

RENATA SPÓSITO ROXO

Impacto de um protocolo de estimulação elétrica neuromuscular na função pulmonar e capacidade funcional 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

RENATA SPÓSITO ROXO

Impacto de um protocolo de estimulação elétrica neuromuscular na função pulmonar e capacidade funcional 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**.

Orientador: Prof<sup>ª</sup> Dra. Yvoty Alves dos Santos Sens

Co-Orientador: Prof<sup>ª</sup> 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**

Roxo, Renata Spósito

Impacto de um protocolo de estimulação elétrica neuromuscular na função pulmonar e capacidade funcional em pacientes com doença renal crônica submetidos à hemodiálise/ Renata Spósito Roxo. 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

Orientador: Yvoty Alves dos Santos Sens

Co-orientador: Vera Lúcia dos Santos Alves

1. Insuficiência renal crônica 2. Diálise renal 3. Modalidades de fisioterapia 4. Terapia por estimulação elétrica 5. Teste de esforço

BC-FCMSCSP/25-12

## **DEDICATÓRIA**

Ao meu companheiro Wagner, que com seu amor e alegria me deu força para que eu realizasse mais um sonho.

Aos meus amados pais Rosina e Celso, sempre presentes em todas as etapas da minha vida sendo fundamentais em todas elas.

A minha querida irmã Fernanda, que será minha eterna amiga.

A minha amada avó Belinha, que mesmo não estando presente sei que continuará sempre ao meu lado.

A querida amiga Vivian, que mesmo com sua delicadeza mostrou-se uma grande mulher sendo essencial nessa minha conquista.

“Grandes obras não são feitas com força, mas a perseverança”

Samuel Johnson

## **AGRADECIMENTOS**

À Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de Misericórdia 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 e dedicação.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), 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 Irmandade da Santa Casa de Misericórdia de São Paulo, na pessoa da Prof<sup>a</sup>. Dra. Yvoty Alves dos Santos Sens, e a unidade de diálise na pessoa do Dr. Luiz Antônio Miorin, pelas discussões e esclarecimentos.

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

À minha orientadora Prof<sup>a</sup>. Dra. Yvoty Alves dos Santos Sens e a co-orientadora Prof<sup>a</sup>. Dr. Vera Lúcia dos Santos Alves pelo aconselhamento e tutela.

Ao setor de estatística da Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de Misericórdia de São Paulo, nas pessoas das estaticistas Ting Hui Ching e Erika Tiemi Fukunaga.

Ao educador Prof. Edevaldo Alves da Silva, que acreditou e apoiou minha carreira acadêmica.

À meus alunos, que me ensinam e motivam.

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

## ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

1RM	teste de uma repetição máxima
AR	artrite reumatoide
CF	capacidade funcional
CPT	capacidade pulmonar total
CV	capacidade vital
CVF	capacidade vital forçada
DPOC	doença pulmonar obstrutiva crônica
DRC	doença renal crônica
FC	frequência cardíaca
FEF <sub>25/75%</sub>	fluxo expiratório forçado entre 25/75% da capacidade vital forçada
FG	filtração glomerular
f	frequência respiratória
HD	hemodiálise
Hg	hemoglobina
ICC	insuficiência cardíaca congestiva
Kt/V	índice de remoção da ureia
NMES	estimulação elétrica neuromuscular
O <sub>2</sub>	oxigênio
PA	pressão arterial
PAS	pressão arterial sistólica
PAD	pressão arterial diastólica
PE <sub>máx</sub>	pressão expiratória máxima
PFE	pico de fluxo expiratório
PFP	prova de função pulmonar
PI <sub>máx</sub>	pressão inspiratória máxima
SpO <sub>2</sub>	saturação periférica de oxigênio
TC6min	teste da caminhada de 6 minutos
TFG	taxa de filtração glomerular
TRS	terapia renal substitutiva
VEF <sub>1</sub>	volume expiratório forçado no 1ºsegundo

$VEF_1/CVF$

razão entre volume expiratório forçado e capacidade vital forçada

$VO_{2máx}$

consumo máximo de oxigênio

VR

volume residual



## SÚMÁRIO

1- INTRODUÇÃO	01
1.1 Revisão de literatura	04
2- OBJETIVO	15
3- CASUÍSTICA E MÉTODO	17
3.1 Protocolo de estudo	18
3.2 Avaliação respiratória	20
3.2.1 Prova de função pulmonar	20
3.2.2 Mensuração das pressões respiratórias máximas	21
3.2.3 Mensuração do pico de fluxo expiratório	21
3.2.4 Teste da caminhada dos seis minutos	22
3.2.5 Teste de uma repetição máxima	23
3.3 Protocolo de estimulação elétrica neuromuscular	23
3.4 Análise estatística	24
4- RESULTADOS	25
4.1 Perfil da amostra	26
4.2 Comparação dos valores da avaliação e reavaliação dos grupos I e II	28
4.2.1 Prova de função pulmonar	28
4.2.2 Pressões respiratórias máximas e pico de fluxo expiratório	29
4.2.3 Teste de uma repetição máxima	30
4.2.4 Teste da caminhada dos seis minutos	31
4.3 Comparação da evolução entre os grupos I e II	33

4.3.1 Prova de função pulmonar	33
4.3.2 Pressões respiratórias máximas e pico de fluxo expiratório	34
4.3.3 Teste de uma repetição máxima	35
4.3.4 Teste da caminhada dos seis minutos	36
5- DISCUSSÃO	37
6- CONCLUSÃO	47
7- ANEXOS	49
7.1 Termo de consentimento livre e esclarecido	50
7.2 Fluxograma da randomização	53
7.3 Ficha de avaliação	54
7.4 Escala de Borg	58
7.5 Desenho do estudo	59
7.6 Avaliação respiratória no momento da avaliação entre os grupos I e II	60
7.7 Valores médios pré e pós TC6min dos grupos I e II	63
8- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65
FONTES CONSULTADAS	72
RESUMO	73
ABSTRACT	74
LISTAS E APÊNDICE	75

## 1. INTRODUÇÃO

A doença renal crônica (DRC) consiste em lesão e perda progressiva e irreversível da função dos rins. Em sua etapa mais avançada é denominada de fase terminal ou estágio cinco da doença renal crônica. Nesta, os pacientes têm indicação de terapia renal substitutiva (diálise peritoneal, hemodiálise ou transplante renal)<sup>(1)</sup>.

Pacientes submetidos à diálise ainda sofrem de diversos sintomas e sinais que caracterizam a Síndrome Urêmica, que compromete praticamente todos os sistemas orgânicos, entre eles: o pulmonar com pleurites, calcificações, hipóxia associada à hemodiálise; o cardiovascular com hipertensão arterial, insuficiência cardíaca, pericardite e o musculoesquelético com miopatias, hipotrofias musculares e doença óssea<sup>(2,3)</sup>.

É relatado que pacientes em hemodiálise apresentam descondição e baixa tolerância ao exercício, apesar de não totalmente compreendidos, mas relacionados à atrofia muscular, miopatias e má nutrição. Além disso, 75% dos pacientes que realizam por um longo período esse tratamento apresentam alterações espirométricas de caráter restritivo<sup>(4-8)</sup>.

Diante desse quadro diversos estudos foram realizados com o objetivo de estudar os benefícios dos exercícios físicos em pacientes que realizam HD. A maioria relata que os exercícios aeróbicos e de resistência melhoram a força muscular e o desempenho físico<sup>(1-6,8-9)</sup>.

A literatura descreve diversos recursos para obter tal êxito<sup>(1)</sup>, porém, não há estudos que utilizem a estimulação elétrica neuromuscular (NMES) como modalidade de tratamento em pacientes com DRC submetidos à HD.

A NMES é um método de aplicação de níveis seguros de intensidade de corrente elétrica que melhora a força muscular dentre outras funções<sup>(9)</sup>.

Esse recurso já é utilizado em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC), insuficiência cardíaca e artrite reumatóide (AR). Os resultados obtidos são promissores, mostrando melhora da capacidade funcional desses indivíduos, pois, a eletroestimulação é capaz de provocar alterações importantes no perfil metabólico das fibras musculares, convertendo-as do tipo II para o tipo I, o que induz o crescimento capilar sanguíneo e a resistência à fadiga muscular promovendo aumento da força muscular e melhora do quadro cardiorespiratório<sup>(12-17)</sup>.

Pelo fato dos pacientes com DRC que realizam hemodiálise apresentarem um quadro semelhante ao das outras doenças crônicas que afetam diretamente a capacidade funcional, o recurso da estimulação elétrica neuromuscular poderia beneficiá-los. Deste modo, é de extrema importância estudos para conhecer os resultados que esse tratamento pode trazer ao paciente com DRC submetidos à hemodiálise.

## 1.1 REVISÃO DA LITERATURA

Dividimos a revisão de literatura em quatro secções:

- Doença renal crônica;
- Considerações e avaliação da função pulmonar e da capacidade funcional na DRC;
- Considerações sobre o exercício físico no paciente em hemodiálise;
- Estimulação elétrica neuromuscular.

### - Doença renal crônica

Os rins são fundamentais na manutenção da homeostase do corpo humano. Eles regulam funções vitais do organismo como equilíbrio hidroeletrólítico, ácido-básico, participando de funções hormonais e de regulação da pressão arterial<sup>(18-20)</sup>.

A DRC pode ser definida como lesão renal e perda progressiva e irreversível das funções glomerular, tubular e endócrina dos rins com uma taxa de filtração glomerular (TFG)  $< 60\text{mL}/\text{min}/1,73\text{ m}^2$ , por um período igual ou superior a três meses<sup>(18-21)</sup>.

Quando essa doença atinge níveis de TFG  $< 15\text{mL}/\text{min}/1.73\text{m}^2$  é denominada como doença renal crônica na fase terminal ou estágio 5 sendo indicado nesse caso, terapia renal substitutiva (TRS)<sup>(18,22)</sup>.

O que diferencia a DRC das outras insuficiências terminais dos demais órgãos é o fato que, neste caso, há possibilidades de tratamento como a hemodiálise, a diálise peritoneal e o transplante renal, cujo objetivo é aumentar a sobrevida do paciente<sup>(22,23)</sup>.

Atualmente, a doença renal crônica é um problema de saúde pública, em 2004, dados mundiais colocaram o Brasil em terceiro lugar no número de pacientes com DRC em TRS – 68.000 casos. A maior incidência decorre do envelhecimento da população, com o aumento na prevalência de diabetes mellitus e hipertensão arterial sendo as duas principais causas de DRC<sup>(18,24)</sup>.

Segundo a Sociedade Brasileira de Nefrologia, a estimativa do número de pacientes em diálise no Brasil em 2010 foi de 92.091. A taxa de prevalência e incidência de tratamento dialítico estimado neste mesmo ano foi respectivamente de 483 e 100 pacientes por milhão da população<sup>(25)</sup>.

O tratamento de escolha substitutivo da função renal mais utilizado para pacientes com DRC é a hemodiálise (90,7%). Essa intervenção é realizada normalmente três vezes por semana, três a quatro horas por sessão<sup>(1,24,26,27)</sup>.

Apesar dos avanços na HD terem aumentado o tempo de vida do paciente, a submissão obrigatória ao tratamento representa um aspecto importante de impacto na qualidade de vida desses pacientes, sobretudo em relação à redução da capacidade física, com hábitos sedentários e conseqüente aumento da mortalidade<sup>(22,27)</sup>.

## **- Considerações e avaliação da função pulmonar e da capacidade funcional na DRC**

O sistema pulmonar é afetado pela doença renal e pela diálise e evoluem com alterações na função muscular respiratória, mecânica pulmonar e trocas gasosas. A disfunção pulmonar pode ser o resultado direto da circulação das toxinas urêmicas ou indireto, a partir da sobrecarga de volume, anemia, supressão imunológica, calcificações extra-óssea, desnutrição, desordens eletrolíticas e desequilíbrio ácido-base<sup>(22,28,29)</sup>.

Além disso, pacientes portadores de DRC sob tratamento hemodialítico apresentam diminuição da capacidade funcional (CF) devido à causa multifatorial, incluindo problemas cardiovasculares, respiratórios e musculares nos quais as capacidades de captar, transportar e utilizar o oxigênio podem estar prejudicadas, interferindo no desenvolvimento de atividades básicas, além de lazer, trabalho e convívio social, deteriorando a qualidade de vida<sup>(20,22)</sup>.

Os fatores causais relacionados com a diminuição do componente força muscular respiratória, são possivelmente consequência da miopatia urêmica<sup>(20)</sup>. Esta é uma alteração funcional musculoesquelética comum em pacientes em estágio final da doença, especialmente naqueles submetidos à diálise. Suas causas podem estar relacionadas a desordem intrínseca da função muscular provavelmente secundária a uremia<sup>(30)</sup>. Dentre as alterações, estão a hipotrofia muscular principalmente das fibras do tipo II, a alteração do transporte, extração e consumo de oxigênio, a deficiência de vitamina D, ao catabolismo protéico aumentado, à disfunção do metabolismo energético e a processos inflamatórios crônicos<sup>(22)</sup>.



Os sintomas clínicos apresentados pelo paciente são: fraqueza muscular, perda de massa muscular, resistência física limitada, baixa tolerância ao exercício e fadiga, sendo predominantemente a musculatura proximal e os membros inferiores os mais afetados<sup>(20,31)</sup>.

Os músculos diafragma e intercostal externo são responsáveis pelo ato respiratório e podem apresentar diminuição das propriedades de força e potência muscular decorrente da miopatia urêmica interferindo diretamente no trabalho respiratório<sup>(20,32)</sup>.

Para avaliar a força dos músculos respiratórios pode ser realizado o teste das pressões respiratórias máximas que permite a obtenção de índices significativos para a avaliação funcional da musculatura respiratória<sup>(33)</sup>.

Sua aplicabilidade é positiva, pois se trata de um teste relativamente simples, rápido e não invasivo, que consiste em duas medidas: pressão inspiratória máxima ( $PI_{máx}$ ) e pressão expiratória máxima ( $PE_{máx}$ ) sendo, respectivamente, indicativos da força da musculatura inspiratória e expiratória. Essas pressões podem ser medidas por meio do manovacuômetro, instrumento que avalia a força dos músculos respiratórios<sup>(33)</sup>.

Os valores de  $PI_{máx}$  e  $PE_{máx}$  são dependentes não apenas da força dos músculos respiratórios, mas também do volume pulmonar e do valor da pressão de retração elástica correspondente do sistema respiratório<sup>(33,34)</sup>.

Convencionalmente, a  $PI_{máx}$  é medida a partir do volume residual (VR) e a  $PE_{máx}$ , da capacidade pulmonar total (CPT), com o uso de um clipe nasal. A pressão mais alta registrada e mantida por um segundo representa a  $PI_{máx}$  ou  $PE_{máx}$ <sup>(35)</sup>.

Uma  $PI_{máx}$  alta (  $> 80\text{cmH}_2\text{O}$ ) ou uma  $PE_{máx}$  alta (  $> 90\text{cmH}_2\text{O}$ ) excluem fraqueza inspiratória ou expiratória clinicamente importante<sup>(24)</sup>.

Cury *et al*, em 2010, demonstram que a DRC afeta de forma significativa os músculos respiratórios, tanto inspiratórios quanto expiratórios e mesmo após o transplante renal, o paciente não parece recuperar totalmente a força muscular respiratória sugerindo que outros fatores além da uremia, mantêm o déficit muscular nessa população<sup>(20)</sup>.

Segundo Bianchi *et al* (2009) além das alterações mecânicas, a função pulmonar pode estar alterada na DRC por diferentes mecanismos, como: sobrecarga de fluídos (alterando pressões vasculares), infecções respiratórias, acidose, fibrose pulmonar, calcificações e alterações na ventilação/perfusão pulmonar<sup>(32)</sup>.

O edema pulmonar clínico ou subclínico e o derrame pleural são as complicações mais frequentes na fase terminal da DRC. Além dessas, são observadas a presença de fibrose e hipertensão pulmonar<sup>(32)</sup>.

Segundo Alves *et al* (1989) as alterações pulmonares geralmente designados como pulmão urêmico, caracterizam-se por edema peri-hilar bilateral e parecem estar relacionadas com aumento da volemia e com valores séricos muito altos de substâncias osmoticamente ativas que podem regredir com o tratamento dialítico<sup>(36)</sup>.

O déficit ventilatório decorrente dessas alterações, sejam elas mecânicas e/ou hemodinâmicas, compromete a função do sistema pulmonar, contribuindo para a diminuição da capacidade pulmonar<sup>(20,32)</sup>.

O desenvolvimento do distúrbio ventilatório restritivo pode ocorrer em pacientes que realizam hemodiálise por um longo período de tempo e sua presença pode ser devida à: calcificação pulmonar, vasculite, infecção recorrente, sobrecarga

de volume ou derrame pleural. Geralmente a capacidade vital não é acometida, a não ser que a causa seja sobrecarga de fluidos ou doença cardíaca incipiente<sup>(7,22,32)</sup>.

A espirometria é o teste apropriado que permite o diagnóstico e a quantificação dos distúrbios ventilatórios, pois mensura o volume de ar inspirado e expirado e os fluxos respiratórios, sendo útil a análise dos dados derivados da manobra expiratória forçada<sup>(37)</sup>. Nesse exame, é necessário: compreensão e colaboração do paciente, equipamentos exatos, uso de técnicas padronizadas aplicadas por profissionais treinados, e os valores obtidos devem ser comparados a valores previstos adequados para a população avaliada. Sua interpretação deve ser feita com dados clínicos e epidemiológicos<sup>(37)</sup>.

O trabalho de Schardong *et al* (2008) realizado em pacientes com DRC demonstra comprometimento na função pulmonar com valores inferiores na capacidade vital forçada (CVF), no volume expiratório forçado (VEF<sub>1</sub>) e no pico de fluxo expiratório (PFE)<sup>(26)</sup>.

Além disso, Faria *et al* (2008) verificam aumento na capacidade vital (CV) média, indicando que os pacientes apresentam alterações restritivas na função pulmonar e melhoram após o transplante renal<sup>(38)</sup>.

O pico de fluxo expiratório também é utilizado para avaliar distúrbios ventilatórios. Esse parâmetro expiratório esforço-dependente, reflete o calibre das vias aéreas proximais<sup>(39)</sup>.

Em seu estudo Davenport e Willians (1988) demonstram queda no pico de fluxo expiratório durante a primeira meia hora da hemodiálise em pacientes que realizam o tratamento regularmente. A justificativa para tanto é desconhecida, porém, é provável que haja uma bioincompatibilidade da membrana dialisadora,

causando liberação de mediadores inflamatórios, levando a broncoconstrição. Além disso, a miopatia uremica também pode estar relacionada<sup>(40)</sup>.

Sabe-se que pacientes portadores de DRC em programa de hemodiálise apresentam importante comprometimento da capacidade funcional, podendo apresentar redução de até 64% do  $VO_{2máx}$  quando comparados com indivíduos saudáveis, sedentários e da mesma faixa etária<sup>(41)</sup>.

Há vários tipos de testes que podem ser utilizados para avaliar a CF. O teste da caminhada de seis minutos (TC6min) que é amplamente utilizado em pacientes portadores de doença pulmonar obstrutiva crônica, insuficiência cardíaca e fibrose cística. Este teste fornece medidas importantes, sendo um indicador de capacidade funcional que acompanha a evolução do paciente no decorrer da doença e também avalia os benefícios de programas de reabilitação desenvolvidos nestes indivíduos<sup>(20,41,42)</sup>.

O TC6min é um método comprovado em reproduzir o  $VO_{2máx}$  obtido em testes como o de esforço máximo em bicicleta ergométrica ou esteira em pacientes com falência cardíaca, demonstrando correlação entre a distância caminhada e o  $VO_{2máx}$ <sup>(3)</sup>.

Apesar do teste ainda ser pouco empregado na avaliação do paciente com DRC, e essa doença não constar das indicações do TC6min descritas pela American Thoracic Society, os resultados podem ser utilizados de maneira prática pelo fisioterapeuta que atua em unidades de hemodiálise e centros de atendimento a pacientes transplantados renais<sup>(20,43)</sup>.

Em seu estudo Reboredo *et al* (2007) avaliam a correlação da distância obtida no TC6min com o  $VO_{2máx}$  em pacientes com DRC em hemodiálise e concluíram que

o TC6min pode ser utilizado com segurança para avaliação da capacidade funcional<sup>(41)</sup>.

### **- Considerações sobre o exercício físico no paciente em hemodiálise**

A capacidade de exercício nos pacientes em hemodiálise é menor quando comparada com pessoas saudáveis sedentárias da mesma faixa etária. A perda significativa não é apenas física, mas também gera problemas psicossociais e piora da qualidade de vida<sup>(44,45,46)</sup>.

A capacidade cardiorespiratória é drasticamente reduzida. Segundo Konstantinidou *et al* (2002) o consumo de oxigênio máximo ( $VO_{2máx}$ ) dos pacientes em hemodiálise é de 15 a 21 ml/kg/min, metade do consumo de indivíduos saudáveis sedentários que é de 35 a 40 ml/kg/min<sup>(47)</sup>.

Diesel *et al* (1990) demonstram maior correlação entre índices de força muscular e capacidade de exercício, do que entre as variáveis que refletem transporte de oxigênio e tolerância ao exercício<sup>(48)</sup>.

Diversos estudos evidenciam que de fato o treinamento físico em pacientes em hemodiálise pode promover a melhora dos distúrbios morfológicos e funcionais que acometem a DRC, bem como melhora da atividade física, aptidão física e da qualidade de vida<sup>(2-4, 9,45- 47, 49-51)</sup>.

Entretanto, Johansen *et al* (2012) em sua revisão sistemática analisam os efeitos do treinamento físico na progressão da DRC, demonstrando que nenhum dos estudos intervencionistas examinados, avaliaram os efeitos do treinamento físico

sobre as alterações na função renal com rigor e poder suficiente para serem conclusivos<sup>(52)</sup>.

Em consonância com a literatura, Johansen *et al* (2003), relatam que pacientes em hemodiálise geralmente apresentam diminuição do  $VO_{2máx}$ . Demonstram também que o treinamento aeróbico sozinho pode aumentar o  $VO_{2máx}$  mas, tratamento com exercícios de resistência pode gerar uma resposta mais intensa<sup>(53)</sup>.

Os riscos mais comuns da prática de exercícios nos pacientes com DRC são as lesões musculoesqueléticas como resultado do hiperparatireoidismo e da doença óssea, porém, os riscos mais graves são os de origem cardíaca (arritmia, isquemia e morte súbita)<sup>(5)</sup>.

Para minimizar os riscos de lesões musculoesqueléticas pode ser realizado testes de força muscular, dentre eles, o teste de uma repetição máxima (1RM)<sup>(54)</sup>.

O teste de 1RM tem sido amplamente utilizado como padrão de referência para a avaliação da força muscular em diferentes populações. Baseado nos resultados obtidos é possível analisar o comportamento da força muscular em diferentes grupamentos musculares, avaliar a efetividade ou não de programas regulares de atividades físicas para o aumento da força muscular ou, ainda, prescrever a intensidade a ser aplicada em exercícios com pesos<sup>(55)</sup>.

As principais vantagens da utilização de testes de 1RM estão relacionadas à facilidade para interpretação das informações produzidas, ao baixo custo operacional e à possibilidade de aplicação em populações com níveis de treinamento bastante diferenciados<sup>(55)</sup>.

## - Estimulação Elétrica Neuromuscular

A estimulação elétrica neuromuscular (NMES) é um método de aplicação de níveis seguros de corrente elétrica através de eletrodos colocados na pele sobre os músculos a serem tratados, com o objetivo fisiológico de excitar nervos motores periféricos levando a contração muscular<sup>(11, 56,57)</sup>.

O NMES é usado em larga escala para retardar a atrofia muscular associada ao desuso tanto do músculo saudável quanto o que apresenta alterações morfológicas e/ou funcionais com a mesma eficácia da contração voluntária<sup>(14)</sup>.

A contração muscular proporcionada pelo NMES resulta em maior consumo de oxigênio e lactato sanguíneo em comparação com contrações voluntárias na mesma intensidade<sup>(58)</sup>.

De fato, está comprovado, que o recrutamento de unidades motoras durante a contração estimulada é diferente da contração voluntária, de modo que as fibras de contração rápida (tipo II) podem ser ativadas em níveis de força relativamente baixa<sup>(58,59)</sup>.

Quando o NMES é empregado para fins de treinamento de força muscular escolhe-se principalmente o tipo de contração isométrica<sup>(60)</sup>.

O aumento da atividade do músculo esquelético devido ao treinamento de resistência por NMES induz o crescimento dos capilares sanguíneos. Os possíveis fatores responsáveis por este crescimento podem ser metabólicos, os quais se relacionam com a hipóxia, situação na qual ocorre grande aumento na potência aeróbica devido ao aumento da atividade das enzimas oxidativas e das

mitocôndrias. Mas estes fatores também podem ser mecânicos, quando estão relacionados com o aumento no fluxo sanguíneo durante a atividade muscular<sup>(17)</sup>.

Atualmente, o NMES é considerado como uma nova modalidade de treinamento para diferentes doenças sendo, a DPOC e a insuficiência cardíaca congestiva (ICC) as mais encontradas na literatura<sup>(11-17, 57, 61)</sup>.

Os pacientes com DPOC ou ICC, apresentam sintomas que também são relatados por pacientes com DRC em hemodiálise entre eles a dispneia, a fadiga e a intolerância ao exercício, que resultam em perda da capacidade funcional<sup>(2-4,9,45-47,49,57)</sup>.

Em sua revisão sistemática, Sillen *et al* (2009) relatam que o método da estimulação elétrica neuromuscular em pacientes com DPOC e ICC alcançou resultados estatisticamente positivos no ganho de força muscular, melhora da capacidade de exercício e melhora do estado de saúde<sup>(57)</sup>.

Não há na literatura consultada nenhum relato sobre a aplicação do NMES em pacientes com DRC em hemodiálise e que avaliam seu impacto na função pulmonar e capacidade funcional. Com isso, é importante a realização de estudos na área para verificar se os benefícios relatados também serão encontrados nessa população.



**2. OBJETIVO**

Avaliar os efeitos da estimulação elétrica neuromuscular na função pulmonar e na capacidade funcional de pacientes com doença renal crônica submetidos à hemodiálise.

### **3. CASUÍSTICA E MÉTODO**

Este trabalho é um ensaio clínico randomizado por sorteio, em pacientes com diagnóstico de doença renal crônica e submetidos à hemodiálise, de ambos os sexos, com idade maior ou igual a 18 anos, acompanhados na Unidade de Diálise da Irmandade da Santa Casa de Misericórdia de São Paulo, no período de abril/2010 a março/2011, tendo sido aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da mesma Instituição sob nº 146/09 (Listas e Apêndice).

Critérios de inclusão: pacientes com idade igual ou superior a 18 anos, realizando hemodiálise a mais de seis meses, estáveis hemodinamicamente, e que concordaram em participar da pesquisa assinando o 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, erupções cutâneas, implantes metálicos, tumor, infecção, diabetes mellitus ou hipoestesia na região que seria aplicado a estimulação elétrica neuromuscular, aqueles que praticassem atividade física orientada três vezes por semana e aqueles que apresentassem alterações cognitivas ou físicas que impossibilitassem a realização da mensuração dos testes propostos na avaliação.

### **3.1 Protocolo de estudo**

Foram avaliados 87 pacientes com doença renal crônica em hemodiálise destes, 42 pacientes foram elegíveis e randomizados em dois grupos: grupo I (controle) e grupo II (tratamento).

A randomização ocorreu por meio de envelopes selados contendo vinte e um números para o controle e vinte e um para o grupo tratamento. Antes do início do

estudo, havia sido feito o cálculo amostral mostrando a necessidade da inclusão de 20 pacientes para cada grupo. Durante a aplicação do protocolo, tivemos duas perdas sendo que uma ocorreu no grupo controle, em que um paciente se retirou da pesquisa no momento da reavaliação, e um paciente do grupo tratamento foi submetido à cirurgia eletiva de hérnia abdominal, o que preenchia o critério de exclusão (Fluxograma da randomização) (Anexo 7.2).

Em relação à hemodiálise, todos os pacientes a realizavam por quatro horas, três vezes por semana, utilizando membrana de polisulfona (Fresenius®) e solução de bicarbonato padrão (sódio: 138,0mEq/L; potássio: 2,0mEq/L; cálcio: 2,5mEq/L; magnésio: 1,0mEq/L; cloreto: 108,5mEq/L; acetato: 3,0mEq/L; bicarbonato: 32,0mEq/L).

Todas as avaliações e reavaliações ocorreram antes do início da sessão de hemodiálise, nunca sendo realizada na primeira sessão semanal para que não houvesse mais de dois dias interdialíticos. As reavaliações ocorreram subsequente ao período de dois meses, em que o grupo II (tratamento) realizou o protocolo de estimulação elétrica neuromuscular<sup>(57)</sup>.

Considerando a perda dos dois pacientes, os grupos se definiram da seguinte maneira:

- Grupo I (controle), com 20 pacientes que não realizaram o protocolo de NMES;

- Grupo II (tratamento), com 20 pacientes que foram submetidos ao protocolo de NMES.

A avaliação e a reavaliação seguiram ficha padrão, havendo a coleta de dados demográficos como: idade, altura e peso, e o tempo que estes pacientes estavam em tratamento hemodialítico. Nesta ficha também foram registrados os

valores dos exames laboratoriais (Kt/V, creatinina e uréia séricas, albumina sérica e hemoglobina) e da avaliação respiratória (Anexo 7.3).

## **3.2 Avaliação respiratória**

### **3.2.1 Prova de função pulmonar**

Aplicou-se a prova de função pulmonar a todos os pacientes, por meio do aparelho Koko *Spirometer, espirômetro Koko da PDS Instrumentation*, calibrado antes de cada avaliação, preditos pela idade, altura e sexo de acordo com a equação de Pereira *et al*<sup>(62)</sup>, com os pacientes na posição sentada.

Na prova de função pulmonar foram avaliados:

- Capacidade vital forçada (CVF), que representa o máximo volume 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.

### 3.2.2 Mensuração das pressões respiratórias máximas

Todos os pacientes foram avaliados por meio do uso do manovacúmetro (Comercial Médica<sup>®</sup>) com variação de quatro em quatro cmH<sub>2</sub>O para mensuração da pressão inspiratória máxima (PI<sub>máx</sub>) e pressão expiratória máxima (PE<sub>máx</sub>). Seguindo orientação do consenso de testes de músculos respiratórios<sup>(63)</sup>, 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 manovacúmetro apertando o bocal firmemente contra os lábios, prevenindo vazamento de ar, realizando uma inspiração máxima a partir do volume residual, para a mensuração da PI<sub>máx</sub>, e uma expiração máxima a partir da capacidade pulmonar total para determinação da PE<sub>máx</sub><sup>(18)</sup>.

Foram executadas três medidas da PI<sub>máx</sub> e PE<sub>máx</sub> com repouso de 30 a 60 segundos entre elas, utilizando-se o maior valor obtido, com a supervisão e orientação de um mesmo fisioterapeuta.

### 3.2.3 Mensuração do pico de fluxo expiratório

Os pacientes foram submetidos ao teste de aferição do pico de fluxo expiratório, pelo aparelho *Peak Flow Meter* (Asses<sup>®</sup>), acompanhado por um mesmo fisioterapeuta. Foi solicitado ao paciente manter a posição ortostática, com uso do clipe nasal e após uma inspiração máxima e uma pausa inspiratória de no máximo dois segundos, fizesse uma expiração forçada através do bucal do aparelho<sup>(64)</sup>. Após treinamento supervisionado foram feitas três aferições, com intervalos de 30

segundos, sendo considerado o maior valor encontrado, com as três medidas não apresentando variação superior a 40 litros/minuto (l/min) entre si.

### 3.2.4 Teste de 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)<sup>(43)</sup>. No início do percurso foram monitoradas, frequência cardíaca (FC) e frequência respiratória (f), observadas durante um minuto com o auxílio de um cronômetro (*Nautica*). Mensuração da pressão arterial (PA) aferida com esfigmomanômetro (Tycos<sup>®</sup>), saturação periférica de oxigênio (SpO<sub>2</sub>) observada com o oxímetro (Nonin<sup>®</sup>) e escala de Borg<sup>(61)</sup>, que é uma escala de percepção de esforço utilizada para avaliação subjetiva da dispneia (Anexo 7.4).

Ao término do teste as distâncias percorridas foram registradas, repetindo-se a monitoração cardíaca, respiratória, oximetria de pulso e a escala de Borg. O exame foi realizado sob orientação e controle do mesmo fisioterapeuta, que não acompanhou o paciente durante a caminhada.

Para maior fidedignidade do teste foram realizados dois testes, com intervalo de uma hora, utilizando-se o maior resultado alcançado<sup>(65)</sup>.



### **3.2.5 Teste de uma repetição máxima**

A força muscular dos músculos extensores da articulação do joelho (quadríceps femoral) foi avaliada pelo teste de carga máxima de uma repetição (1RM)<sup>(66)</sup>, com o paciente sentado realizando movimento de extensão da articulação do joelho com pesos (tornozeleiras) nas articulações dos tornozelos mantendo a contração máxima do quadríceps em uma única repetição completa.

Para o teste, utilizou-se o sistema de ensaio, com um peso inicial estipulado empiricamente o mais próximo possível, porém abaixo do suposto peso máximo equivalente à força dinâmica do paciente.

Se o paciente completou pelo menos uma repetição, considerou-se êxito na tentativa e, após alguns minutos de intervalo, adicionou-se mais peso e solicitou-se ao paciente nova tentativa. A graduação do peso era de 0,5Kg.

Seguiu-se esse procedimento até que o paciente não apresentasse movimentos compensatórios na coluna lombar ou no quadril. Quando havia essa compensação, era considerado o peso erguido na última repetição realizada com sucesso correspondendo ao resultado do teste de 1RM.

### **3.3 Protocolo de estimulação elétrica neuromuscular**

Os pacientes do grupo II foram submetidos à estimulação elétrica neuromuscular (Neurodyn II - Ibramed) no músculo quadríceps femoral bilateralmente durante a hemodiálise por 24 sessões (dois meses).

O protocolo foi realizado três vezes por semana com duração de 30 minutos. Os parâmetros utilizados foram baseados na revisão sistemática realizada por Sillen

*et al* (2009) sendo: largura de pulso de 350 microssegundos, frequência de 50Hz, tempo de sustentação de dois segundos e repouso de dez segundos. A intensidade da corrente elétrica era determinada pela tolerância do paciente<sup>(57)</sup> (Anexo 7.5).

A sessão era interrompida caso o paciente apresentasse alterações hemodinâmicas que influenciasse no seu bem estar. Não havendo nenhum caso ao final do estudo.

### **3.4 Análise Estatística**

Para a análise estatística do conjunto de dados, foi utilizado o programa *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS), versão 13.0, com a aplicação do ANOVA para variáveis paramétricas e para os dados não paramétricos optou-se pelo teste de *Mann-Whitney*. O teste *t* pareado foi utilizado para comparar as variáveis no mesmo grupo, enquanto o teste *t* Student foi escolhido para comparar os dados entre os grupos. Para a variável qualitativa, foi utilizado o teste *Chi-Square*. O nível de significância adotado foi de 5% ( $p < 0,05$ ).



Foram avaliados 40 pacientes randomizados em dois grupos: grupo I (controle) e grupo II (tratamento), composto por 20 pacientes cada.

#### **4.1 Perfil da amostra**

O perfil inicial dos pacientes (n = 40), não mostrou diferença significativa entre os grupos em relação ao gênero, em que o grupo I apresentou 47,8% para o sexo feminino e 52,9% para o masculino. Já o grupo II apresentou 52,2% para o sexo feminino e 47,1% para o masculino sem diferença significativa.

A etiologia da DRC para o grupo I (controle) apresentou em 11 indivíduos glomerulonefrite crônica, em sete nefrosclerose hipertensiva, e em dois doença renal cística. Para o grupo II (tratamento), houve em 12 pacientes glomerulonefrite crônica, em sete nefrosclerose hipertensiva e um consequente a processo tumoral.

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

Em relação aos exames laboratoriais, Kt/V, albumina sérica e uréia não apresentaram diferença estatística significativa entre os grupos tanto no momento da avaliação quanto da reavaliação. A creatinina sérica apresentou no momento da reavaliação a média do grupo II (tratamento) superior ao grupo I (controle). Já os valores de hemoglobina foram diferentes estatisticamente tanto no momento da avaliação quanto da reavaliação, demonstrando que o grupo I (controle) tinha valores maiores do que o grupo II (tratamento) (Tab.2).

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

Variáveis	Grupos	Média ±DP	Mínimo	Máximo	<i>p</i>
Idade (anos)	I	54,65±19,93	19,00	83,00	0,15
	II	46,40±15,43	26,00	69,00	
Altura(m)	I	1,62±0,70	1,53	1,75	0,55
	II	1,61±0,11	1,49	1,88	
Peso (Kg)	I	60,83±10,48	48,00	99,00	0,76
	II	59,75±12,33	42,00	95,00	
Tempo HD (meses)	I	46,15±41,40	9,00	132,00	0,11
	II	68,80±46,90	9,00	180,00	

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

TABELA 2. Comparação entre o grupo I (controle) e grupo II (tratamento) dos

Variáveis	Avaliação			Reavaliação	
	Grupos	Média ±DP	<i>p</i>	Média ±DP	<i>p</i>
Kt/V	I	1,38±0,21	0,56	1,48±0,16	0,15
	II	1,40±0,17		1,40±0,15	
Creatinina (mg/dL)	I	9,95±1,79	0,08	9,95±1,97	<b>0,01</b>
	II	11,28±2,88		12,24±3,35	
Albumina (g/dL)	I	3,58±0,40	0,65	3,67±0,41	0,36
	II	3,53±0,37		3,78±0,30	
Hg (g/dL)	I	11,86±1,59	<b>0,01</b>	11,60±1,47	<b>0,01</b>
	II	10,53±1,62		10,49 ±1,17	
Uréia(mg/dL)	I	137,80±27,28	0,16	132,78±29,56	0,18
	II	151,18±31,57		146,66±35,80	

exames laboratoriais no momento da avaliação e reavaliação.

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

No momento da avaliação, as variáveis dos testes da prova de função pulmonar, mensuração das pressões respiratórias máximas, pico de fluxo expiratório e teste de uma repetição máxima não apresentaram diferença estatisticamente significativa entre os grupos I e II. Já, no teste da caminhada dos seis minutos, o grupo II apresentou média inferior para PAS (mmHg) ( $p = 0,04$ ) e média superior para SpO<sub>2</sub> (%) ( $p < 0,001$ ) em relação ao grupo I (Anexo 7.6).

## **4.2 Comparação dos valores da avaliação e reavaliação dos grupos I e II**

A variável peso corporal foi mensurada novamente na reavaliação devido a necessidade do conhecimento desta medida para a realizarmos da PFP. O grupo I não apresentou diferença estatisticamente significativa ( $p = 0,22$ ) em comparação ao momento inicial e final com média de 60,83Kg e 61,48Kg, respectivamente.

Já o grupo II apresentou diferença significativa ( $p = 0,04$ ) em comparação ao momento inicial e final com média de 59,75Kg e 60,40Kg, respectivamente, demonstrando ganho médio de peso na reavaliação.

### **4.2.1 Prova de função pulmonar**

Na tabela 3 observa-se que o grupo I apresentou diferença estatisticamente significativa para a variável VEF<sub>1</sub>, com diminuição da média na reavaliação enquanto, o grupo II não apresentou diferença estatisticamente significativa para todas as variáveis.

TABELA 3. Comparação dos valores da prova de função pulmonar entre o momento da avaliação e reavaliação do grupo I (controle) e grupo II (tratamento).

Variáveis	Fases	Grupo I (controle)		Grupo II (tratamento)	
		Média±DP	<i>p</i>	Média±DP	<i>p</i>
CVF(L)	Avaliação	2,61±0,83	0,41	2,54±0,75	0,28
	Reavaliação	2,56±0,77		2,60±0,76	
VEF <sub>1</sub> (L)	Avaliação	1,95±0,52	<b>0,04</b>	1,96±0,59	0,17
	Reavaliação	1,82±0,47		2,04±0,54	
VEF <sub>1</sub> /CVF(L/seg)	Avaliação	0,76±0,10	0,08	0,77±0,12	0,51
	Reavaliação	0,72±0,11		0,79±0,08	
FEF <sub>25/75%</sub> (L/seg)	Avaliação	1,67±0,59	0,93	2,03±0,92	0,20
	Reavaliação	1,67±0,63		1,78±0,77	
PFE(L/seg)	Avaliação	3,43±1,00	0,84	4,08±1,52	0,32
	Reavaliação	3,46±0,87		3,91±1,67	

Fonte: Unidade de Diálise - Irmandade da Santa Casa de Misericórdia de São Paulo  
 CVF – capacidade vital forçada; VEF<sub>1</sub> – volume expiratório forçado no primeiro segundo; VEF<sub>1</sub>/CVF – razão entre volume expiratório forçado no primeiro segundo e capacidade vital forçada; FEF<sub>25/75%</sub> - fluxo expiratório forçado entre 25/75% da capacidade vital forçada; PFE – pico de fluxo expiratório.

#### 4.2.2 Pressões respiratórias máximas e pico de fluxo expiratório

Na análise da  $PI_{máx}$ ,  $PE_{máx}$  e Pico de fluxo expiratório, o grupo I não mostrou diferença significativa para todas as variáveis. Observa-se, no entanto, que o grupo II apresentou diferença significativa para as variáveis  $PI_{máx}$  e  $PE_{máx}$  com aumento das médias na reavaliação (Tab.4).

TABELA 4. Comparação dos valores da  $PI_{m\acute{a}x}$ ,  $PE_{m\acute{a}x}$  e Pico de fluxo expiratório entre o momento da avaliação e reavaliação do grupo I (controle) e grupo II (tratamento).

Variáveis	Fases	Grupo I (controle)		Grupo II (tratamento)	
		Média±DP	$p$	Média±DP	$p$
$PI_{m\acute{a}x}$ (cmH <sub>2</sub> O)	Avaliação	57,00±19,84	0,41	49,80±12,94	<b>0,01</b>
	Reavaliação	53,80±21,26		58,90±18,39	
$PE_{m\acute{a}x}$ (cmH <sub>2</sub> O)	Avaliação	64,20±17,24	0,11	68,80±17,87	<b>&lt;0,001</b>
	Reavaliação	69,80±23,52		83,00±12,57	
Pico de fluxo expiratório(L/min)	Avaliação	304,00±84,25	0,15	299,00±69,50	0,72
	Reavaliação	293,00±70,79		296,00±82,10	

Fonte: Unidade de Diálise - Irmandade da Santa Casa de Misericórdia de São Paulo  
 $PI_{m\acute{a}x}$  – pressão inspiratória máxima;  $PE_{m\acute{a}x}$  – pressão expiratória máxima.

#### 4.2.3 Teste de uma repetição máxima

Em relação ao teste de 1RM, foi observado que houve diferença significativa quando comparada a fase de avaliação e reavaliação para o grupo I (controle) mostrando diminuição da média de peso na reavaliação. Já o grupo II (tratamento) apresentou diferença significativa com aumento da média na reavaliação (Tab.5).

TABELA 5. Comparação dos valores do teste de 1RM entre o momento da avaliação e reavaliação do grupo I (controle) e grupo II (tratamento).

Variáveis	Fases	Grupo I (controle)		Grupo II (tratamento)	
		Média±DP	$p$	Média±DP	$p$
1RM(Kg)	Avaliação	2,00±0,74	<b>&lt;0,001</b>	1,65±0,84	<b>&lt;0,001</b>
	Reavaliação	1,70±0,76		3,03±1,25	

Fonte: Unidade de Diálise - Irmandade da Santa Casa de Misericórdia de São Paulo  
 1RM – teste de uma repetição máxima.



#### 4.2.4 Teste da caminhada dos seis minutos

Considerando que o teste da caminhada possuía uma medida pré e outra pós, para as variáveis (PAS, PAD, FC, f, SpO<sub>2</sub> e Borg) foi criada uma média entre as diferenças do pré e pós-teste de todas as variáveis gerando uma fórmula (valor pós – valor pré).

As médias pré e pós-teste e a diferença entre elas, mostrando a evolução dos grupos no momento da avaliação e reavaliação encontra-se em anexo (Anexo 7.7).

A tabela 6 mostra a evolução da diferença das médias do grupo I (controle) e II (tratamento) e a distância percorrida. Observa-se que o grupo I apresentou diferença significativa para a variável PAS com aumento da média na reavaliação e tendência de aumento para FC e f. No grupo II, observou-se diferença significativa para as variáveis SpO<sub>2</sub> e distância percorrida com aumento das médias e tendência de redução para a f na reavaliação.

TABELA 6. Comparação da diferença do (pós – pré) teste da caminhada dos seis minutos entre a avaliação e reavaliação do grupo I (controle) e grupo II (tratamento).

Variáveis	Fases	Grupo I (controle)		Grupo II (tratamento)	
		Média±DP	<i>p</i>	Média±DP	<i>p</i>
PAS (mmHg)	Avaliação	5,50±8,25	<b>0,02</b>	8,20±10,33	0,15
	Reavaliação	12,00±9,51		4,30±7,52	
PAD (mmHg)	Avaliação	3,00±7,32	0,17	1,80±8,55	0,19
	Reavaliação	5,50±7,59		4,10±7,77	
FC (bpm)	Avaliação	27,40±9,66	0,05	14,20±12,89	0,73
	Reavaliação	34,30±8,48		15,30±10,81	
f (ipm)	Avaliação	7,40±3,69	0,05	6,90±4,38	0,05
	Reavaliação	9,30±4,21		3,85±5,47	
SpO <sub>2</sub> (%)	Avaliação	-0,70±0,97	0,09	-0,50±1,10	<b>0,02</b>
	Reavaliação	-0,35±0,93		0,70±1,68	
Borg	Avaliação	3,50±2,89	0,06	3,75±2,63	0,46
	Reavaliação	4,90±2,40		4,35±2,81	
Distância percorrida (m)	Avaliação	330,00±68,77	0,71	350,40±97,53	<b>0,02</b>
	Reavaliação	327,20±53,93		373,20±112,94	

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; SpO<sub>2</sub> – saturação periférica de oxigênio; Borg – escala de percepção de esforço.

### 4.3 Comparação da evolução entre os grupos I e II

#### 4.3.1. Prova de função pulmonar

A tabela 7 compara entre os grupos I (controle) e II (tratamento) os valores da PFP (valor pós – valor pré) entre o momento avaliação e reavaliação, demonstrando que houve diferença significativa para VEF<sub>1</sub> com média superior do grupo II em relação ao grupo I.

TABELA 7 Comparação da diferença dos valores (reavaliação – avaliação) da prova de função pulmonar entre os grupos I (controle) e II (tratamento).

Variáveis	Grupos	Média±DP	Mínimo	Máximo	<i>p</i>
CVF(l)	I	-0,05±0,27	-0,62	0,54	0,18
	II	0,06±0,24	-0,69	0,56	
VEF <sub>1</sub> (l)	I	-0,12±0,26	-0,77	0,14	<b>0,01</b>
	II	0,07±0,23	-0,48	0,76	
VEF <sub>1</sub> /CVF(l/seg)	I	-0,03±0,09	-0,21	0,11	0,10
	II	0,01±0,11	-0,18	0,45	
FEF <sub>25/75%</sub> (l/seg)	I	-0,00±0,20	-0,35	0,43	0,21
	II	-0,25±0,85	-2,50	1,63	
PFE(l/seg)	I	0,02±0,54	-0,97	1,44	0,35
	II	-0,17±0,75	-3,15	0,75	

Fonte: Unidade de Diálise - Irmandade da Santa Casa de Misericórdia de São Paulo  
 CVF – capacidade vital forçada; VEF<sub>1</sub> – volume expiratório forçado no primeiro segundo; VEF<sub>1</sub>/CVF – razão entre volume expiratório forçado no primeiro segundo e capacidade vital forçada; FEF<sub>25/75%</sub> - fluxo expiratório forçado entre 25/75% da capacidade vital forçada; PFE – pico de fluxo expiratório.

### 4.3.2. Pressões respiratórias máximas e pico de fluxo expiratório

A evolução dos grupos na mensuração das pressões respiratórias máximas e pico de fluxo expiratório apresentaram diferença significativa para  $PI_{máx}$  e  $PE_{máx}$  sendo que para ambas, o grupo II apresentou médias superiores em relação ao grupo I (Tab.8).

TABELA 8 Comparação da diferença dos valores (reavaliação – avaliação) das pressões respiratórias máximas e pico de fluxo entre os grupos I (controle) e II (tratamento).

Variáveis	Grupos	Média±DP	Mínimo	Máximo	$p$
$PI_{máx}(cmH_2O)$	I	-3,20±17,19	-48,00	28,00	<b>0,02</b>
	II	9,10±15,04	-24,00	36,00	
$PE_{máx}(cmH_2O)$	I	5,60±15,10	-8,00	48,00	<b>&lt;0,001</b>
	II	14,20±12,61	0,00	36,00	
Pico de fluxo expiratório(l/min)	I	-11,00±33,07	-100,00	40,00	0,48
	II	-3,00±37,85	-100,00	60,00	

Fonte: Unidade de Diálise - Irmandade da Santa Casa de Misericórdia de São Paulo  
 $PI_{máx}$  – pressão inspiratória máxima;  $PE_{máx}$  – pressão expiratória máxima.

### 4.3.3. Teste de uma repetição máxima

Quanto ao teste de 1RM, a comparação da evolução entre os grupos evidenciou diferença significativa em que a diferença das médias (reavaliação – avaliação) do grupo II (tratamento) foi superior ao grupo I (controle) (Tab.9).

TABELA 9 Comparação da diferença dos valores (reavaliação – avaliação) do teste de 1RM entre os grupos I (controle) e II (tratamento).

Variável	Grupos	Média±DP	Mínimo	Máximo	<i>p</i>
1RM(Kg)	I	-0,30±0,41	-1,50	0,00	<b>&lt;0,001</b>
	II	1,37±1,09	0,00	3,50	

Fonte: Unidade de Diálise - Irmandade da Santa Casa de Misericórdia de São Paulo  
1RM – teste de uma repetição máxima.

#### 4.3.4 Teste da caminhada dos seis minutos

Na análise da evolução (reavaliação – avaliação) entre os grupos para o teste da caminhada dos seis minutos, observou-se a diminuição da PAS e f e aumento da distância percorrida para o grupo II (tratamento) em relação ao grupo I (controle) (Tab.10).

TABELA 10 Comparação da diferença dos valores (reavaliação – avaliação) do teste da caminhada dos seis minutos entre os grupos I (controle) e II (tratamento).

Variáveis	Grupos	Média±DP	Mínimo	Máximo	<i>p</i>
PAS (mmHg)	I	6,50±12,25	-20,00	30,00	<b>&lt;0,001</b>
	II	-3,90±11,67	-20,00	20,00	
PAD (mmHg)	I	2,50±7,86	-10,00	20,00	0,93
	II	2,30±7,71	-20,00	10,00	
FC (bpm)	I	6,90±14,80	-14,00	51,00	0,21
	II	1,10±14,57	-32,00	48,00	
f(ipm)	I	1,90±4,22	-4,00	10,00	<b>&lt;0,001</b>
	II	-3,05±6,58	-18,00	12,00	
SpO <sub>2</sub> (%)	I	0,35±0,87	-1,00	2,00	0,27
	II	1,20±2,11	-2,00	6,00	
Borg	I	1,40±3,25	-4,00	11,00	0,47
	II	0,60±3,61	-4,00	10,00	
Distância percorrida (m)	I	-2,80±33,19	-80,00	81,00	<b>0,03</b>
	II	22,80±40,74	-65,00	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; SpO<sub>2</sub> – saturação periférica de oxigênio; Borg – escala de percepção de esforço



A DRC é um grande problema de saúde pública, pelo seu alto índice de morbimortalidade, e por provocar alterações físicas associadas ao tratamento hemodialítico, impactando diretamente nas atividades diárias. É de conhecimento que o tratamento dialítico tem como objetivo aumentar a sobrevida do paciente, porém, almejando também a reabilitação<sup>(19,23)</sup>.

Nosso estudo inédito veio de encontro com essa preocupação, demonstrando o impacto positivo de um protocolo de exercício realizado durante a HD, mostrando que a NMES pode beneficiar os pacientes com DRC. Corrêa *et al* (2009) destacam que são indicados a esses pacientes exercícios realizados durante a HD quando bem orientados<sup>(50)</sup>.

Em relação ao perfil dos pacientes estudados encontramos para idade, altura, peso e tempo de HD, valores médios semelhantes aos de outros estudos com essa população<sup>(1,3, 20, 22, 50,66)</sup>. Para a variável peso, o grupo II (tratamento) apresentou ganho de peso na reavaliação e apesar disso alcançou valores superiores ao grupo I (controle) na PFP.

Kovelis *et al* (2008) relatam que é comum pacientes com DRC submetidos à HD apresentarem variações de peso devido à sobrecarga de líquido corporal no período interdialítico uma vez que, o maior ganho de peso neste período está relacionado com a piora da função pulmonar que pode ser revertida quase completamente com a HD<sup>(7)</sup>.

Não houve diferença entre os grupos em relação ao tempo de hemodiálise, mas ambos estavam sob tratamento hemodialítico em média há mais de três anos. Esse achado foi relevante, pois segundo Herrero *et al* (2002), pacientes que realizam HD por um longo período de tempo apresentam alterações na função pulmonar<sup>(8)</sup>.



Outro dado relevante deste estudo foi a concentração de hemoglobina no sangue periférico, em que o grupo tratamento encontrava-se com níveis inferiores daqueles recomendados pela literatura; e apesar disso o grupo II alcançou valores superiores ao grupo I. Por definição níveis abaixo de 11g/dL estão relacionados com maior prevalência de alterações cardiovasculares, piora da qualidade de vida e aumento das taxas de hospitalização e mortalidade<sup>(67)</sup>.

Johansen *et al* (2012) descrevem em sua revisão sistemática, que a diminuição do desempenho físico não está relacionada com a anemia que esse pacientes apresentam mas, com a piora do consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2máx}$ ) e diminuição da força muscular<sup>(52)</sup>.

Os pacientes do grupo I e do grupo II realizavam hemodiálise no mesmo ambiente, e considerando que o ato de cuidar gera fatores positivos nestes indivíduos, tivemos o cuidado de não ter na mesma sala de diálise e no mesmo período pacientes que estavam no grupo controle e tratamento, para que não houvesse a sugestão no grupo I que o grupo II estaria sendo melhor tratado, uma vez que este fato poderia influenciar no momento da reavaliação.

Na análise da prova de função pulmonar, quando comparada a evolução dos grupos I e II separadamente, apenas a variável  $VEF_1$  do grupo I, apresentou diferença significativa entre a avaliação e reavaliação sendo a média da reavaliação menor do que a avaliação.

Bianchi *et al* (2009) consideram que nos pacientes em tratamento hemodialítico os índices de CVF e  $VEF_1$  mais baixos ocorrem por uma possível repetição de episódios de edema subclínicos causado pela sobrecarga de fluidos, induzindo redução na capacidade de difusão, no intervalo de cada sessão de HD, levando à fibrose intersticial<sup>(32)</sup>.

O protocolo de estimulação elétrica neuromuscular, aplicado ao grupo II, não apresentou diferença significativa para as variáveis CVF, VEF<sub>1</sub>, VEF<sub>1</sub>/CVF, FEF<sub>25/75%</sub> e PFE quando verificada a evolução entre a avaliação e a reavaliação.

Porém, o grupo II teve comportamento superior em relação ao grupo I para a variável VEF<sub>1</sub>, sugerindo que a melhora da força muscular respiratória seria indiretamente causada pela NMES com impacto positivo na VEF<sub>1</sub>, apesar do maior ganho de peso e menores valores de hemoglobina deste grupo.

A força dos músculos respiratórios, é representada pela pressão inspiratória máxima (PI<sub>máx</sub>) e pela pressão expiratória máxima (PE<sub>máx</sub>). Os estudos que envolvem essa mensuração em paciente com DRC submetidos à HD têm como principal objetivo analisar o grau de comprometimento da força muscular respiratória<sup>(3, 7, 20, 22)</sup>.

Este trabalho, entretanto, observou o impacto de um protocolo de NMES na força muscular inspiratória e expiratória mostrando que em relação ao grupo I, tanto a PI<sub>máx</sub> quanto a PE<sub>máx</sub> não apresentaram diferença significativa na comparação entre a avaliação e a reavaliação mas, mostraram um comportamento de diminuição da força muscular respiratória, embora o período de observação tenha sido reduzido.

Weiner *et al* (1997) em seu estudo demonstram que pacientes com doença renal crônica realizando HD regularmente apresentam, diminuição da força dos músculos inspiratórios<sup>(34)</sup>. Já Rocha *et al* (2010), em seu trabalho avaliam a influência imediata da HD na força dos músculos respiratórios mensurando PI<sub>máx</sub> e PE<sub>máx</sub> no momento pré-hemodiálise e pós-hemodiálise, demonstrando que em ambos os momentos, os valores alcançados para ambas as pressões foram abaixo dos valores preditos, concluindo que, os pacientes apresentam evidente

comprometimento na função muscular respiratória e apenas uma sessão de HD é insuficiente para melhorar de forma significativa suas pressões respiratórias<sup>(24)</sup>.

Não é conhecida qual a principal causa para esta perda de força muscular respiratória, mas, há os que consideram que a patogenia dessa condição é similar à que ocorre na musculatura periférica, ou seja, os mecanismos causais da miopatia urêmica<sup>(3,7,20, 22, 24)</sup>.

No grupo II, as variáveis se comportaram de forma diferente na comparação entre a avaliação e a reavaliação, apresentando diferença significativa tanto para  $PI_{máx}$  quanto para  $PE_{máx}$ , com valores médios superiores na reavaliação, sugerindo possível efeito da NMES.

Em seu estudo, Jatobá *et al* (2008) verificam correlação significativa entre distância percorrida no TC6min e a  $PI_{máx}$ , demonstrando que o desempenho no teste da caminhada é proporcional à capacidade muscular inspiratória<sup>(22)</sup>.

Supomos que isso ocorreu no presente estudo uma vez que, o grupo II evoluiu com aumento tanto na  $PI_{máx}$  quanto na distância percorrida. Em relação à  $PE_{máx}$ , sugere-se que o aumento da média entre a avaliação e a reavaliação para o grupo II possa ter ocorrido pelo mesmo motivo da  $PI_{máx}$ . Porém, Jatobá *et al* (2008), não encontram correlação entre pressão expiratória máxima e teste da caminhada dos seis minutos<sup>(22)</sup>, sendo necessário novos estudos para compreensão deste comportamento.

A análise da evolução entre os grupos demonstra novamente, que o melhor desempenho no TC6min alcançado pelo grupo II influenciou indiretamente as pressões respiratórias máximas, inferindo que a melhora da capacidade funcional beneficia indiretamente a força muscular respiratória.

Rocha *et al* (2010), destacam que, fatores como idade elevada, baixo grau de instrução e cooperação, estado geral e cansaço físico, mudanças intensas e muitas vezes rápidas no estado clínico do paciente em HD, limitam a obtenção de valores mais fiéis das pressões respiratórias máximas<sup>(24)</sup>, sugerindo que, esta técnica apresenta restrições para esta população devido à outros aspectos que podem influenciar nos resultados.

No presente estudo, também foi mensurada a evolução do pico de fluxo expiratório (PFE), nos grupos I e II separadamente, e a evolução entre eles sendo que, para todas as situações encontramos tendência de redução deste parâmetro.

Davenport e Williams (1988) relatam que a queda no pico de fluxo expiratório pode estar relacionado com bioincompatibilidade da membrana dialisadora, provocando liberação de marcadores inflamatórios levando a broncoconstrição, ou estar relacionada com a miopatia urêmica<sup>(40)</sup>. Provavelmente, os resultados encontrados neste estudo podem estar relacionados com as alterações musculares causadas pela miopatia urêmica uma vez que todos os pacientes realizavam hemodiálise com a mesma membrana de polisulfona com menor bioincompatibilidade.

O teste de 1RM apresentou resultados expressivos tanto na evolução dos grupos separadamente, quanto na comparação da evolução entre eles.

Em relação ao grupo I, encontramos diminuição da força muscular do quadríceps femoral. Em seu estudo, Adams *et al* (2006) demonstram como o sistema músculo esquelético é impactado pela falência renal. É descrito, que a atrofia muscular presente nos pacientes que realizam HD se deve à alteração da degradação da síntese protéica, refletindo na atrofia muscular<sup>(53)</sup>.

A taxa de síntese protéica muscular é significativamente menor em pacientes em HD quando comparados a pessoas saudáveis, mostrando que na DRC há um estado catabólico. Ademais, embora a massa muscular ou sua área de secção transversal seja determinante para gerar força muscular, fatores adicionais podem afetar a função muscular na DRC tais como: disponibilidade de substrato (glicose e ácidos graxos), e a diminuição da atividade física que pode resultar em mudança adaptativa diminuindo o metabolismo oxidativo do músculo<sup>(51)</sup>.

Em recente estudo, Verzola *et al* (2011) relacionam o processo de apoptose com a força muscular nos pacientes com DRC. Mesmo sendo desconhecidos os mecanismos subjacentes da apoptose na fisiologia muscular destes pacientes, os autores indicam que enquanto na atrofia muscular há perda dos núcleos celulares, na hipertrofia muscular novos núcleos são adicionados às fibras de célula-tronco muscular (células satélites)<sup>(68)</sup>.

Já o grupo II, que realizou o protocolo de estimulação elétrica neuromuscular apresentou ganho de força muscular. Esse comportamento foi enfatizado na comparação da evolução entre os grupos, em que enquanto o grupo I piorou o grupo II melhorou a força do quadríceps femoral.

Essa resposta demonstra de forma positiva e inédita que a estimulação elétrica neuromuscular melhora a força muscular dos pacientes com DRC que realizam HD.

O aumento da força muscular pela NMES deve-se ao fato da estimulação elétrica produzir efeitos na capilarização, com aumento na densidade capilar e na perfusão e suprimento de oxigênio. Esses fatores contribuem para aumentar a capacidade aeróbica oxidativa e a resistência à fadiga muscular<sup>(17)</sup>.

Segundo Medeiros *et al* (2007) e Miyamoto *et al* (2012), a eletroestimulação ativa todas as fibras musculares, sendo as fibras do tipo II as primeiras a serem recrutadas melhorando o torque muscular e a resistência à fadiga mais precocemente<sup>(17,59)</sup>.

Theurel *et al* (2007) fazem comparação entre a contração muscular voluntária e eletroestimulada do quadríceps femoral e concluem que a estimulação elétrica proporciona respostas metabólicas superiores em relação a contração voluntária<sup>(58)</sup>.

A importância desse conhecimento é de grande valia para este trabalho, pois, os estudos relacionados com exercícios físicos em pacientes que realizam HD são compostos por treinos aeróbicos e resistidos, que utilizam a contração muscular voluntária para sua execução<sup>(1,2,4,9,45-47,49, 53)</sup>.

Outro aspecto que nos mostra indiretamente a melhora da força muscular, foi o aumento do valor da creatinina sérica no momento da reavaliação do grupo tratamento. Sabe-se que ela é um parâmetro nutricional de pacientes em hemodiálise<sup>(69)</sup>, e como o grupo tratamento apresentava menor valor de hemoglobina, acreditamos que o aumento da musculatura com a NMES foi demonstrado indiretamente pelo aumento da creatinina, sugerindo a hipótese da melhora do desempenho físico, pelo aumento das fibras musculares do tipo II com a estimulação elétrica neuromuscular.

Reafirma-se assim, que o efeito do método de NMES na função pulmonar além de ser pioneiro para a população estudada, também mostra vantagens na efetividade do processo de melhora da força muscular. Há outros benefícios da utilização da NMES para pacientes que realizam HD, tais como: recurso terapêutico que pode ser utilizado durante a sessão de diálise e baixo custo, podendo ser

aplicado por um único terapeuta em vários pacientes individualmente, em uma única sessão de hemodiálise.

Dentre todos os testes analisados, o TC6min é utilizado como indicador da capacidade funcional<sup>(42)</sup>, sendo a distância percorrida um dos parâmetros que verifica o desempenho físico dos pacientes com DRC submetidos à HD<sup>(3,9,20,22,41)</sup>; demonstrado pelo comportamento dos dois grupos, enquanto o grupo I evoluiu com diminuição da distância percorrida, o grupo II alcançou média superior na reavaliação.

A resposta obtida pelo grupo I poderia ser justificada pelo baixo condicionamento físico destes pacientes, provavelmente causado por disfunções cardiovasculares, respiratórias e musculares que podem influenciar na capacidade de captar, transportar e utilizar  $O_2$ <sup>(20,47)</sup>. Além disso, o aumento da PAS significativamente e uma tendência de piora para FC e f encontrado no grupo I corroboram este comportamento.

Johansen *et al* (2003), defendem a ideia que a atrofia muscular resulta em fraqueza muscular significativa sendo fator determinante na redução da capacidade funcional em pacientes submetidos a HD<sup>(53)</sup>.

Já para o grupo II, podemos inferir que o aumento da força muscular do quadríceps femoral alcançada pela NMES permitiu uma melhor resposta ao TC6min demonstrada pelo aumento da distância percorrida. A tendência de queda da f e a melhora da  $SpO_2$ , sugere que a estimulação elétrica neuromuscular favorece sua capacidade funcional.

O trabalho de Headley *et al* (2002), evidenciam a melhora do desempenho físico de pacientes em HD no TC6min após um programa de exercícios resistidos de

12 semanas<sup>(49)</sup>, ressaltando que nosso estudo alcançou resultados positivos nestes pacientes em tempo inferior, de oito semanas.

Konstantinidou *et al* (2002) comparam três programas de reabilitação para pacientes em HD e concluem que o exercício físico tem efeito positivo na capacidade cardiorespiratória desses pacientes, melhorando consideravelmente sua capacidade funcional<sup>(47)</sup>. Os estudos de Oh-Park *et al* (2002) e de Parsons *et al* (2006), corroboram com o presente estudo em relação a distância percorrida, onde também observaram aumento da distância percorrida após protocolo de exercícios físicos (aeróbicos e resistidos) em pacientes com DRC submetidos a HD<sup>(2,9)</sup>.

Com essa resposta, concluímos que o protocolo de NMES otimiza a condição física destes pacientes, mostrando os efeitos positivos que este recurso proporciona, agregando-o como mais um recurso de fisioterapia aos pacientes com DRC submetidos à hemodiálise.





No presente estudo constatamos que, após o término do protocolo de fisioterapia de estimulação elétrica neuromuscular, obtivemos impacto positivo na função pulmonar e na capacidade funcional dos pacientes com doença renal crônica submetidos à hemodiálise, resultando em melhor desempenho físico.



### **7.1 Termo de consentimento livre e esclarecido**

1. Título do estudo “Impacto de um protocolo de estimulação elétrica neuromuscular na função pulmonar e capacidade funcional 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 alguns exames como, prova de função pulmonar (você puxa e solta o ar em um bocal acoplado a um aparelho que medirá volumes e capacidades pulmonares), mensuração da pressão respiratória máxima (você ficará sentado, com os pés e as costas apoiadas, usando um clipe nasal e será orientado a segurar o aparelho, apertar o bocal firmemente contra os lábios (para evitar que o ar saia), puxando o ar o máximo que conseguir e em seguida soltando todo o ar), mensuração do pico de fluxo expiratório (você ficará em pé com um clipe nasal e será pedido uma vez para puxar o máximo de ar que conseguir soltando-o logo em seguida de uma vez só, através do bocal), *teste de caminhada* (você caminhará por seis minutos em um corredor o mais rápido possível e mediremos sua frequência cardíaca e os metros que você percorreu), teste de uma repetição máxima (sentado você terá que esticar seus joelhos com pesinhos nos tornozelos).
4. Após os exames realizados, você poderá ser colocado em um grupo que fará um tratamento de fisioterapia, onde serão colocadas quatro plaquinhas de borracha em cada coxa e essas serão ligadas a um aparelho que passará estímulos elétricos (como se fosse um formigamento) para a coxa sem causar dor. Você ficará com esse aparelho durante 30 minutos. Esse exercício será

supervisionado e auxiliado pela fisioterapeuta, durante dois meses, nos quais terá de comparecer ao setor de hemodiálise três vezes / semana por uma hora.

5. Ao término dos dois meses 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 Renata Spósito Roxo, que pode ser encontrada no endereço: Av. Dr. Arnaldo, 2088, São Paulo, tel. (11) 3872-1966 e/ou (11) 7891-7302.

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 será mantido atualizado 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 “Impacto de um protocolo de estimulação elétrica neuromuscular na função pulmonar e capacidade funcional em pacientes com doença renal crônica submetidos à hemodiálise”. Eu discuti com a fisioterapeuta Renata Spósito Roxo, 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 \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

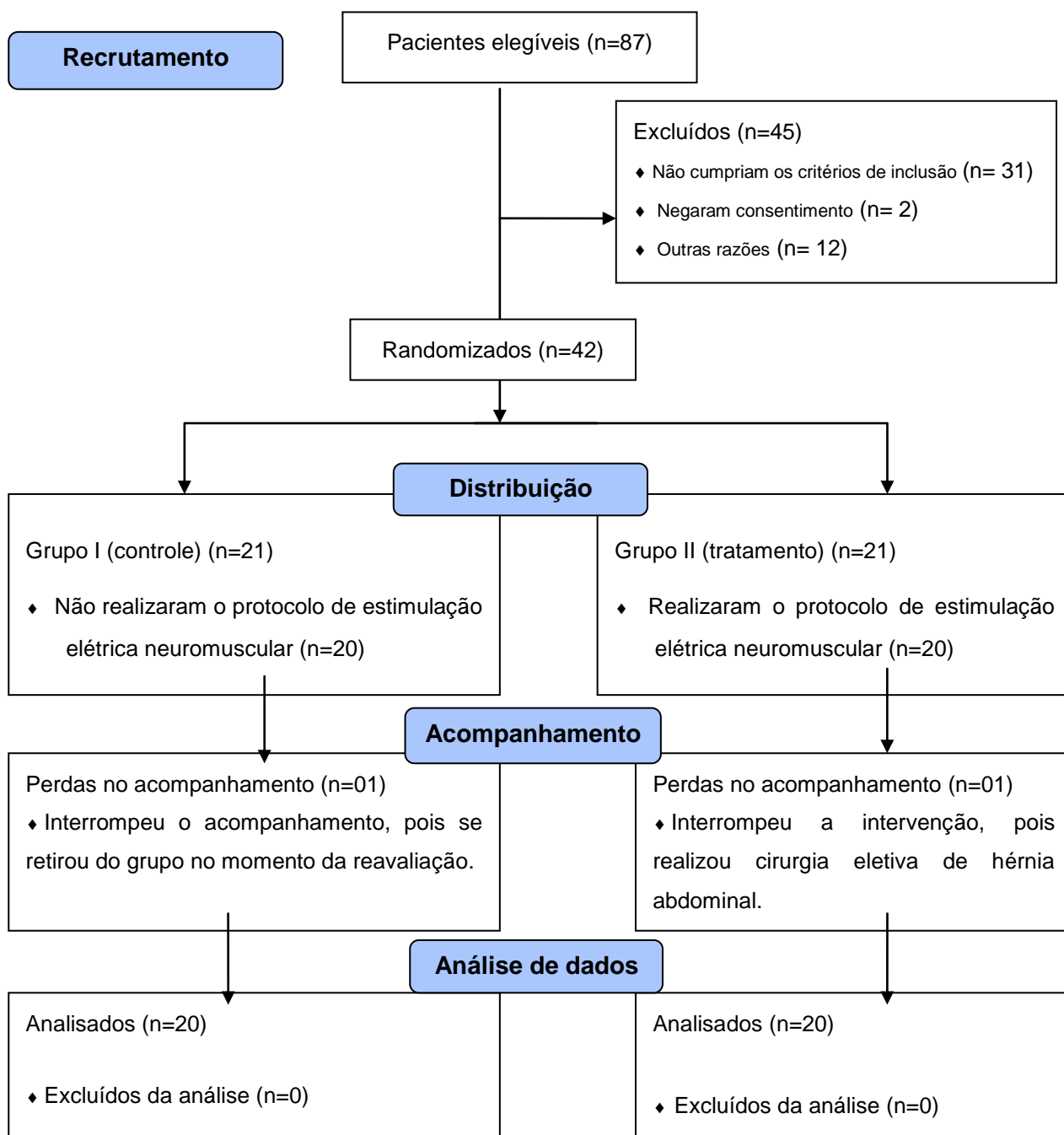
Assinatura do paciente/ representante legal

\_\_\_\_\_

Assinatura do pesquisador responsável

## 7.2 Fluxograma da randomização

## Fluxograma da randomização



### 7.3 Ficha de avaliação

Nome:

Data

Data de nascimento:

Sexo:

Altura:

Peso:

Diagnóstico:

Tempo em hemodiálise:

Hemodiálise

#### Exames Laboratoriais

Exames	Avaliação	Reavaliação
Kt/V		
Creatinina sérica		
Albumina sérica		
Hemoglobina		
Uréia		



**Prova de função pulmonar**

	Avaliação	Reavaliação
CVF		
VEF <sub>1</sub>		
VEF <sub>1</sub> /CVF		
FEF <sub>25-75%</sub>		
PFE		

**Pressão inspiratória máxima**

	Primeira medida	Segunda medida	Terceira medida
Avaliação			
Reavaliação			

**Pressão expiratória máxima**

	Primeira medida	Segunda medida	Terceira medida
Avaliação			
Reavaliação			

**Pico de fluxo expiratório**

	Primeira medida	Segunda medida	Terceira medida
Avaliação			
Reavaliação			

### Teste da caminhada dos seis minutos

#### Frequência cardíaca

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

#### Frequência Respiratória

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

#### Pressão sistólica

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

#### Pressão diastólica

	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

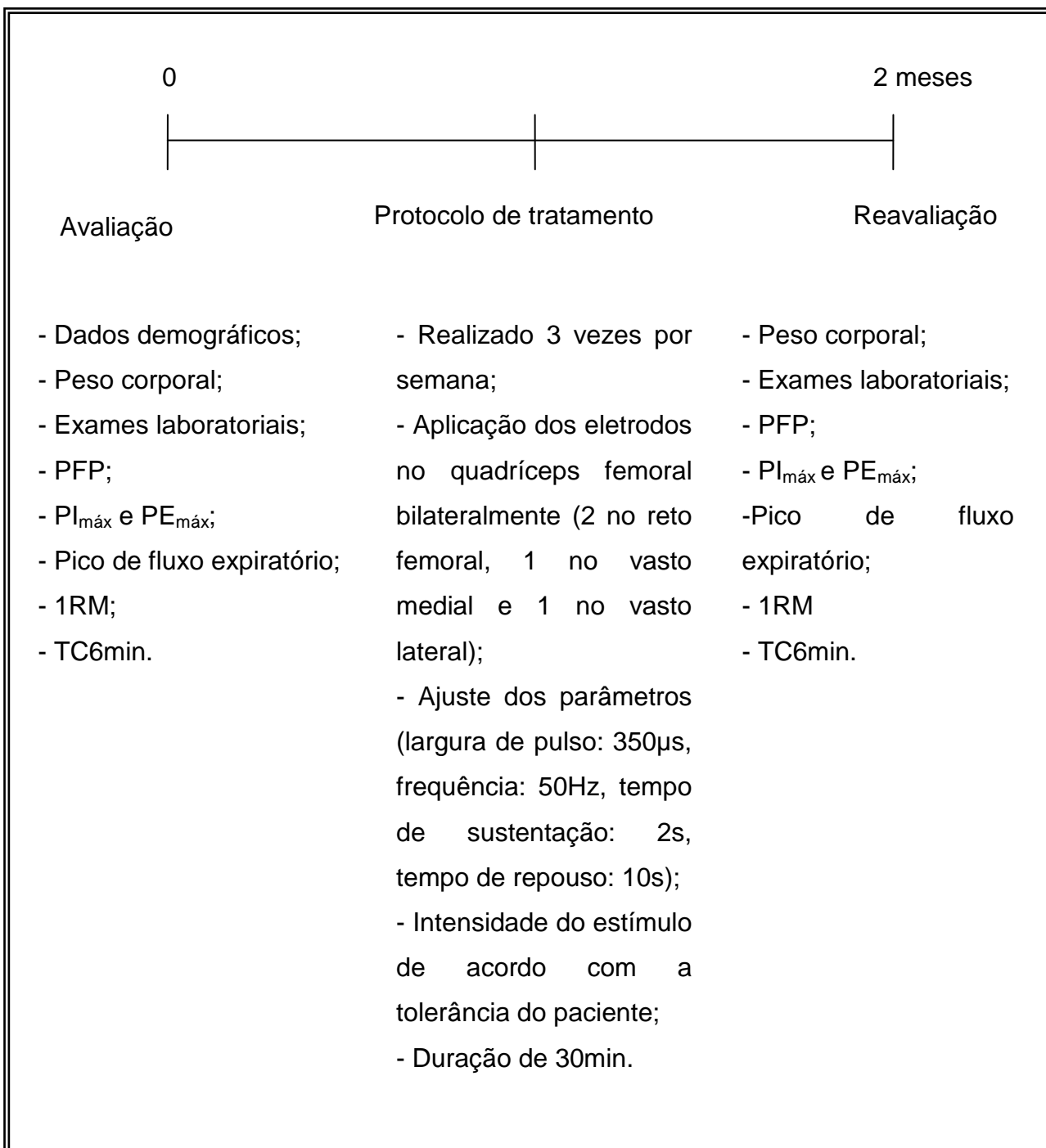
	Primeiro teste	Segundo teste
Avaliação		
Reavaliação		

#### 7.4 Escala de Borg

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 Desenho do estudo



## 7.6 Avaliação respiratória no momento da avaliação entre os grupos I e II

Comparação dos valores da prova de função pulmonar entre os grupos I (controle) e II (tratamento) no momento da avaliação.

Variáveis	Grupos	Média±DP	<i>p</i>
CVF(L)	I	2,61±0,83	0,77
	II	2,54±0,75	
VEF <sub>1</sub> (L)	I	1,95±0,52	0,94
	II	1,96±0,59	
VEF <sub>1</sub> /CVF(L/seg)	I	0,76±0,10	0,75
	II	0,77±0,12	
FEF <sub>25/75%</sub> (L/seg)	I	1,67±0,59	0,22
	II	2,03±0,92	
PFE(L/seg)	I	3,43±1,00	0,23
	II	4,08±1,52	

Fonte: Unidade de Diálise – Irmandade da Santa Casa de Misericórdia de São Paulo  
 CVF – capacidade vital forçada; VEF<sub>1</sub> – volume expiratório forçado no primeiro segundo; VEF<sub>1</sub>/CVF – razão entre volume expiratório forçado no primeiro segundo e capacidade vital forçada; FEF<sub>25/75%</sub> - fluxo expiratório forçado entre 25/75% da capacidade vital forçada; PFE – pico de fluxo expiratório.

Comparação dos valores da  $PI_{m\acute{a}x}$ ,  $Pe_{m\acute{a}x}$  e Pico de fluxo expiratório entre os grupos I (controle) e II (tratamento) no momento da avaliação.

Variáveis	Grupos	Média±DP	<i>p</i>
$PI_{m\acute{a}x}$ (cmH <sub>2</sub> O)	I	57,00±19,84	0,21
	II	49,80±12,94	
$Pe_{m\acute{a}x}$ (cmH <sub>2</sub> O)	I	64,20±17,24	0,41
	II	68,80±17,48	
Pico de fluxo expiratório(L/min)	I	304,00±84,25	0,83
	II	299,00±69,50	

Fonte: Unidade de Diálise – Irmandade da Santa Casa de Misericórdia de São Paulo  
 $PI_{m\acute{a}x}$  – pressão inspiratória máxima;  $Pe_{m\acute{a}x}$  – pressão expiratória máxima.

Comparação dos valores do teste de 1RM entre os grupos I (controle) e II (tratamento) no momento da avaliação.

Variável	Grupos	Média±DP	<i>p</i>
1RM(Kg)	I	2,00±0,74	0,17
	II	1,65±0,84	

Fonte: Unidade de Diálise – Irmandade da Santa Casa de Misericórdia de São Paulo  
 1RM – teste de uma repetição máxima.

Comparação dos valores do TC6min entre os grupos I (controle) e II (tratamento) no momento da avaliação

Variáveis	Grupos	Média±DP	<i>p</i>
PAS(mmHg)	I	140,00±14,86	<b>0,04</b>
	II	129,80±16,24	
PAD(mmHg)	I	81,00±9,11	0,95
	II	81,20±12,95	
FC(bpm)	I	75,50±8,70	0,06
	II	81,35±10,66	
f(ipm)	I	14,80±2,93	0,76
	II	15,60±4,03	
SpO <sub>2</sub> (%)	I	96,60±0,94	<b>&lt;0,001</b>
	II	97,35±0,74	
Borg	I	7,35±1,72	0,92
	II	7,40±1,69	
Distância Percorrida(m)	I	330,00±68,77	0,44
	II	350,40±97,53	

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; SpO<sub>2</sub> – saturação periférica de oxigênio; Borg – escala de percepção de esforço.



### 7.7 Valores médios pré e pós TC6min dos grupos I e II

Evolução em valores médios, desvio padrão e diferença do pré e pós-teste da caminhada para o grupo I (controle) na avaliação.

Variáveis	Pré-teste	Pós-teste	Diferença (Pós-Pré)
PAS (mmHg)	140,00±14,86	145,50±15,72	5,50±8,25
PAD (mmHg)	81,00±9,11	84,00±8,82	3,00±7,32
FC (bpm)	75,50±8,70	102,90±13,80	27,40±9,66
FR (ipm)	14,80±2,93	22,20±3,53	7,40±3,69
SpO2 (%)	96,60±0,94	95,90±1,44	-0,70±0,97
Borg	7,35±1,72	10,85±3,06	3,50±2,89

Fonte: Unidade de Diálise - Irmandade da Santa Casa de Misericórdia de São Paulo  
 PAS – pressão arterial sistólica; PAD – pressão arterial diastólica; FC – frequência cardíaca; FR – frequência respiratória; SpO<sub>2</sub> – saturação periférica de oxigênio; Borg – escala de percepção de esforço.

Evolução em valores médios, desvio padrão e diferença do pré e pós-teste da caminhada para o grupo I (controle) na reavaliação.

Variáveis	Pré-teste	Pós-teste	Diferença (Pós-Pré)
PAS (mmHg)	136,50±12,25	148,50±14,60	12,00±9,51
PAD (mmHg)	80,00±10,76	85,50±13,94	5,50±7,59
FC (bpm)	78,95±6,54	113,25±10,33	34,30±8,48
FR (ipm)	17,20±2,28	26,50±4,41	9,30±4,21
SpO2 (%)	96,95±0,88	96,60±1,09	-0,35±0,93
Borg	7,10±2,07	12,00±2,71	4,90±2,40

Fonte: Unidade de Diálise - Irmandade da Santa Casa de Misericórdia de São Paulo  
 PAS – pressão arterial sistólica; PAD – pressão arterial diastólica; FC – frequência cardíaca; FR – frequência respiratória; SpO<sub>2</sub> – saturação periférica de oxigênio; Borg – escala de percepção de esforço

Evolução em valores médios e desvio padrão do pré e pós-teste da caminhada para o grupo II (tratamento) na avaliação.

Variáveis	Pré-teste	Pós-teste	Diferença (Pós-Pré)
PAS (mmHg)	129,80±16,24	138,00±17,94	8,20±10,34
PAD (mmHg)	81,20±12,95	83,00±11,74	1,80±8,55
FC (bpm)	81,35±10,66	95,55±13,40	14,20±12,89
FR (ipm)	15,60±4,03	22,50±2,52	6,90±4,38
SpO2 (%)	97,35±0,74	96,85±1,22	-0,50±1,10
Borg	7,40±1,69	11,15±2,39	3,75±2,63

Fonte: Unidade de Diálise - Irmandade da Santa Casa de Misericórdia de São Paulo  
 PAS – pressão arterial sistólica; PAD – pressão arterial diastólica; FC – frequência cardíaca; FR – frequência respiratória; SpO<sub>2</sub> – saturação periférica de oxigênio; Borg – escala de percepção de esforço.

Evolução em valores médios e desvio padrão do pré e pós-teste da caminhada para o grupo II (tratamento) na reavaliação.

Variáveis	Pré-teste	Pós-teste	Diferença (Pós-Pré)
PAS (mmHg)	140,20±18,04	144,50±14,31	4,30±7,52
PAD (mmHg)	82,60±6,36	86,70±7,87	4,10±7,77
FC (bpm)	83,35±12,15	98,65±17,17	15,30±10,82
FR (ipm)	17,40±6,19	21,25±5,59	3,85±5,47
SpO2 (%)	96,45±1,79	97,15±1,75	0,70±1,68
Borg	6,60±0,50	10,95±2,94	4,35±2,81

Fonte: Unidade de Diálise - Irmandade da Santa Casa de Misericórdia de São Paulo  
 PAS – pressão arterial sistólica; PAD – pressão arterial diastólica; FC – frequência cardíaca; FR – frequência respiratória; SpO<sub>2</sub> – saturação periférica de oxigênio; Borg – escala de percepção de esforço.

## **8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. Coelho DM, Ribeiro JM, Soares DD. Exercícios Físicos Durante a Hemodiálise: Uma Revisão Sistemática. *J Bras Nefrol.* 2008; 30:88-98.
2. Parsons TL, Toffelmire EB, King-Van Vlack CE. Exercise Training During Hemodialysis Improves Dialysis Efficacy and Physical Performance. *Arch Phys Med Rehabil.* 2006; 87:680-7.
3. Coelho DM, Castro AM, Tavares HÁ, Abreu PCB, Glória RR, Duarte MH, *et al* Efeitos de um Programa de Exercícios Físicos no Condicionamento de Pacientes em Hemodiálise. *J Bras Nefrol.* 2006; 28:121-7.
4. Store TW, Casaburi R, Sawelson S, Koople JD. Endurance exercise during haemodialysis improves strength, Power, fatigability and physical performance in maintenance haemodialysis patients. *Nephrol Dial Transplant.* 2005; 20:1429-37.
5. Kopple JD, Casaburi R, Storer TW. Impaired Exercise Capacity and Exercise Training in Maintenance Hemodialysis Patients. *J Renal Nutr.* 2004; 15:44-8.
6. Johansen K, Shubert T, Doyle J, Soher B, Sakkas G, Kent-Braun J. Muscle Atrophy in Patients Receiving Hemodialysis: Effects on Muscle. *Kidney Int.* 2003; 63:291-7.
7. Kovelis D, Pitta F, Probs VS, Peres APA, Delfino VDA, Mocelin AJ, *et al.* Função pulmonar e força muscular respiratória em pacientes com doença renal crônica submetidos à hemodiálise. *J Bras Pneumol.* 2008; 34:907-12.
8. Herrero JÁ, Alvarez-Sala JL, Coronel F, Moratilla C, Gámez C, Sánchez-Alarcos JM, *et al.* Pulmonary diffusing capacity in chronic dialysis patients. *Respir Med.* 2002; 96:487-92.
9. Oh-Park M, Fast A, Gopal S, Lynn R, Frei G, Drenth R, *et al.* Exercise for the Dialyzed. *Am J Phys Med Rehabil.* 2002; 81:814-21.
10. Moinnuddin I, Leehey DJ. A Comparison of Aerobic Exercise and Resistance Training in Patients With and Without Chronic Kidney Disease. *Adv Chro Kidney Dis.* 2008; 15:83-96.
11. Cheng PT, Chen CL, Wang CM, Chung CY. Effect of Neuromuscular Electrical Stimulation on Cough Capacity and Pulmonary Function in Patients with Acute Cervical Cord Injury. *J Rehabil Med.* 2006; 38:32-6.
12. Piva SR, Goodnite EA, Azuma K, Woollard JD, Goodpaster BH, Wasko MC, *et al.* Neuromuscular Electrical Stimulation and Volitional Exercise for Individuals With Rheumatoid Arthritis: A Multiple-Patients Case Report. *Phy Ther.* 2007; 87:1064-77.
13. Sillen MJH, Janssen PP, Akkermans MA, Wouters EFM, Spruit MA. The metabolic response during resistance training and neuromuscular electrical stimulation (NMES) in patients with COPD, a pilot study. *Respir Med.* 2008; 120:786-9.

14. Quittan M, Sochor A, Wiesinger GF, Kollmitzer J, Sturm B, Pacher R, *et al.* Strength Improvement of Knee Extensor Muscle in Patients with Chronic Heart Failure by Neuromuscular Electrical Stimulation. *Artif Organs.* 1999; 23:432-5.
15. Corso SD, Nápolis L, Malaguti C, Gimenes AC, Albuquerque A, Nogueira CR, *et al.* Skeletal muscle structure and function in response to electrical stimulation in moderately impaired COPD patients. *Respir Med.* 2007, 101:1236-43.
16. Wiesinger GF, Crevenna R, Nuhr MJ, Huelsmann M, Fialka-Moser V, Quittan M. Neuromuscular Electric Stimulation in Heart Transplantation Candidates With Cardiac Pacemakers. *Arch Phys Med Rehabil.* 2001; 82:1476-7.
17. Medeiros AHO, Chalegre ST, Carvalho CC. Eletroestimulação muscular: alternativa de tratamento coadjuvante para pacientes com doença arterial obstrutiva periférica. *J Vas.Bras.* 2007; 6:156-62.
18. Bastos MG, Bregman R, Kirsztajn. Doença renal crônica: freqüente e grave, mas também prevenível e tratável. *Rev Assoc Med Bras.* 2010; 56:248-53.
19. Bastos MG, Carmo WB, Abrita RR, Almeida EC, Mafra D, Costa DMN, *et al.* Doença Renal Crônica: Problemas e Soluções. *J Bras Nefrol.* 2004; 26:202-15.
20. 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.
21. K/DOQI Clinical practice guidelines for chronic kidney disease: evaluation, classification and stratification. *Am J Kidney Dis.* 2002; 39:S1-S246.
22. 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.
23. Martins MRI, Cesariano CB. Atualização sobre programas de educação e reabilitação para pacientes renais crônicos submetidos à hemodiálise. *J Bras Nefrol.* 2004; 26:45-50.
24. 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.
25. Sesso R, Lopes AA, Thomé FS, Lugon JR, Santos DR. Relatório do Censo Brasileiro de diálise. *J Bras Nefrol.* 2010; 33:442-7.
26. Schardong TJ, Lukrafka JL, Garcia VD. Avaliação da função pulmonar e da qualidade de vida em pacientes com doença renal crônica submetidos a hemodiálise. *J Bras Nefrol.* 2008; 30:40-7.
27. Cheema BSB, Singh MAF. Exercise training in patients receiving maintenance hemodialysis: a systematic review of clinical trials. *Am J Nephrol.* 2005; 25:352-64.

28. Bush A, Gabriel R. Pulmonary function in chronic renal failure: effects of dialysis and transplantation. *Thorax*. 1991; 46: 424-8.
29. Pierson DJ. Respiratory considerations in patients with renal failure. *Respiratory Care*. 2006; 51:413-22.
30. Campistol JM. Uremic myopathy. *Kidney International*. 2002; 62:1901-13.
31. Vieira WP, Gomes KWP, Frota NB, Andrade JECB, Vieira RMRA, Moura FEA. Manifestações musculoesqueléticas em pacientes submetidos a hemodiálise. *Rev Bras Reumatol*. 2005; 45:357-64.
32. Bianchi PDA, Barreto SSM, Thomé FS, Klein AB. Repercussão da hemodiálise na função pulmonar de pacientes com doença renal crônica terminal. *J Bras Nefrol*. 2009; 31:25-31.
33. Parreira VF, França DC, Zampa CC, Fonseca MM, Tomich GM, Britto RR. Pressões respiratórias máximas: valores encontrados e preditos em indivíduos saudáveis. *Rev Bras Fisioter*. 2007; 11:361-68.
34. Weiner P, Zidan F, Zonder HB. Hemodialysis treatment may improve inspiratory muscles strength and endurance. *Isr J Med Sci*. 1997; 33:134-8.
35. Syabbalo N. Assessment of respiratory muscle function and strength. *Postgrad Med*. 1998; 74:208-15.
36. Alves J, Huespanhol V, Fernandes J, Marques JÁ. Alterações espirométricas provocadas pela hemodiálise: sua relação com a variação dos parâmetros vulgarmente utilizados na medição da eficácia hemodialítica. *Acta Med Port*. 1989; 2: 195-8.
37. Sociedade Brasileira de pneumologia e fisiologia. Diretrizes para testes de função pulmonar. *J Bras Pneumol*. 2002; 28(Supl3):S1-238.
38. Faria RS, Silva VSA, Reboredo MM, Fernandes NMS, Bastos MG, Cabral LF. Avaliação da função respiratória, capacidade física e qualidade de vida de pacientes com doença renal crônica pré-dialítica. *J Bras Nefrol*. 2008; 30:264-7.
39. Alves VLS. Impacto de um protocolo de fisioterapia na função respiratória de pacientes portadores de escoliose idiopática do adolescente. Tese (Doutorado). São Paulo: Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo; 2006.
40. Davenport A, Williams J. Fall in peak expiratory flow during haemodialysis in patients with chronic renal failure. *Thorax*. 1988; 43:693-6.
41. Reboredo MM, Henrique DM, 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.

42. Rondelli RR, Oliveira NA, Corso SD, Malaguti C. Uma atualização e proposta de padronização do teste de caminhada dos seis minutos. *Fisioter Mov.* 2009; 22: 249-59.
43. American Thoracic Society. ATS Statement: guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respr Crit Care Med.* 2002; 166:111-7.
44. Kouidi E. Exercise Training in Dialysis Patients: why, when, and how? *Artif Organs.* 2002; 26(12):1009-13.
45. Kouidi E, Albani M, Natsis K, Megalopoulos A, Gigis P, Guiba-Tziampiri O. The effects of exercise training on muscle atrophy in haemodialysis patients. *Nephrol Dial Transplant.* 1998; 13:685-99.
46. Vilsteren MCBA, Greef MHG, Huisman RM. The effects of a low-to moderate intensity pre-conditioning exercise programme linked with exercise counseling for sedentary haemodialysis patients in the The Netherlands: results of a randomized clinical trial. *Nephrol Dial Transplant.* 2004; 20:141-6.
47. 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.
48. Diesel W, Noakes TD, Swanepoel C, Lambert M. Isokinetic muscle strength predicts maximum exercise tolerance in renal patients on chronic hemodialysis. *Am J Kidney Dis.* 1990; 16:109-14.
49. Headley S, Germain M, Mailoux P, Mulherm J, Ashworth B, Burris J, *et al.* Resistance training improves strength and functional measures in patients with end-stage renal disease. *Am J Kidney Dis.* 2002; 40: 355-64.
50. Corrêa LB, Oliveira RN, Cantareli F, Cunha LS. Efeito do treinamento muscular periférico na capacidade funcional e qualidade de vida nos pacientes em hemodiálise. *J Bras Nefrol.* 2009; 31:18-24.
51. Adams GR, Vaziri ND. Skeletal muscle dysfunction in chronic renal failure: effects of exercise. *Am J Physiol Renal Physiol.* 2006; 290:753-61.
52. Johansen KL, Painter P. Exercise in individuals with CKD. *Am J Kidney Dis.* 2012; 59:126-34.
53. Johansen KL, Shubert T, Doyle J, Soher B, Sakkas GK, Kent-Braun. Muscle atrophy in patients receiving hemodialysis: effects on muscle strength, muscle quality, and physical function. *Kidney Int.* 2002; 63:291-7.
54. Johansen KL. Exercise and chronic kidney disease: current recommendation. *Sports Med.* 2005; 35:485-99.

55. Pereira MIR, Gomes PSC. Testes de força e resistência muscular: confiabilidade e predição de uma repetição máxima – revisão e novas evidências. *Rev Bras Med Esporte*. 2003; 9:325-35.
56. Alon G. Os princípios da estimulação elétrica. In: Nelson RM, Hayes KW, Currier DP. *Eletroterapia Clínica*. 3ªed. Baruer, SP:Manole; 2003.p.55-139.
57. Sillen MJH, Speksnijder CM, Eterman RMA, Janssen PP, Wagers SS, Wouters EFM, *et al*. Effects of neuromuscular electrical stimulation of muscles of ambulation in patients with chronic heart failure or COPD – A systematic review of the English-language literature. *Chest*. 2009; 136:44-61.
58. Theurel J, Lepers R, Pardon L, Maffiuletti NA. Differences in cardiorespiratory and neuromuscular responses between voluntary and stimulated contractions of the quadriceps femoris muscle. *Respir Physiol Neurobil*. 2007; 157:341-47.
59. Miyamoto N, Fukutani A, Yanai T, Kawakami Y. Twitch potentiation after voluntary contraction and neuromuscular electrical stimulation at various frequencies in human quadriceps femoris. *Muscle Nerve*. 2012; 45:110-5.
60. Jubeau M, Sartorio A, Marinone PG, Agosti F, Van Hoecke J, Nosaka K, *et al*. Comparison between voluntary and stimulated contractions of the quadriceps femoris for growth hormone response and muscle damage. *J Appl Physiol*. 2008; 104:75-81.
61. Zanotti E, Felicetti G, Maini M, Fracchia C. Peripheral Muscle Strength training in be-bound patients with copd receiving mechanical ventilation: effect of electrical stimulation. *Chest*. 2003; 124:292-6.
62. 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.
63. American Thoracic Society. ATS Statement on respiratory muscle testing. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002; 166:518-624
64. Alves VL, Stirbulov R, Avanzi O. Impact of a Physical Rehabilitation Program on the Respiratory Function of Adolescents with Idiopathic Scoliosis. *Chest*. 2006; 130:500-5.
65. Borg GV. Psychological basis of perceived exertion. *Med Sci Sports Exercise*. 1984; 14:377-81.
66. Peres CPA, Delfino VDA, Peres LAB, Kovelis D, Brunetto AF. Efeitos de um programa de exercícios físicos em pacientes com doença renal crônica terminal em hemodiálise. *J Bras Nefrol*. 2009; 31:105-13.
67. Ammirati AL, Watanabe R, Aouki C, Draibe A, Carvalho AB, Abensur H, *et al*. Variação dos níveis de hemoglobina de pacientes em hemodiálise tratados com eritropoetina: uma experiência brasileira. *Rev Assoc Med Bras*. 2010; 56:209-13.



68. Verzola D, Procopio V, Sofia A, Villaggio B, Tarroni A, Bonanni A, *et al.* Apoptosis and myostatin mRNA are upregulated in the skeletal muscle of patients with chronic kidney disease. *Kidney International*. 2011; 79:773-82.
69. Hsu C, McCulloch CE, Iribarren C, Darbinian J, Go AS. Body mass index and risk for end-stage renal disease. *Ann Intern Med*. 2006; 144:21-8.

**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<sup>a</sup> ed. São Paulo: Saraiva; 2004.

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

## RESUMO

Impacto de um protocolo de estimulação elétrica neuromuscular na função pulmonar e capacidade funcional em pacientes com doença renal crônica submetidos à hemodiálise

Renata Spósito Roxo

Tese de mestrado - 2012

A doença renal crônica consiste em lesão e perda progressiva e irreversível da função dos rins. Na fase mais avançada, os pacientes têm indicação de terapia renal substitutiva sendo a hemodiálise uma das modalidades. Apesar de não totalmente compreendida, a literatura aponta que pacientes submetidos a esse tipo de tratamento apresentam descondicionamento e baixa tolerância ao exercício; além disso, a hemodiálise pode afetar a função respiratória. O presente estudo foi uma pesquisa prospectiva e randomizada com o objetivo de avaliar os efeitos da estimulação elétrica neuromuscular na função pulmonar e capacidade funcional de pacientes submetidos à hemodiálise. Foram estudados 40 pacientes divididos em dois grupos (controle e tratamento), com 20 pacientes em cada um, com diagnóstico de doença renal crônica e submetidos à hemodiálise, de ambos os sexos, com idade maior ou igual a 18 anos, acompanhados pela Unidade de Diálise da Irmandade da Santa Casa de Misericórdia de São Paulo. Os pacientes foram submetidos à avaliação em relação à prova de função pulmonar, a pressões respiratórias máximas, ao teste de uma repetição máxima e ao teste da caminhada de seis minutos. O grupo tratamento realizou o protocolo de fisioterapia durante a hemodiálise, três vezes por semana durante dois meses, que constava de trinta minutos de eletroestimulação no músculo quadríceps femoral bilateralmente. Os resultados encontrados no estudo foram diminuição da  $VEF_1$  ( $p = 0,01$ ) no grupo controle, aumento da  $PI_{máx}$  ( $p = 0,02$ ) e  $PE_{máx}$  ( $p < 0,001$ ), aumento da força muscular no teste de uma repetição máxima ( $p < 0,001$ ), diminuição da pressão arterial sistólica ( $p < 0,001$ ) e da frequência respiratória ( $p < 0,001$ ) e aumento da distância percorrida ( $p = 0,03$ ) no teste da caminhada dos seis minutos no grupo tratamento. Concluímos que a estimulação elétrica neuromuscular teve impacto positivo sobre a função pulmonar e na capacidade funcional mostrando um melhor desempenho físico nestes pacientes.

**ABSTRACT**

Impact of a neuromuscular electrical stimulation protocol on pulmonary function and functional capacity in patients with chronic kidney disease on hemodialysis

Renata Sposito Roxo

Masters dissertation- 2012

Chronic kidney diseases defined as a condition in which there is injury and progressive and irreversible loss of kidney function. In more advanced stages, there is the indication of substitutive renal therapy, and hemodialysis one of the modalities. Although not completely understood, the literature indicates that patients undergoing this type of treatment have deconditioning and low exercise tolerance; in addition, hemodialysis can affect respiratory function. This study was a prospective and randomized study aimed to evaluate the effects of neuromuscular electrical stimulation on the pulmonary function and functional capacity of patients undergoing hemodialysis of patient sunder going hemodialysis. We studied 40 patients divided into two groups(control and treatment), with 20 patients each, diagnosed with chronic renal disease and undergoing hemodialysis, of both sexes, aged 18years or older and being followed-up by the Hemodialysis Sector of Irmandade da Santa Casa de Misericórdia de São Paulo. Patients were evaluated in relation to pulmonary function test, the maximal respiratory pressures, the maximum repetition test and the six-minute walk test. The treatment group underwent the physical therapy treatment during hemodialysis sessions three times a week for two months, which consisted of thirty minutes of electrical stimulation on the quadriceps muscle bilaterally. The results found in this study were decreased  $VEF_1$  ( $p = 0.01$ ) in the control group,  $PI_{max}$  increased ( $p = 0.02$ ) and  $PE_{max}$  ( $p < 0.001$ ), increased muscle strength in one repetition maximum test ( $p < 0.001$ ), decreased systolic blood pressure ( $p < 0,001$ ) and respiratory rate ( $p < 0.001$ ) and increased distance ( $p = 0.03$ ) in the walking test of six minutes in the treatment group. We conclude that neuromuscular electrical stimulation had a positive impact on pulmonary function and functional capacity showing a better physical performance in these patients.

## LISTAS E APÊNDICE

ENVIADO POR: SECRETARIA COMISSÕES MÉDICAS

NO. TEL: 5502

29 OUT. 2009 10:13 P1



**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](mailto:eticamed@santacasasp.org.br)

São Paulo, 06 de agosto de 2009.

**Projeto nº 146/09**  
 Informe este número para  
 identificar seu projeto no CEP

Ilmo.(a) Sr.(a)

**Dra. Renata Spósito Roxo**

Departamento de Medicina

O Comitê de Ética em Pesquisa da ISCMSP, em reunião ordinária, dia **27/05/2009** e no cumprimento de suas atribuições, após revisão do seu projeto de pesquisa: **"Existe alteração na função respiratória dos pacientes em hemodiálise após protocolo de estimulação elétrica neuromuscular?"**, emitiu parecer inicial em pendência e nesta data 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

JOF