou diferença estatisticamente significativa na comparação do momento da avaliação e reavaliação, com aumento das variáveis CVF, VEF_1 e PFE na reavaliação.

TABELA 3. Comparação da avaliação e reavaliação das médias e desvio padrão da prova de função pulmonar dos 20 pacientes do grupo controle (I) e CPAP (II).

Variáveis	Fases	Controle (I)		CPAP (II)	
		Média±DP	<i>p</i>	Média±DP	<i>p</i>
CVF(I)	Avaliação	2,61±0,83	0,41	2,43±0,47	< 0,001
	Reavaliação	2,56±0,77		2,84±0,47	
VEF ₁ (l)	Avaliação	1,95±0,52	0,04	1,81±0,40	< 0,001
	Reavaliação	1,82±0,47		2,05±0,37	
VEF ₁ /CVF(l/seg)	Avaliação	0,76±0,10	0,08	0,75±0,11	0,48
	Reavaliação	0,72±0,11		0,72±0,11	
FEF _{25/75%} (l/seg)	Avaliação	1,67±0,59	0,93	2,03±0,92	0,53
	Reavaliação	1,67±0,63		1,95±0,66	
PFE(l/seg)	Avaliação	3,43±1,00	0,84	2,83±0,51	< 0,001
	Reavaliação	3,46±0,87		3,31±0,85	

Fonte: Unidade de Diálise - Irmandade da Santa Casa de Misericórdia de São Paulo. CVF = capacidade vital forçada; VEF₁ = volume expiratório forçado no primeiro segundo; VEF₁/CVF = razão entre o volume forçado no primeiro segundo e a capacidade vital forçada; FEF = fluxo expiratório forçado; PFE = pico de fluxo expiratório.

4.2.2. Pressões respiratórias máximas e pico de fluxo

Na análise da $P_{i\text{máx}}$, $P_{e\text{máx}}$ e pico de fluxo, o grupo controle não mostrou diferença significativa para todas as variáveis. Já no grupo CPAP na reavaliação houve aumento de todas as variáveis (Tab. 4).

TABELA 4. Comparação das médias e desvio padrão da avaliação e reavaliação da pressão inspiratória máxima, pressão expiratória máxima e pico de fluxo dos 20 pacientes do grupo controle (I) e CPAP (II).

Variáveis	Fases	Controle (I)		CPAP (II)	
		Média±DP	<i>p</i>	Média±DP	<i>p</i>
Pi _{máx} (cmH ₂ O)	Avaliação	57,00±19,84	0,41	49,80±12,94	<0,001
	Reavaliação	53,80±21,26		69,40±14,98	
Pe _{máx} (cmH ₂ O)	Avaliação	64,20±17,24	0,11	68,40±17,21	<0,001
	Reavaliação	69,80±23,52		81,00±13,84	
Pico de fluxo expiratório(l/min)	Avaliação	304,00±84,25	0,15	302,00±79,37	<0,001
	Reavaliação	293,00±70,79		326,50±70,43	

Fonte: Unidade de Diálise - Irmandade da Santa Casa de Misericórdia de São Paulo. Pi_{máx} = pressão inspiratória máxima; Pe_{máx} = pressão expiratória máxima.

4.2.3. Teste da caminhada dos seis minutos

Seguem apresentados na tabela 5, a comparação entre a avaliação e reavaliação do grupo controle e CPAP das variáveis (final – n do . Houve queda significativa da PAS na reavaliação e tendência de diminuição da FC e f no grupo controle (I). Já na análise do grupo CPAP a comparação entre a avaliação e reavaliação mostrou diferença significativa com aumento na PAS, FC, f e distância percorrida após o tratamento.

TABELA 5. Comparação em valores médios da diferença (final – inicial) e desvio padrão da avaliação e reavaliação do teste da caminhada dos seis minutos no grupo controle (I) e CPAP (II).

Variáveis	Fases	Controle (I)		CPAP (II)	
		Média±DP	<i>p</i>	Média±DP	<i>p</i>
PAS (mmHg)	Avaliação	5,50±8,25	0,02	7,50±10,19	0,01
	Reavaliação	12,00±9,51		0,00±11,23	
PAD (mmHg)	Avaliação	3,00±7,32	0,17	0,00±8,58	0,21
	Reavaliação	5,50±7,59		2,00±6,95	
FC (bpm)	Avaliação	27,40±9,66	0,05	27,15±6,75	< 0,001
	Reavaliação	34,30±8,48		20,65±5,93	
f (ipm)	Avaliação	7,40±3,69	0,05	8,55±3,31	< 0,001
	Reavaliação	9,30±4,21		6,00±2,61	
SpO ₂ (%)	Avaliação	-0,70±0,97	0,09	0,30±1,92	0,06
	Reavaliação	-0,35±0,93		0,80±2,14	
Borg	Avaliação	3,50±2,89	0,06	3,80±2,16	0,11
	Reavaliação	4,90±2,40		3,00±1,58	
Distância percorrida (m)	Avaliação	330,00±68,77	0,71	350,40±97,53	< 0,001
	Reavaliação	327,20±53,93		382,10±101,48	

Fonte: Unidade de Diálise - Irmandade da Santa Casa de Misericórdia de São Paulo. PAS = pressão arterial sistólica; PAD = pressão arterial diastólica; FC = frequência cardíaca; f = frequência respiratória; SpO₂ = saturação periférica de oxigênio; Borg = escala de esforço percebido.

4.3. Comparação da evolução entre os grupos controle e CPAP

4.3.1. Prova de função pulmonar

Comparou-se a evolução entre os grupos controle e CPAP para os valores (finais – iniciais) da prova de função pulmonar mostrando aumento estatisticamente significativo para a CVF, VEF₁ e PFE no grupo CPAP (Tab.6).

TABELA 6. Comparação da evolução dos valores (finais – iniciais) da prova de função pulmonar entre os grupos controle (I) e CPAP (II).

PFP	Grupos	Média±DP	Mínimo	Máximo	<i>p</i>
CVF (l)	I	-0,05±0,27	-0,62	0,54	< 0,001
	II	0,41±0,43	-0,30	1,07	
VEF ₁ (l)	I	-0,12±0,26	-0,77	0,14	< 0,001
	II	0,23±0,32	-0,38	1,12	
VEF ₁ /CVF	I	-0,03±0,08	-0,20	0,11	0,72
	II	-0,02±0,14	-0,20	0,30	
FEF _{25-75%} (l/s)	I	-0,004±0,20	-0,35	0,43	0,57
	II	-0,07±0,54	-1,38	0,98	
PFE (l/s)	I	0,02±0,54	-0,97	1,44	0,01
	II	0,48±0,61	-0,66	1,52	

Fonte: Unidade de Diálise - Irmandade da Santa Casa de Misericórdia de São Paulo. CVF = capacidade vital forçada; VEF₁ = volume expiratório forçado no primeiro segundo; VEF₁/CVF = razão entre o volume forçado no primeiro segundo e a capacidade vital forçada; FEF = fluxo expiratório forçado; PFE = pico de fluxo expiratório.

4.3.2. Pressões respiratórias máximas e pico de fluxo

Na avaliação da evolução (final – inicial) das pressões respiratórias máximas e pico de fluxo dos grupos controle e CPAP, observou-se aumento estatisticamente significativo para a pressão inspiratória máxima e pico de fluxo no grupo CPAP (Tab.7).

TABELA 7. Comparação da evolução (final – inicial) das médias e desvio padrão para as pressões respiratórias máximas e pico de fluxo entre os grupos controle (I) e CPAP (II).

Variável	Grupos	Média±DP	Mínimo	Máximo	<i>p</i>
P _i máx (cmH ₂ O)	I	-3,20±17,19	-48,00	28,00	< 0,001
	II	19,60±16,91	-24,00	44,00	
P _e máx (cmH ₂ O)	I	5,60±15,10	-8,00	48,00	0,15
	II	12,60±15,58	-20,00	36,00	
Pico de fluxo (l/min)	I	-11,00±33,07	-100,00	40,00	< 0,001
	II	24,50±29,64	-30,00	80,00	

Fonte: Unidade de Diálise - Irmandade da Santa Casa de Misericórdia de São Paulo.

4.3.3. Teste da caminhada dos seis minutos

Na análise da evolução (final – inicial) entre os grupos controle e CPAP, observou-se a diminuição significativa da PAS, FC, f e escala de Borg e aumento significativo da distância percorrida para o grupo CPAP após o protocolo (Tab.8).

TABELA 8. Comparação da evolução (final – inicial) das médias e desvio padrão para o teste da caminhada dos seis minutos entre os grupos controle (I) e CPAP (II).

	Grupos	Média±DP	Mínimo	Máximo	<i>p</i>
PAS (mmHg)	I	6,50±12,25	-20,00	30,00	< 0,001
	II	-7,50±12,92	-30,00	20,00	
PAD (mmHg)	I	2,50±7,86	-10,00	20,00	0,83
	II	2,00±6,95	-10,00	20,00	
FC (bpm)	I	6,90±14,79	-14,00	51,00	< 0,001
	II	-6,50±8,65	-22,00	9,00	
f (ipm)	I	1,90±4,22	-4,00	10,00	< 0,001
	II	-2,55±3,31	-10,00	1,00	
SpO ₂ (%)	I	0,35±0,87	-1,00	2,00	0,21
	II	1,10±2,48	-3,00	8,00	
Borg	I	1,40±3,25	-4,00	11,00	0,01
	II	-0,80±2,16	-4,00	3,00	
Distância (m)	I	-2,80±33,19	-80,00	81,00	< 0,001
	II	31,70±28,77	-3,00	96,00	

Fonte: Unidade de Diálise - Irmandade da Santa Casa de Misericórdia de São Paulo. PAS = pressão arterial sistólica; PAD = pressão arterial diastólica; FC = frequência cardíaca; f = frequência respiratória; SpO₂ = saturação periférica de oxigênio; Borg = escala de esforço percebido.

No presente estudo foi avaliada a hipótese de haver impacto sobre a prova de função pulmonar, pressões respiratórias máximas, pico de fluxo e teste da caminhada dos seis minutos em um grupo de pacientes com DRC submetidos a HD após um protocolo com CPAP, observando-se resultados positivos.

A DRC é uma doença que apresenta resultados negativos na qualidade de vida, gerada pela deterioração progressiva da filtração glomerular, elevação dos níveis de elementos tóxicos circulantes e consequente síndrome urêmica, com impacto em diversos sistemas, destacando o cardíaco, respiratório e músculo-esquelético⁽¹⁻⁴⁾.

Tipicamente a HD é o tratamento mais comum para a insuficiência renal em estágio final ou enquanto se aguarda a realização do transplante renal^(1,3,8,12). A técnica pode potencializar alguns efeitos deletérios da síndrome urêmica devido a exposição contínua de injúrias multifatoriais^(7,10,14).

A maioria das pesquisas na DRC inclui pacientes com idade superior a 18 anos, com altura e peso em média característicos do país onde se realiza o estudo^(2,17,18,49,62). Em nossa amostra a idade mínima encontrada foi de 19 e máxima de 83 anos, a altura variou entre 1,52 a 1,81m e peso de 48 a 99kg; demonstrando a amplitude do perfil demográfico dos pacientes que participaram do estudo diminuindo possível viés que uma análise mais restritiva quanto à idade de inclusão, altura ou peso poderia representar nos resultados obtidos após o tratamento.

Na avaliação do tempo no qual os pacientes do grupo controle e CPAP estão em HD, observamos que a média em meses do grupo CPAP foi maior que a do grupo controle não havendo diferença estatisticamente significativa entre os grupos estudados o que validou os achados de nosso estudo.

Também não houve diferença significativa na avaliação das variáveis, idade, altura, sexo, peso, hemoglobina, Kt/V, ureia e albumina sérica entre os grupos, semelhante a outros estudos^(4,20,33) que mostram principalmente a variação das médias dos exames laboratoriais como resultado do impacto da HD em pacientes submetidos ao tratamento a mais de três meses⁽⁵⁰⁾. Quanto à diferença entre os grupos na avaliação inicial para a creatinina o grupo CPAP iniciou o protocolo com valor médio maior sugerindo sua potencial debilidade funcional.

No momento da reavaliação observamos que o grupo CPAP apresentou um aumento significativo da albumina sérica, este fator está relacionado com menores índices de mortalidade em pacientes com DRC em HD^(33,50), sugerindo o potencial do protocolo, sem conhecermos porém os mecanismos que justificam esse aumento.

Kovelis *et al* concluem que o aumento de peso no período interdialítico interfere na prova de função pulmonar, mas que a variação no teste é potencialmente revertida após a sessão de HD⁽²⁷⁾. Este achado contradiz o trabalho de Hekmat *et al*, que estudam a PFP de 18 pacientes em HD realizando as medidas no início, meio e final da sessão, verificando não haver mudanças significativas após a terapia⁽²⁰⁾.

Essa variação de volumes e capacidades pulmonares é creditada após a HD a diminuição do peso corporal, do edema intersticial pulmonar e desobstrução de pequenas vias aéreas, gerando incremento na ventilação, especialmente em bases pulmonares. O fato é que houve melhora nos valores pesquisados CVF, VEF₁ e PFE em nosso estudo mesmo com a avaliação e reavaliação sendo realizada no período pré-dialítico e não se observou diferença estatística na análise do peso corporal.

Observando a controvérsia dos estudos^(20,26,27,38) e a ausência de conclusões definitivas, optamos por padronizar as avaliações e reavaliações no período inicial da segunda sessão semanal da HD, diminuindo possível viés determinado pelo maior tempo entre as sessões.

Na avaliação dos grupos controle e CPAP, constatou-se homogeneidade para os valores da prova de função pulmonar e o impacto negativo da DRC neste exame, corroborando com diversos estudos que comprovam a diminuição da CVF, VEF₁, VEF₁/CVF e PFE^(5,7,16,32,62). Quanto aos menores valores de PFE encontrados na avaliação do grupo CPAP, observamos uma tendência de todos os volumes e capacidades avaliados pela espirometria estarem menores quando comparados ao grupo controle na avaliação.

A PFP é uma das formas de averiguar a capacidade de captação de oxigênio e potenciais trocas gasosas⁽¹⁷⁾, sendo um exame constantemente citado na literatura para os pacientes em HD, devido a potencial fibrose pulmonar ou a hipervolemia^(1,7). Bush e Gabriel observam pequena variação nos valores preditos na espirometria, porém um importante impacto na capacidade física⁽¹⁹⁾. No nosso estudo a avaliação da espirometria foi focada nos valores alcançados e não nos preditos pelo exame, por m o ser mos de d de un on n n se do .

Atualmente a investigação da capacidade funcional em portadores de doenças crônicas e incapacitantes, como a insuficiência cardíaca⁽⁴⁴⁾ e a doença pulmonar obstrutiva crônica passou a incluir testes submáximos⁽⁴²⁾ e apesar de portadores da DRC ainda não serem comumente avaliados com o teste da caminhada, há trabalhos que evidenciam sua importância devido as cardiopatias tão comumente associadas a DRC^(45,46,54).

Pacientes em tratamento hemodialítico apresentam anormalidades em diversos sistemas orgânicos^(1,7,52), possivelmente derivados das adaptações celulares oriundas da situação metabólica adversa. Há indícios quanto a alterações capilares, enzimáticas e mitocondriais que alteram o funcionamento normal da estrutura das fibras músculo-esqueléticas^(6,28,29), evidenciada pela baixa tolerância destes pacientes a atividades físicas^(30,37,46). Seria correto então observarmos, que quanto maior o tempo em HD maior alteração na PFP^(15,21,25) e isso pode ser observado na evolução do grupo controle em nosso estudo. Neles, apesar da média de tempo em HD ser menor na comparação com o grupo CPAP e o período de acompanhamento de nossa pesquisa só ser de dois meses, pudemos observar queda significativa do valor médio de VEF₁ na reavaliação.

Na análise do comportamento do grupo CPAP, a PFP mostrou aumento dos valores de CVF, VEF₁ e PFE mostrando que houve impacto positivo ao tratamento proposto.

O comportamento da prova de função pulmonar observado em nosso estudo não encontra paralelo na literatura, mas podemos inferir este achado a menor limitação ao fluxo aéreo atribuída na DRC, a diminuição generalizada da força muscular e conseqüente atraso na contração da fibra muscular⁽⁸⁾, que influenciada pelo incremento no aporte tissular de oxigênio^(28,29), gerado pela melhora da relação ventilação/perfusão nos pacientes submetidos ao uso da VNI^(56,60) e observada no aumento da VEF₁ e CVF após nosso protocolo no grupo CPAP.

Dujic *et al*, também relatam a diminuição da VEF₁ na DRC e relacionam esta característica a obstrução das pequenas vias aéreas que gera o aprisionamento de ar intensificado pelo acúmulo de líquido próximo às pequenas vias distais⁽¹⁰⁾. A

PEEP pode diminuir esta obstrução pela dilatação mecânica nos brônquios. Huff e Whelan corroboram com esta hipótese, devido ao maior recrutamento dos alvéolos proporcionado pela PEEP⁽¹¹⁾ e o auxílio na diminuição do edema no interstício pulmonar^(63,64).

A análise das pressões respiratórias máximas dadas pela $P_{i_{máx}}$ e $P_{e_{máx}}$ e a medida do pico de fluxo demonstraram aumento significativo na comparação entre os momentos da avaliação e reavaliação no grupo CPAP, relacionada à provável diminuição do edema intersticial pulmonar⁽⁵²⁾ ou do recrutamento de áreas de microatelectasias^(7,13,16), originada pelo efeito da PEEP dada no suporte ventilatório⁽⁵⁵⁻⁶⁰⁾.

A VNI pode ainda impactar segundo Mehta e Hill, na diminuição da pré e pós-carga cardíaca e da auto-PEEP em pacientes com hiperinsuflação, além da otimização do trabalho respiratório⁽⁵⁶⁾, mesmo quando utilizada por pequenos intervalos de tempo^(61,63). Em nosso protocolo os pacientes só permaneceram 30 minutos por sessão sob pressão positiva e já houve o aumento dos valores da prova de função e pressão respiratórias máximas.

Houve assim, uma condição favorável à melhora da força muscular respiratória, tão afetada na DRC pela alteração de transporte, extração e consumo de oxigênio que gera processos metabólicos desfavoráveis às tensões adequadas de oxigenação das fibras musculares, em especial as do tipo I^(1,7,22,24,28), dada pelo suporte ventilatório oriundo do CPAP.

A mensuração das pressões respiratórias máximas apesar de ser criticada por alguns estudos⁽²⁹⁻³²⁾ é credenciada pelo ATS de testes de músculos respiratórios⁽³⁹⁾. Essa medida busca a compreensão do comportamento da força muscular dos pacientes submetidos a HD e invariavelmente mostra a diminuição dos

valores alcançados na DRC quando comparados a uma população saudável da mesma faixa etária^(33,34,36-38).

Jatobá *et al* buscaram as relações entre a avaliação da função pulmonar, força muscular respiratória e em testes submetidos e encontraram correlação positiva da capacidade vital com $P_{i_{máx}}$ e a $P_{e_{máx}}$ assim como distância percorrida no⁽³⁷⁾. Apesar de nossa pesquisa não ter buscado estas correlações, verificamos o aumento significativo da CVF e da $P_{i_{máx}}$, provavelmente vinculado ao incremento das estruturas mitocondriais que sofreram menor impacto da hipóxia relacionada à HD^(51,62,65).

O pico de fluxo na comparação entre os grupos após o protocolo apresentou-se maior no grupo CPAP, assim como a PFE mensurada na PFP. A variação do pico de fluxo é esperada segundo Davenport e Williams, devido ao edema de mucosas que gera a broncoconstrição oriunda dos mediadores inflamatórios e ativação do sistema complemento⁽⁴¹⁾. Como houve uma otimização da função pulmonar é possível que o stress oxidativo no grupo CPAP tenha sido menor⁽⁵⁵⁾ gerando o aumento do pico de fluxo avaliado tanto na prova de função quanto com o equipamento portátil.

Essa sugestão de influência no retardo da ativação da cascata inflamatória^(28,41) pode ser motivo de um novo estudo que quantifique os marcadores inflamatórios em pacientes com DRC submetidos a HD e a um protocolo de VNI, já que este não foi o foco de nossa hipótese, mas apresentou-se como uma possibilidade implícita.

O impacto do protocolo também foi investigado quanto à distância percorrida no teste e apresentou resultados significativamente maiores no grupo CPAP. A melhora

deste grupo de acordo com Reboredo *et al*⁽⁴⁶⁾ possui uma correlação positiva com a VO_2 em pacientes com DRC em HD.

É sabido que a VO_2 é uma medida que demonstra a capacidade de captação, transporte e utilização de oxigênio⁽⁶⁶⁾, como a distância percorrida no grupo CPAP aumentou podemos inferir que houve o aumento da VO_2 em nossos pacientes salientando a tendência de efetividade do protocolo.

A distância percorrida em um teste de caminhada é considerada nas pesquisas atuais, pois apresenta correlação com a morbidade e mortalidade de doenças crônicas como a insuficiência cardíaca, hipertensão pulmonar e doença pulmonar obstrutiva crônica⁽⁴²⁻⁴⁴⁾. Naqueles que são diagnosticados com a DRC a análise da distância é aplicada em trabalhos como o de Cury *et al*⁽²¹⁾ e Fitts e Guthrie⁽⁴⁵⁾, sempre para a avaliação da capacidade funcional.

Um dos testes mais comuns é o teste de caminhada de 6 minutos que permite que pacientes submetidos a HD tenham a capacidade funcional mais precisamente mensurada e a partir disso surgem trabalhos que propõem programas de reabilitação seguros e com resultados positivos^(23,47,48,50,66), assim como em nosso estudo.

Em termos de otimização do movimento do tórax e do abdômen, a distribuição de gases, quanto a otimização da função muscular esquelética que gera o movimento respiratório e periférico^(9,35,40). Além disso, o estudo também incluí a possibilidade de monitorar a PA, a FC, a f e a SpO_2 , além da distância percorrida⁽⁴²⁾.

A análise da FC e f é um dado objetivo para a comprovação do impacto do protocolo observado pela melhor capacidade física dos pacientes, ou seja, eles

apresentaram FC e f menores no momento da reavaliação (após o protocolo) mesmo caminhando uma distância significativamente maior. A escala de Borg⁽⁴³⁾ também obteve valores de pontuação menor no grupo CPAP⁽⁶⁷⁾ indicando o menor esforço percebido e os sintomas, corroborando também com a melhora da capacidade física.

O protocolo com CPAP nos pareceu favorável para os pacientes com DRC em HD, podendo ser utilizado como um recurso de fisioterapia, otimizando a HD e trazendo benefício funcional.

No presente estudo constatamos que houve impacto positivo após a execução do protocolo com o CPAP em pacientes com doença renal crônica em hemodiálise, otimizando a capacidade respiratória.

7.1. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

1. Título do projeto: Impacto da ventilação não invasiva em pacientes com doença renal crônica submetidos à hemodiálise.
2. Essas informações estão sendo fornecidas para sua participação voluntária neste estudo, que visa analisar sua capacidade respiratória.
3. Você realizará exames não invasivos como, prova de função pulmonar, pressões inspiratórias máximas e pico de fluxo expiratório, onde será necessário somente que você inspire ou expire o mais forte possível em um equipamento que ficará em sua boca e realizará também o teste de caminhada dos seis minutos, onde você deverá andar o mais rápido que conseguir sem correr.
4. Após os exames, você poderá ser colocado para realizar o uso de uma máscara ligada a um aparelho que lhe enviará ar, sendo supervisionado pela fisioterapeuta em 24 sessões, durante sua rotina no setor de hemodiálise três vezes/semana por trinta minutos. Caso não faça o uso da máscara você fará todos os exames do item três novamente após dois meses.
5. Ao término das 24 sessões todos os exames iniciais serão repetidos.
6. Em qualquer etapa do estudo, você terá acesso aos profissionais responsáveis pela pesquisa para esclarecimento de eventuais dúvidas. O principal investigador é a fisioterapeuta Vivian Bertoni Xavier, que pode ser encontrada no endereço: Av. Dr. Arnaldo, 2088, São Paulo, tel. (11) 3801-4401. Se você ou seu responsável tiver alguma dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) - R: Santa Isabel, 305, quarto andar; telf. (11) 33370188, ramal: 8061.
7. É garantida a liberdade da retirada de consentimento e a qualquer momento deixar de participar do estudo, sem qualquer prejuízo à continuidade de seu

tratamento na Instituição.

8. As informações obtidas serão analisadas em conjunto com outros pacientes, não sendo divulgada a identificação de nenhum paciente.

9. Você e/ou seu responsável serão mantidos atualizados sobre os resultados parciais da pesquisa.

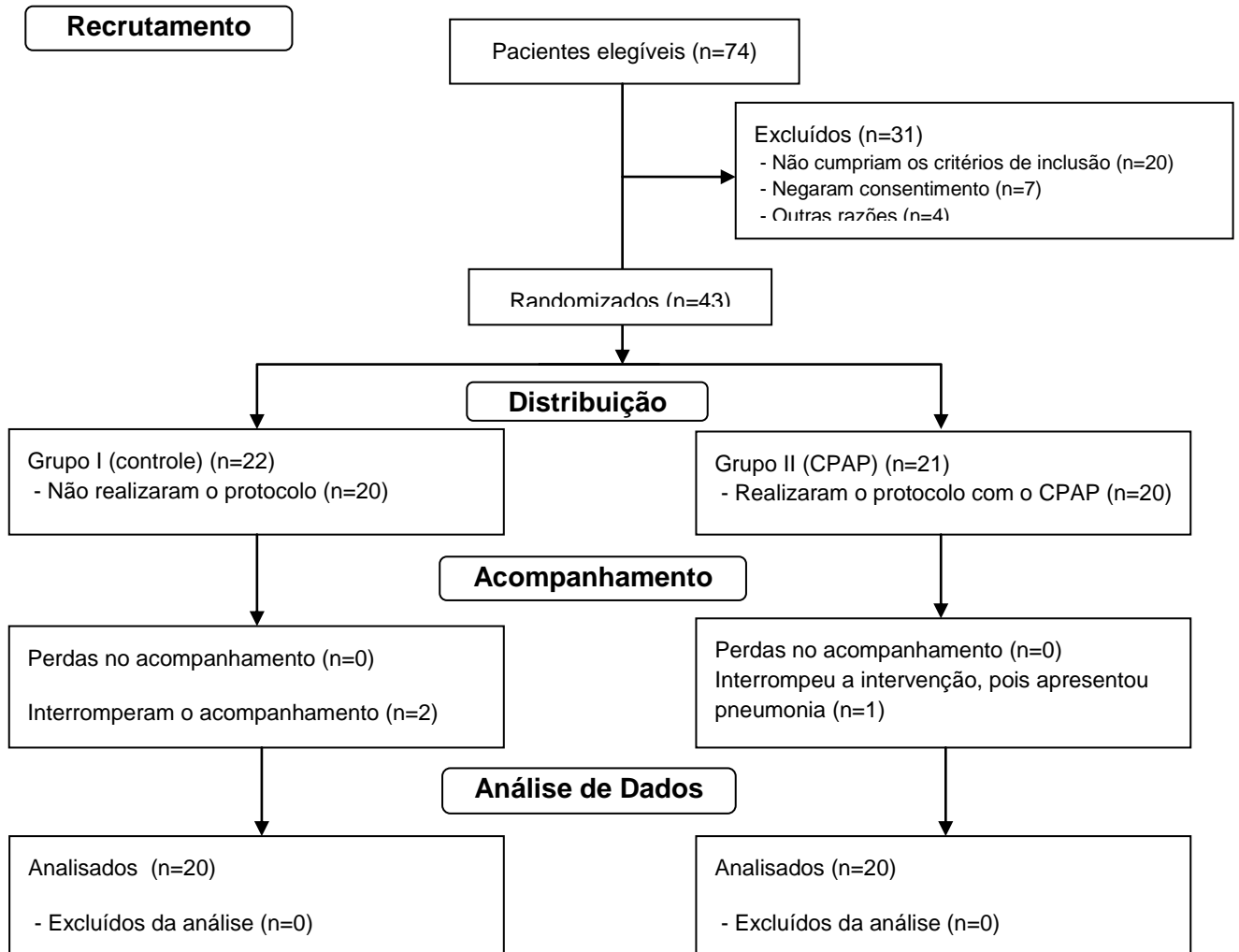
10. Não há despesas pessoais para o participante em qualquer fase do estudo. Também não há compensação financeira relacionada à sua participação.

Acredito ter sido suficientemente informado a respeito das informações que li ou que foram lidas para mim, e explicadas verbalmente, descrevendo o estudo “mpacto da ventilação não invasiva em pacientes com doença renal crônica submetidos à hemod se”. Eu ds ut om soterapeuta Vivian Bertoni Xavier, sobre a minha decisão em participar neste estudo. Ficaram claros para mim quais são os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados. As garantias de confidencialidade e de despesas e que tenho garantia do acesso a tratamento hospitalar quando necessário. Concordo voluntariamente em participar deste estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, antes ou durante o mesmo, sem penalidades, prejuízo ou perda de qualquer benefício que possa ter adquirido, ou no meu atendimento neste Serviço.

Data ____/____/____

Assinatura do paciente

7.2. Fluxograma da randomização



7.3. Ficha de avaliação

Nome:

Data da avaliação:

Data de nascimento:

Sexo:

Altura:

Peso:

Diagnóstico

Tempo em hemodiálise:

Exames laboratoriais

	Avaliação	Reavaliação
Hemoglobina (g/dL)		
Kt/V		
Albumina sérica (g/dL)		
Creatinina (mg/dL)		
Uréia (mg/dL)		

Prova de função pulmonar

	Avaliação	Reavaliação
CVF (l)		
VEF ₁ (l)		
VEF ₁ /CVF		
FEF _{25-75%} (l/s)		
PFE (l/s)		

Pressão inspiratória máxima (cmH₂O)

	Primeira medida	Segunda medida	Terceira medida
Avaliação			
Reavaliação			

Pressão expiratória máxima (cmH₂O)

	Primeira medida	Segunda medida	Terceira medida
Avaliação			
Reavaliação			

Pico de fluxo (l/min)

	Primeira medida	Segunda medida	Terceira medida
Avaliação			
Reavaliação			

Teste da caminhada dos seis minutos

Frequência cardíaca (bpm)

	Primeiro teste	Segundo teste	Primeiro teste	Segundo teste
Avaliação	Pré:	Pré:	Pós:	Pós:
Reavaliação	Pré:	Pré:	Pós:	Pós:

Frequência respiratória (ipm)

	Primeiro teste	Segundo teste	Primeiro teste	Segundo teste
Avaliação	Pré:	Pré:	Pós:	Pós:
Reavaliação	Pré:	Pré:	Pós:	Pós:

Pressão arterial sistólica (mmHg)

	Primeiro teste	Segundo teste	Primeiro teste	Segundo teste
Avaliação	Pré:	Pré:	Pós:	Pós:
Reavaliação	Pré:	Pré:	Pós:	Pós:

Pressão arterial diastólica (mmHg)

	Primeiro teste	Segundo teste	Primeiro teste	Segundo teste
Avaliação	Pré:	Pré:	Pós:	Pós:
Reavaliação	Pré:	Pré:	Pós:	Pós:

Saturação periférica de oxigênio (%)

	Primeiro teste	Segundo teste	Primeiro teste	Segundo teste
Avaliação	Pré:	Pré:	Pós:	Pós:
Reavaliação	Pré:	Pré:	Pós:	Pós:

Escala de Borg

	Primeiro teste	Segundo teste	Primeiro teste	Segundo teste
Avaliação	Pré:	Pré:	Pós:	Pós:
Reavaliação	Pré:	Pré:	Pós:	Pós:

Distância percorrida (metros)

	Primeiro teste	Segundo teste
Avaliação		
Reavaliação		

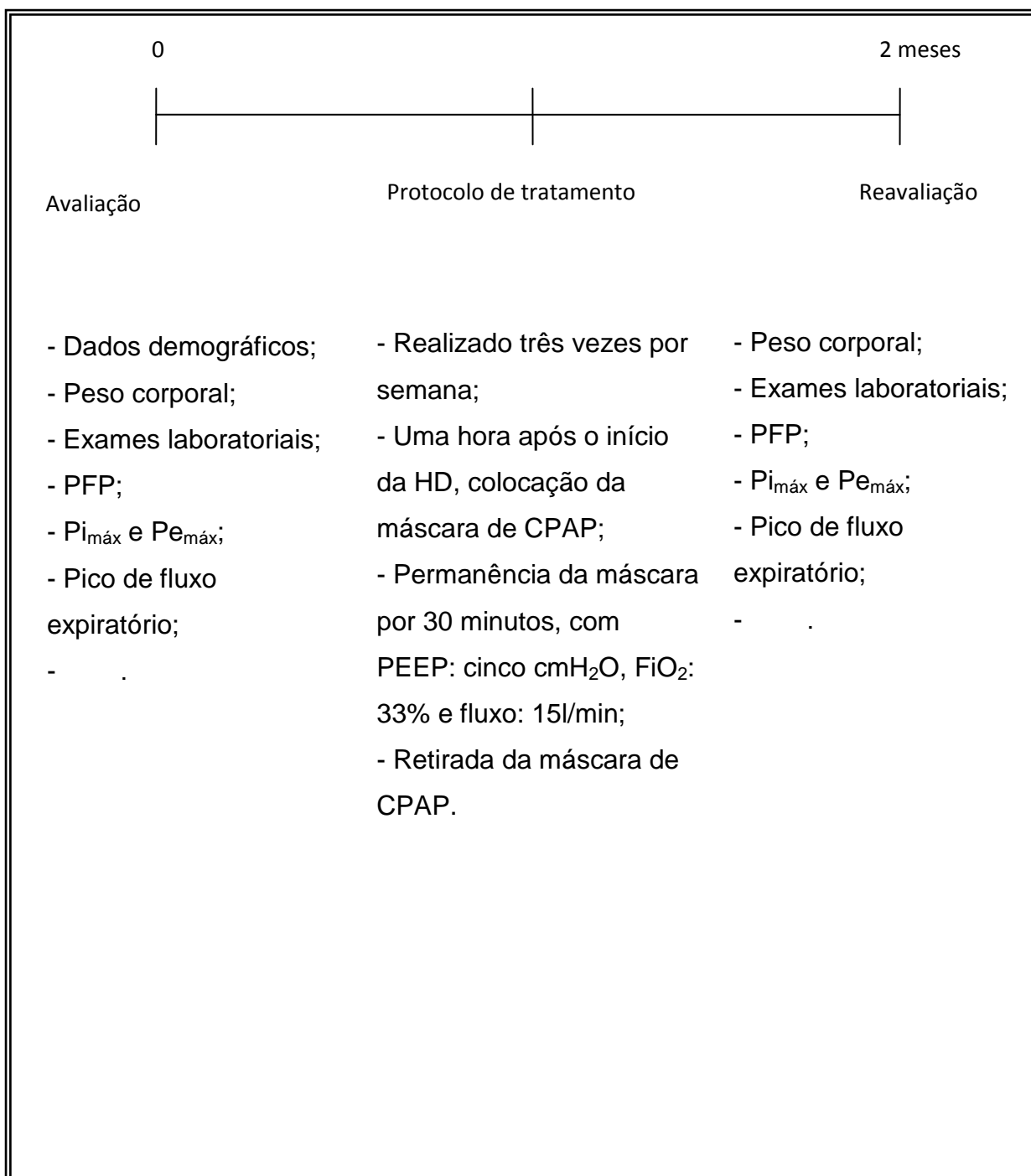
7.4. Escala de Borg

Classificação de percepção subjetiva do nível do esforço realizado.

Índice de percepção de esforço de Borg	
6	
7	Muito, muito leve
8	
9	Muito leve
10	
11	Leve
12	
13	Um pouco difícil
14	
15	Difícil
16	
17	Muito difícil
18	
19	Muito, muito difícil
20	

Fonte: Borg GV. Med Sci Sports Exercise 1982; 14: 377-87.

7.5. Protocolo do estudo



1. Prezant DJ. Effect of uremia and its treatment on pulmonary function. *Lung* 1990; 168:1-14.
2. Romão JE Jr. Doença renal crônica: definição, epidemiologia e classificação. *J Bras Nefrol* 2004; 26(Supl 1):1-3.
3. Grassmann A, Gioberge S, Moeller S, Brown G. ESRD patients in 2004: global overview of patient numbers, treatment modalities and associated trends. *Nephrol Dial Transplant* 2005; 20:2587-93.
4. Gómez-Fernández P, Sánchez Agudo L, Calatrava JM, Escuin F, Selgas R, Martínez ME, *et al.* Respiratory muscle weakness in uremic patients under continuous ambulatory peritoneal dialysis. *Nephron* 1984; 36:219-23.
5. Paul K, Mavridis G, Bronzel KE, Shärer K. Pulmonary function in children with chronic renal failure. *Eur J Pediatr* 1991; 150:808-12.
6. Cupisti A, Licitra R, Chisari C, Stampacchia G, D'Alessandro C, Galetta F, *et al.* Skeletal muscle and nutritional assessment in chronic renal failure patients on a protein-restricted diet. *J Inter Med* 2004; 255:115-24.
7. Pierson DJ. Respiratory considerations in patients with renal failure. *Respir Care*. 2006; 51:413-22.
8. Siafakas NM, Argyrakopoulos T, Andreopoulos K, Tsoukalas G, Tzanakis N, Bouros D. Respiratory muscle strength during continuous ambulatory peritoneal dialysis (CAPD). *Eur Respir J* 1995; 8:109-13.
9. Guyatt GH, Sullivan MJ, Thompson PJ, Fallen EL, Pugsley SO, Taylor DW, *et al.* The 6-minute walk: a new measure of exercise capacity in patients with chronic heart failure. *Can Med Assoc J* 1985; 132:919-23.
10. Dujic Z, Tocilj J, Ljutic D, Eterovic D. Effects of hemodialysis and anemia on pulmonary diffusing capacity, membrane diffusing capacity and capillary blood volume in uremic patients. *Respiration* 1991; 58:277-81.
11. Huff JS, Whelan TV. CPAP as adjunctive treatment of severe pulmonary edema in patients with ESRD. *Am J Emerg Med* 1994; 12:388-92.
12. El Nahas AM, Bello AK. Chronic kidney disease: the global challenge. *Lancet* 2005; 365:331-40.
13. Ralp DD, Ott SM, Sherrard DJ, Hiastala MP. Inert gas analysis of ventilation-perfusion matching during hemodialysis. *J Clin Invest* 1984; 73:1385-91.
14. Yap JC, Wang YT, Poh SC. Effect of oxygen on breathing irregularities during haemodialysis in patients with chronic uremia. *Eur Respir J* 1998; 12:420-25.
15. Hughes GC, Ketchersid TL, Lenzen JM, Lowe JE. Thoracic complications of peritoneal dialysis. *Ann Thorac Surg* 1999; 6:1518.

16. Karacan Ö, Tatal E, Uyar M, Eyübolu FO, Sezer S, Ozdemir FN. Pulmonary function in uremic patients on long-term hemodialysis. *Ren Fail* 2004; 26:273-8.
17. Miller A. Reference values for pulmonary function test. In: Miller A. *Pulmonary function test in clinical and occupational lung disease*. Orlando (FL.): Grune & Stratton; 1986. p. 215-49.
18. Pereira CAC, Barreto SP, Simões JG, Pereira FWL, Gerstler JG, Nakatani J. Valores de referência para a espirometria em uma amostra da população brasileira adulta. *J Pneumol* 1992; 18:10-22.
19. Bush A, Gabriel R. Pulmonary function in chronic renal failure: effects of dialysis and transplantation. *Thorax* 1991; 46:424-8.
20. Hekmat R, Boskabady MH, Khajavi A, Nazary A. The effect of hemodialysis on pulmonary function test and respiratory symptoms in patients with chronic renal failure. *Pak J Med Sci* 2007; 23:862-6.
21. Cury JL, Brunetto AF, Aydos RD. Efeitos negativos da insuficiência renal crônica sobre a função pulmonar e a capacidade funcional. *Rev Bras fisioter* 2010; 14:91-8.
22. Bavbek N, Akay H, Uz B, Turgut F, Kanbay M, Senes M et al. The effects of L-carnitine therapy on respiratory function test in chronic hemodialysis patients. *Ren Fail* 2010; 32:157-61.
23. Konstantinidou E, Koukouvou G, Kouidi E, Deligiannis A, Tourkantonis A. Exercise training in patients with end-stage renal disease on hemodialysis: comparison of three rehabilitation programs. *J Rehabil Med* 2002; 34:40-5.
24. Koufaki P, Mercer TH, Naish PF. Effects of exercise training on aerobic and functional capacity of end-stage renal disease patients. *Clin Physiol & Func Im* 2002; 22:115-24.
25. Perneger TV, Leski M, Chopard-Storermann C, Martin PY. Assessment of health status in chronic hemodialysis patients. *J Nephrol* 2003; 16:252-9.
26. Welch JL, Perkins SM, Evans JD, Bajpai S. Differences in perceptions by stage of fluid adherence. *J Ren Nutr* 2003; 13:275-81.
27. Kovelis FP, Probst S, Peres CPA, Delfino VDA, Mocelin AJ, Brunetto AF. Função pulmonar e força muscular respiratória em pacientes com doença renal crônica submetidos à hemodiálise. *J Bras Pneumol* 2008; 34: 907-12.
28. Adams GR, Vaziri ND. Skeletal muscle dysfunction in chronic renal failure: effects of exercise. *Am J Physiol* 2006; 290:753-61.
29. Clanton TL, Dixon GF, Drake J, Gadek JE. Effects of breathing pattern on inspiratory muscle endurance in humans. *J Appl Physiol* 1985; 59:1834-41.

30. Wilson SH, Cooke NT, Edwards RH. Predicted normal values for maximal respiratory pressures in caucasian adults and children. *Thorax* 1984; 39:535-8.
31. Black LF, Hyatt RE. Maximal respiratory pressures: normal values and relationship to age and sex. *Am Rev Respir Dis* 1969; 99:696-702.
32. Brunetto AF, Fregonezi GAF, Paulin E. Comparison between maximal respiratory pressure measurement (MIP, MEP) through manometer and data acquisition system]. *Rev Bras Ativ Fís Saúde* 2000; 5:30-7.
33. Karacan Ö, Tural E, Çolak T, Sezer S, Eyüboğlu FÖ, Haberal M. Pulmonary function in renal transplant recipients and end-stage renal disease patients undergoing maintenance dialysis. *Transplantation Proceedings* 2006; 38:396-404.
34. Kemp GJ, Crowe AV, Anijeet HK, Gong QY, Bimson WE, Frostick SP, *et al.* Abnormal mitochondrial function and muscle wasting, but normal contractile efficiency, in haemodialysed patients studied non-invasively in vivo. *Nephrol Dial Transplant* 2004; 19:1520-7.
35. Sakkas GK, Sargean AJ, Mercer TH, Baal D, Koufaki P, Karatzaferi C, *et al.* Changes in muscle morphology in dialysis patients after 6 months of aerobic exercise training. *Nephrol Dial Transplant* 2003; 18:1854-61.
36. Rocha CBJ, Araújo S. Avaliação das pressões respiratórias máximas em pacientes renais crônicos nos momentos pré e pós-hemodiálise. *J Bras Nefrol* 2010; 32:107-13.
37. Jatobá JPC, Amaro WF, Andrade APA, Cardoso FPF, Monteiro AMH, Oliveira MAM. Avaliação da função pulmonar, força muscular respiratória e teste de caminhada de seis minutos em pacientes portadores de doença renal crônica em hemodiálise. *J Bras Nefrol* 2008; 30:280-7.
38. Duarte J, Medeiros RF, Di Pietro T, Maki T. Changes in lung volume and capacity before and after hemodialysis in chronic renal failure. *J Health Sci Inst* 2011; 28:70-2.
39. American Thoracic Society. ATS Statement on respiratory muscle testing. *Am J Respir Crit Care Med* 2002; 166:518-624.
40. Brautbar N. Skeletal myopathy in uraemia: abnormal energy metabolism. *Kidney Int* 1983; 24:134-41.
41. Davenport A, Williams AJ. Fall in peak expiratory flow during haemodialysis in patients with chronic renal failure. *Thorax* 1988; 43:693-6.
42. American Thoracic Society. ATS Statement: guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med* 2002; 166:111-7.
43. Enright PL, McBurnie MA, Bitter V, Tracy RP, McNamara, Arnold A, Newman AB.

The 6-min walk test. *Chest* 2003; 123:387-98.

44. Cahalin LP, Mathier MA, Semigran MJ, Dec GW, DiSalvo TG. The six-minute walk test predicts peak oxygen uptake and survival in patients with advanced heart failure. *Chest* 1996; 10:325-32.
45. Fitts SS, Guthrie MR. Six-minute walk by people with chronic renal failure. Assessment of effort by perceived exertion. *Am J Phys Med Rehabil* 1995; 74:54-8.
46. Reboredo MM, Henrique DMN, Faria RS, Bergamini BC, Bastos MG, Paula RB. Correlação entre a distância obtida no teste de caminhada de seis minutos e o pico de consumo de oxigênio em pacientes portadores de doença renal crônica em hemodiálise. *J Bras Nefrol* 2007; 29:85-9.
47. Painter P, Messer-Rehak D, Hanson P, Zimmerman SW, Glasse NR. Exercise capacity in hemodialysis, CAPD, and renal transplant patients. *Nephron* 1986; 42:47-51.
48. Latos D, Strimel D, Drews M, Allison TG. Acid-base and electrolyte changes following maximal and sub-maximal exercise in hemodialysis patients. *Am J Kidney Dis* 1987; 10:439-45.
49. Johansen KL. Exercise and chronic kidney disease. *Sort Méd* 2005; 35:485-99.
50. Segura-Orti E. Ejercicio en pacientes en hemodiálisis: revisión sistemática de la literatura. *Nefrologia* 2010; 30:236-46.
51. Schiffli H, Lang SM, Fischer R. Daily hemodialysis and the outcome of acute renal failure. *N Engl J Med* 2002; 346:305-10.
52. Noordegraaf A, Van Der Meer BJ, Vries JP, Vries PM. Determination of the relation between alterations of total body water and thoracic fluid content during ultrafiltration by bioelectrical impedance analysis. *Nephrol Dial Transplant* 1995; 10:382-5.
53. Bonfim RF, Goulart AG, Fu C, Torquato JA. Effect of hemodialysis on intra-abdominal pressure. *Clinics* 2007; 62:145-50.
54. McCullough P, Goel S, Bellovich K. Preventing and managing cardiorenal syndromes. *US Nephrology* 2010; 1:50-4.
55. Guarracino F, Ambrosino N. Non invasive ventilation in cardio-surgical patients. *Minerva Anesthesiol* 2011; 7:734-41.
56. Mehta S, Hill NS. Noninvasive ventilation. *Am J Respir Crit Care Med* 2001; 163:540-77.
57. Goldberg P, Reissmann H, Maltias F, Ranieri M, Gottfried SB. Efficacy of noninvasive CPAP in COPD with acute respiratory failure. *Eur Respir J* 1995;

8:1894-1900.

58. Bersten AD, Holt AW, Vedig AE, Skowronski GA, Baggoley CJ. Treatment of severe cardiogenic pulmonary edema with continuous positive airway pressure delivered by face mask. *N Engl J Méd* 1991; 325:1825-30.
59. Brochard L, Mancebo J, Wysocki M, Lofaso F, Conti G, Rauss A *et al.* Noninvasive ventilation for acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease. *N Engl J Med* 1995; 333:817-22.
60. Fu C, Caruso P, Lucatto JJ, Souza R, Schettino GP, Carvalho CR. Comparison of two flow generators with a noninvasive ventilator to deliver continuous positive airway pressure: a test lung study. *Intensive Care Medicine* 2005; 31:1587-91.
61. Tovbin D, Heimer D, Mashal A, Degtyar P, Avnon LS. Intradialytic hypercapnic respiratory failure managed by noninvasive assisted ventilation. *Am J Nephrol* 2001; 21:383-5.
62. Rahgoshai R, Rahgoshai R, Khrosraviani AAN, Solouki M. Acute effects hemodialysis on pulmonary patients with end-stage renal disease. *Iranian Journal Kidney Diseases* 2010; 4:214-7.
63. Koyner JL, Murray P. Mechanical ventilation and the kidney. *Blood Purif* 2010; 29:52-68.
64. Marquez JM, Douglas ME, Downs JB, Wu WH, Mantini EL, Kuck EJ *et al.* Renal function and cardiovascular responses during positive airway pressure. *Anesthesiology* 1979; 50:393-8.
65. Neylon M, Marshall JM, Johns EJ. The effects of chronic hypoxia on renal function in the rat. *J Physiol* 1997; 15:243-50.
66. Johansen KL, Painter P. Exercise in individuals with CKD. *Am J Kidney Dis* 2012; 59:126-34.

FONTES CONSULTADAS

Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo. Pós-Graduação. Normatização para apresentação de dissertações e teses em estudos experimentais e observacionais. São Paulo: Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo. Pós-Graduação; 2004. 26p.

Ferreira ABH. Dicionário eletrônico Aurélio Século XXI. Rio de Janeiro: Nova Fronteira; 2000.

Morettin PA, Bussab WO. Estatística básica. 5^a ed. São Paulo: Saraiva; 2004.

Siegel S. Estatística não paramétrica. São Paulo: McGraw Hill; 1981.

RESUMO

Impacto da ventilação não invasiva em pacientes com doença renal crônica submetidos à hemodiálise

Vivian Bertoni Xavier

Dissertação de mestrado - 2012

Os pacientes com doença renal crônica submetidos hemodiálise sofrem com alterações em diversos sistemas, dentre eles cardíaco, respiratório e músculo-esquelético. Muitos pesquisadores buscam explicar diminuição nos valores da prova de função pulmonar e força muscular respiratória correlacionando-as a síndrome urêmica e hemodiálise com sequente impacto negativo na fisiologia muscular, levantando diversas hipóteses para explicar a debilidade física nesses pacientes. O presente estudo foi randomizado com o objetivo de analisar o impacto de um protocolo com o uso do CPAP na capacidade respiratória de pacientes com doença renal crônica em hemodiálise. Foram estudados 40 pacientes com idade de 19 a 83 anos, de ambos os sexos, acompanhados pela Unidade de Diálise da Irmandade da Santa Casa de Misericórdia de São Paulo e divididos em dois grupos: controle e CPAP com avaliação e reavaliação da prova de função muscular, pressões respiratórias máximas, pico de fluxo e teste da caminhada dos seis minutos antes e após o protocolo com o CPAP. Os pacientes do grupo controle foram avaliados e reavaliados após um período de dois meses. Os do grupo CPAP realizaram o protocolo com o CPAP (por 30 minutos, com PEEP de cinco cmH₂O, FiO₂: 33% e fluxo de 15 l/min) três vezes por semana, durante as sessões de hemodiálise durante dois meses. Após o término da execução do protocolo com o CPAP, obtivemos melhora na capacidade vital forçada, volume expiratório forçado no primeiro segundo, pico de fluxo expiratório, pressão inspiratória, pico de fluxo e diminuição da pressão arterial sistólica, frequência cardíaca, frequência respiratória, Borg e aumento na distância percorrida no teste da caminhada dos seis minutos. Concluímos que houve impacto positivo após a execução do protocolo com o CPAP em pacientes com DRC em HD, otimizando a capacidade respiratória.

ABSTRACT

Impact of non-invasive ventilation on chronic kidney disease patients under hemodialysis treatment

Vivian Bertoni Xavier

Degree dissertation - 2012

Patients with chronic kidney disease under hemodialysis treatment have abnormalities in several systems, such as cardiac, respiratory and muscular. Many researchers have tried to explain the decrease of pulmonary function and muscle respiratory tests correlating these with uremic syndrome and with hemodialysis, with a negative impact on the muscle physiology, raising different hypothesis to explain the physical debility in these patients. This is a randomized study aimed at analyzing the impact of a protocol using CPAP in the respiratory capacity of chronic kidney disease patients under hemodialysis. Forty patients with ages between 19 to 83 years old, both genders, from the hemodialysis sector of Irmandade da Santa Casa de Misericórdia de São Paulo participated in this study. These patients were divided into two groups: control and CPAP, with two evaluations of pulmonary function, maximum respiratory pressure, peak flow and six-minute walk test, before and after the use of the CPAP protocol. The CPAP treatment was administered three times a week in the hemodialysis sessions (for 30 minutes with five cmH₂O of PEEP, FiO₂: 33% and flow: 15 l/min) for two months. After the execution of the protocol with the CPAP, we obtained an improvement in forced vital capacity, forced expiratory volume in one second, peak expiratory flow, inspiratory pressure, peak flow and reduction in systolic blood pressure, heart rate, respiratory rate, Borg and an increase in distance walked during six minutes of walking. We conclude that there was positive impact after the implementation of the protocol with CPAP in patients with chronic kidney disease under hemodialysis, optimizing the ability to breathe.

LISTAS E APÊNDICE



IRMANDADE DA SANTA CASA DE MISERICÓRDIA DE SÃO PAULO
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA EM SERES HUMANOS
 Rua Santa Isabel, 305 - 4º andar Santa Cecília CEP: 01221-010 São Paulo – SP
 PABX: 21767000 Ramal: 8061 – Telefax: 33370188 E-mail: eticamed@santacasasp.org.br

São Paulo, 28 de maio de 2009.

Projeto nº 147/09
 Informe este número para
 identificar seu projeto no CEP

Ilmo.(a) Sr.(a)

Ft. Vivian Bertoni Xavier

Departamento de Medicina

O Comitê de Ética e Pesquisa da ISCMSP, em reunião ordinária, dia **27/05/2009** e no cumprimento de suas atribuições, após revisão do seu projeto de pesquisa: **“O impacto da ventilação não invasiva em pacientes com insuficiência renal crônica submetidos a hemodiálise”**, emitiu parecer enquadrando-o na seguinte categoria:

- Aprovado (inclusive TCLE);**
- Com pendências** há modificações ou informações relevantes a serem atendidas em até 60 dias, (enviar as alterações em **duas cópias**);
- Retirado**, (por não ser reapresentado no prazo determinado);
- Não aprovado:** e
- Aprovado (inclusive TCLE - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido)**, e encaminhado para apreciação da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa – MS - CONEP, a qual deverá emitir parecer no prazo de 60 dias. **Informamos, outrossim, que, segundo os termos da Resolução 196/96 do Ministério da Saúde a pesquisa só poderá ser iniciada após o recebimento do parecer de aprovação da CONEP.**

Prof. Dr. Nelson Keiske Ono

Presidente do Comitê de Ética em Pesquisa – ISCMSP