



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA  
MESTRADO EM FISIOTERAPIA**

**ANA IRENE CARLOS DE MEDEIROS**

**EFEITOS DO TREINAMENTO MUSCULAR INSPIRATÓRIO DIÁRIO SOBRE A  
FORÇA MUSCULAR RESPIRATÓRIA, OS VOLUMES DA CAIXA TORÁCICA, A  
MOBILIDADE E ESPESSURA DIAFRAGMÁTICA DE PACIENTES EM  
HEMODIÁLISE: ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO**

**RECIFE  
2016**

**ANA IRENE CARLOS DE MEDEIROS**

**EFEITOS DO TREINAMENTO MUSCULAR INSPIRATÓRIO DIÁRIO SOBRE A  
FORÇA MUSCULAR RESPIRATÓRIA, OS VOLUMES DA CAIXA TORÁCICA, A  
MOBILIDADE E ESPESSURA DIAFRAGMÁTICA DE PACIENTES EM  
HEMODIÁLISE: ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Fisioterapia da Universidade Federal de Pernambuco como requisito para a obtenção do título de Mestre em Fisioterapia.

**Linha de Pesquisa:** Instrumentação e Intervenção Fisioterapêutica

**Orientadora:** Prof<sup>a</sup> Dra Patrícia Érika de Melo Marinho

**Co-Orientadora:** Prof<sup>a</sup> Dra Daniella Cunha Brandão

**Co-orientador:** Prof. Dr. Frederico Castelo Branco Cavalcanti

**Mestranda:** Ana Irene Carlos de Medeiros

**RECIFE  
2016**

Ficha catalográfica elaborada pela  
Bibliotecária Susyleide Gomes de Brito, CRB4-1141

M488e Medeiros, Ana Irene Carlos de.

Efeitos do treinamento muscular inspiratório diário sobre a força muscular respiratória, os volumes da caixa torácica, a mobilidade e espessura diafragmática de pacientes em hemodiálise: ensaio clínico randomizado / Ana Irene Carlos de Medeiros. – 2016.

163 f.: il.; 30 cm.

Orientadora: Patrícia Érika de Melo Marinho.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, CCS. Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia. Recife, 2016.

Inclui referências, apêndices e anexos.

1. Insuficiência renal crônica. 2. Diálise renal. 3. Músculos respiratórios. 4. Exercícios respiratórios. I. Marinho, Patrícia Érika de Melo (Orientadora). II. Título.

615.8 CDD (23.ed.)

UFPE (CCS2017-003)

***“EFEITOS DO TREINAMENTO MUSCULAR INSPIRATÓRIO DIÁRIO SOBRE A FORÇA MUSCULAR RESPIRATÓRIA, OS VOLUMES DA CAIXA TORÁCICA, A MOBILIDADE E ESPESSURA DIAFRAGMÁTICA DE PACIENTES EM HEMODIÁLISE: ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO”***

**ANA IRENE CARLOS DE MEDEIROS**

**APROVADO EM: 14/12/2016**

**ORIENTADORA: PROF<sup>a</sup>. DR<sup>a</sup>. PATRÍCIA ÉRIKA DE MELO MARINHO**

**COORIENTADORA: PROF<sup>a</sup>. DR<sup>a</sup>. DANIELLA CUNHA BRANDÃO**

**COORIENTADOR: PROF<sup>o</sup> FREDERICO CASTELO BRANCO**

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

---

**PROF<sup>a</sup>. DR<sup>a</sup>. SHIRLEY LIMA CAMPOS – FISIOTERAPIA / CCS / UFPE**

---

**DR<sup>a</sup>. JAQUELINE DE MELO BARCELAR – SERVIÇO DE FISIOTERAPIA / HC / UFPE**

---

**PROF<sup>a</sup>. DR<sup>a</sup>. DULCIANE NUNES PAIVA – EDUCAÇÃO FÍSICA E SAÚDE / CCS / UNISC /RS**

**Visto e permitida à impressão**

---

**Coordenadora do PPGFISIOTERAPIA/DEFISIO/UFPE**

“A utopia está lá no horizonte. Me aproximo dois passos, ela se afasta dois passos. Caminho dez passos e o horizonte corre dez passos. Por mais que eu caminhe, jamais alcançarei. Para que serve a utopia? Serve para isso: Para que eu não deixe de caminhar”.

(Fernando Birri)

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pela fé e força renovadas diariamente, e por me permitir chegar até aqui.

A Nossa Senhora, minha intercessora em todas as orações.

Aos meus pais Sérgio Medeiros e Ivone Carlos, por me ensinarem desde criança os princípios e valores da vida. Especialmente a minha mãe, pelo apoio incondicional em todos os meus sonhos, por acreditar em mim quando eu mesma não acreditei, será sempre meu porto seguro.

Ao meu marido, Ramon Maciel, por estar ao meu lado nos momentos felizes e difíceis da vida, pela sua compreensão, paciência, e principalmente, pelo nosso amor que me faz mais forte e feliz.

Aos meus irmãos, Priscila Medeiros, Willton Medeiros e Wellton Medeiros, pelo afeto, companheirismo e torcida e por me darem a certeza que nossa família é o bem maior.

Aos meus sobrinhos, Guilherme Carlos, Gabrielle Carlos e Sofia Medeiros, pela alegria contagiante e pela inocência que me faziam reviver os sentimentos mais puros mesmo nos dias de grande estresse.

As minhas orientadoras, Prof<sup>a</sup> Patrícia Marinho e Prof<sup>a</sup> Daniella Cunha, pela disponibilidade desde o primeiro encontro, pelo aprendizado a cada reunião, pela sensibilidade em entender meus problemas e por me apoiarem em todos os momentos que precisei. Serei sempre grata por Deus tê-las colocado em minha vida.

As minhas amigas dentro e fora do laboratório, Helen Fuzari, Renata Pereira e Jéssica Leite, por estarem sempre dispostas a ajudar nas coletas, pelos conselhos nos momentos que estava “em desespero”, pelos sorrisos diários e por terem sido tão presentes nesses dois anos aqui em Recife.

A minha turma de mestrado, especialmente Laíla Gomes e Marcia Motta, pelos conselhos, pela amizade e pelas noites que vocês perderam escutando meus planos, sempre dispostas a ajudar.

A Carlos Rêgo, Karoline Richtrmoc e Amina Lima pela amizade que construímos além dos trabalhos em sala de aula, das preocupações com as

coletas e das revisões sistemáticas, não podia ter encontrado um grupo melhor para dividir essa caminhada.

Aos doutorandos e pesquisadores do laboratório, Taciano Rocha, Helga Muniz, Maira Pessoa, Jacqueline Barcelar e Valdecir Galindo pelos ensinamentos. E especialmente a Catarina Rattes por me ajudar sempre, aprendi muito a cada dúvida que ia tirar contigo, além dos momentos felizes que dividimos.

Aos mestrandos do Laboratório, Sandra Fluhr, Adília Karoline, Amanda Couto, Sóstynis Albuquerque e Filipe Pinheiro, pela convivência. E especialmente a Jefferson Nunes, Rodrigo Viana, Bruna Araújo, Helena Rocha, Livia Rocha, Tuíra Maia e Thaís Pinto pela ajuda e parceria nas coletas.

As alunas de iniciação científica, Rebeka Carvalho e Joana Santos, pela dedicação que conduziram a pesquisa e por não colocarem barreiras para que as coisas dessem certo.

A professora Arméle Dornelas, pelo aprendizado em cada momento que pude vivenciar ao seu lado no laboratório.

Ao meu co-orientador, Frederico Cavalcanti, por ser tão acessível e por contribuir em um momento tão importante da pesquisa.

As professoras Cyda Reinaux e Shirley Campos, pelas contribuições na construção desse trabalho e pelos ensinamentos no dia a dia.

A professora Cristina Raposo, pela paciência e dedicação que me recebeu durante a realização da estatística.

A Rafael Braz pela disponibilidade, e Niége Melo que me acolheu desde a primeira ligação, não mediu esforços para resolver todas as pendências e esteve sempre disposta a ajudar.

Aos meus familiares e amigos de Mossoró, que entenderam minha ausência e seguem na torcida e em oração por mim, levo vocês sempre comigo.

Aos Centros de hemodiálise, pela disponibilidade e por me permitirem realizar essa pesquisa.

Aos meus pacientes, pela disponibilidade, amizade e por cada momento de alegria que pudemos compartilhar. Aprendi mais com vocês, do que vocês comigo, e sou grata pela oportunidade de conhecer cada um de vocês.

A CAPES, pelo apoio financeiro que me possibilitou a realização desse trabalho.

## RESUMO

O treinamento muscular inspiratório (TMI) é utilizado em pacientes com fraqueza muscular respiratória visando o aumento da força muscular, no entanto, não foram abordados os efeitos do TMI realizado diariamente em pacientes com doença renal crônica (DRC) em hemodiálise (HD). Este trabalho será apresentado em três artigos, sendo uma revisão sistemática e dois artigos originais. A revisão sistemática buscou identificar as evidências sobre o efeito do TMI em pacientes em HD; o artigo 1 teve como objetivo analisar os fatores preditores de fraqueza muscular inspiratória em pacientes em HD por meio de um estudo transversal; e o artigo 2 visou avaliar os efeitos do TMI diário sobre a força muscular respiratória, volumes da caixa torácica, mobilidade e espessura diafragmática de pacientes em HD através de um ensaio clínico randomizado e sham controlado. A pesquisa foi aprovada no comitê de ética em pesquisa da UFPE (CAAE 48538315.4.0000.5208) e cadastrada no clinical trials (NCT02599987). Foram recrutados pacientes que realizavam HD nos centros de referência em nefrologia da cidade de Recife-PE, totalizando 48 pacientes para o estudo transversal (22 no grupo sem fraqueza -GSF e 26 no grupo fraqueza - GF) e 19 pacientes para o ensaio clínico (9 no grupo TMI e 10 no grupo *Sham*). Os pacientes realizaram TMI com carga de 50% da PImáx no grupo TMI e carga de 5cmH<sub>2</sub>O no grupo *sham*, com frequência de 2 vezes ao dia, 7 vezes por semana, por um período de 8 semanas e foram avaliados através de manovacuometria, espirometria, pletismografia optoeletrônica, ultrassonografia do diafragma, teste de caminhada de seis minutos (TC6M) e questionário de qualidade de vida. A revisão sistemática evidenciou que o TMI na fase intradialítica melhora a força muscular respiratória [PImáx = -12,3 cmH<sub>2</sub>O (-23,9 a -0,7); PEmáx = 6,1 cmH<sub>2</sub>O (2,3 a 9,8)], função pulmonar [CVF = 0,2 l (-0,1 a 0,5); VEF<sub>1</sub> = 0,2 l (0,1 a 0,3)] e a capacidade funcional [TC6M = 80 m (41,1 a 118,9)] de pacientes em HD, mas os estudos apresentaram baixa qualidade de evidência. No estudo transversal, a regressão logística verificou que a albumina (OR=0,03, p=0,028), o ferro (OR=0,95, p=0,018) e a espessura diafragmática na capacidade residual funcional (CRF) (OR=0,04, p=0,036) se apresentaram como fatores de proteção para a fraqueza muscular inspiratória. Os resultados do ensaio clínico demonstraram aumento da PImáx



nos grupos TMI (- 87,56 cmH<sub>2</sub>O) e *sham* (- 77,20 cmH<sub>2</sub>O), mas a capacidade inspiratória (GTMI = 1,61 l; GS = 1,64 l; p=0,908), a espessura diafragmática na CRF (GTMI = 1,99 mm; GS = 1,89 mm; p=0,628) e a mobilidade diafragmática (GTMI = 64,35 mm; GS = 60,2 mm; p=0,544) não diferiram entre os grupos. Conclui-se que o TMI diário foi capaz de melhorar a força muscular inspiratória, no entanto, as suas repercussões sobre a capacidade pulmonar e funcional de pacientes com DRC em programa de HD não está bem definida. A revisão sistemática realizada não suporta a recomendação desse tipo de treino para essa população em virtude das grandes limitações metodológicas apresentadas.

**Palavras-chave:** Insuficiência renal crônica. Diálise renal. Músculos respiratórios. Exercícios respiratórios.

## LISTA DE FIGURAS, GRÁFICOS E QUADROS

### DISSERTAÇÃO

|                                                                                                                                                         |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 1</b> – Mensuração da espessura do diafragma relaxado durante a capacidade residual funcional através da Ultrassonografia.....                | 41 |
| <b>Figura 2A</b> – Espessura do diafragma relaxado durante a capacidade residual funcional (CRF) de paciente com fraqueza após intervenção.....         | 41 |
| <b>Figura 2B</b> – Espessura do diafragma contraído durante a capacidade pulmonar total (CPT) de paciente com fraqueza após intervenção.....            | 41 |
| <b>Figura 3</b> – Mobilidade diafragmática durante a CPT de paciente com fraqueza após a intervenção.....                                               | 42 |
| <b>Figura 4</b> – Paciente com fraqueza posicionado para realização da pletismografia optoeletrônica POE enquanto avaliada a respiração em repouso..... | 43 |
| <b>Figura 5</b> – Paciente com fraqueza muscular inspiratória realizando o treinamento muscular inspiratório (TMI).....                                 | 46 |

### REVISÃO SISTEMÁTICA

|                                                                                                                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figure 1</b> - Selection of studies for inclusion in the systematic review.....                                                                                                                 | 77 |
| <b>Figure 2</b> - Risk of bias of the included studies assessed using the Cochrane collaboration Reviewer's Handbook.....                                                                          | 78 |
| <b>Figure 3</b> - Average difference (95% CI) in maximal inspiratory pressure (in cmH <sub>2</sub> O) due to inspiratory muscle training, estimated by pooling data from four studies (n=110)..... | 79 |
| <b>Figure 4</b> - Average difference (95% CI) in maximal expiratory pressure (in cmH <sub>2</sub> O) due to inspiratory muscle training, estimated by pooling data from two studies (n=65).....    | 80 |
| <b>Figure 5</b> - Average difference (95% CI) in six-minute walk test (in meters) due to inspiratory muscle training, estimated by pooling data from two studies (n=45).....                       | 81 |

|                                                                                                                                                                                                             |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figure 6</b> - Average difference (95% CI) in forced vital capacity (FVC) due to inspiratory muscle training, estimated by pooling data from two studies (n=65).....                                     | 82 |
| <b>Figure 7.</b> Average difference (95% CI) in forced expiratory volume in the first second (FEV <sub>1</sub> ) due to inspiratory muscle training, estimated by pooling data from two studies (n=65)..... | 83 |
| <b>Box 1.</b> Inclusion Criteria.....                                                                                                                                                                       | 86 |

## ARTIGO ORIGINAL 1

|                                                     |     |
|-----------------------------------------------------|-----|
| <b>Figura 1</b> - Fluxograma dos participantes..... | 103 |
|-----------------------------------------------------|-----|

## ARTIGO ORIGINAL 2

|                                                                                  |     |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Figura 1</b> - Fluxograma de captação e acompanhamento dos participantes..... | 131 |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----|

## LISTA DE TABELAS

### REVISÃO SISTEMÁTICA

|                                                                                                                             |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Table 1</b> - Summary of included studies.....                                                                           | 76 |
| <b>Table 2</b> - Quality of evidence using the GRADE approach (Inspiratory muscle training versus Breathing exercises)..... | 84 |
| <b>Table 3</b> - Quality of evidence using the GRADE approach (Inspiratory muscle training versus control/sham).....        | 85 |

### ARTIGO ORIGINAL 1

|                                                                                                                                                     |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Tabela 1</b> – Características sociodemográficas, clínicas e antropométricas dos pacientes nos grupos com fraqueza e sem fraqueza.....           | 104 |
| <b>Tabela 2</b> – Comparação dos dados laboratoriais dos pacientes entre os grupos com fraqueza e sem fraqueza.....                                 | 105 |
| <b>Tabela 3</b> – Comparação da espessura e mobilidade diafragmática e força muscular respiratória entre os grupos com fraqueza e sem fraqueza..... | 106 |
| <b>Tabela 4</b> – Modelo de regressão logística ajustada para explicar a fraqueza muscular inspiratória.....                                        | 107 |

### ARTIGO ORIGINAL 2

|                                                                                                                                                       |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Tabela 1</b> - Características basais dos pacientes.....                                                                                           | 132 |
| <b>Tabela 2</b> - Força muscular respiratória, capacidade funcional, espessura e mobilidade diafragmática nos grupos TMI e Sham após intervenção..... | 133 |
| <b>Tabela 3</b> - Capacidade inspiratória e volume durante o TMI nos grupos TMI e Sham antes e após intervenção.....                                  | 134 |

**Tabela 4** - Escore dos domínios do KDQOL-SF nos momentos pré e pós intervenção nos grupos TMI e Sham.....135

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

AVD's – Atividades de Vida Diária  
CEP – Comitê de Ética em Pesquisa  
CI – Capacidade inspiratória  
Clab – Capacidade inspiratória do abdômen  
Clcta – Capacidade inspiratória da caixa torácica abdominal  
Clctp – Capacidade inspiratória da caixa torácica pulmonar  
CO<sub>2</sub> – Dióxido de carbono  
CPT – Capacidade pulmonar total  
CRF – Capacidade residual funcional  
CVF – Capacidade vital forçada  
DPOC – Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica  
DRC – Doença Renal Crônica  
FAV – Fístula arteriovenosa  
FC – Frequência Cardíaca  
FR – Frequência Respiratória  
HD – Hemodiálise  
Hz - Hertz  
ICC – Insuficiência Cardíaca Crônica  
IMC – Índice de Massa Corporal  
KDQOL – Kidney Disease and Quality of Life – Short Form  
LACAP – Laboratório de Fisioterapia Cardiopulmonar  
OMS – Organização Mundial de Saúde  
P13k – Fosfatidilinositol 3 quinase  
PAD – Pressão arterial diastólica  
PAS – Pressão arterial sistólica  
PEmáx – Pressão expiratória máxima  
PFE – Pico de fluxo expiratório  
PGIC - Patients' Global Impression of Change  
Plmáx – Pressão inspiratória máxima  
POE – Pletismografia opto-eletrônica  
SpO<sub>2</sub> % – Saturação periférica de oxigênio

SPSS – Statistical Package for Social Sciences  
TC6M – Teste de caminhada de seis minutos  
TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido  
TFG – Taxa de Filtração Glomerular  
TMI – Treinamento Muscular Inspiratório  
UFPE – Universidade Federal de Pernambuco  
Vab – Volume do abdomen  
Vcta – Volume corrente da caixa torácica abdominal  
Vctp – volume da caixa torácica pulmonar  
VEF<sub>1</sub> – Volume expiratório forçado no primeiro segundo  
VM – Ventilação minuto  
VO<sub>2</sub>máx – Consumo máximo de oxigênio  
Vpt – Volume da parede torácica

## SUMÁRIO

|                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------|----|
| 1 APRESENTAÇÃO .....                                                       | 17 |
| 2 INTRODUÇÃO .....                                                         | 19 |
| 3 REFERENCIAL TEÓRICO .....                                                | 21 |
| 3.1 Doença renal crônica e hemodiálise .....                               | 21 |
| 3.2 O sistema respiratório na Doença Renal Crônica .....                   | 22 |
| 3.3 Fraqueza muscular no paciente com Doença Renal Crônica .....           | 24 |
| 3.4 Fraqueza muscular respiratória no paciente com Doença Renal Crônica .. | 25 |
| 3.5 Doença Renal Crônica e capacidade funcional .....                      | 25 |
| 3.6 Treinamento muscular inspiratório (TMI) .....                          | 26 |
| 3.7 Hemodiálise e qualidade de vida .....                                  | 28 |
| 4 JUSTIFICATIVA .....                                                      | 29 |
| 5 HIPÓTESE .....                                                           | 30 |
| 6 OBJETIVO.....                                                            | 30 |
| 6.1 Objetivo geral .....                                                   | 30 |
| 6.2 Objetivos específicos .....                                            | 30 |
| 7 MÉTODOS .....                                                            | 31 |
| 7.1 Desenho do estudo .....                                                | 31 |
| 7.2 Local do estudo.....                                                   | 32 |
| 7.3 Período do estudo.....                                                 | 32 |
| 7.4 Amostra.....                                                           | 32 |
| 7.1.4 Amostragem .....                                                     | 32 |
| 7.2.4 Tamanho Amostral.....                                                | 32 |
| 7.5 Critérios de elegibilidade .....                                       | 33 |
| 7.5.1 Critérios de inclusão .....                                          | 33 |
| 7.5.2 Critérios de exclusão .....                                          | 33 |
| 7.6 Randomização e sigilo de alocação .....                                | 34 |
| 7.7 Definição das variáveis .....                                          | 34 |
| 7.7.1 Variáveis Dependentes.....                                           | 34 |
| 7.7.2 Variável Independente .....                                          | 36 |
| 7.7.3 Variáveis de Controle.....                                           | 36 |
| 7.8 Coleta de dados .....                                                  | 37 |



|                                                                                 |     |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 7.9.1 Ficha de Avaliação Global .....                                           | 37  |
| 7.9.2 Kidney Disease Quality of Life Instrument Short Form – KDQOL-SF™1.3 ..... | 38  |
| 7.9.3 Manovacuometria .....                                                     | 38  |
| 7.9.4 Espirometria.....                                                         | 39  |
| 7.9.5 Ultrassonografia do Diafragma .....                                       | 40  |
| 7.9.6 Pletismografia optoeletrônica (POE).....                                  | 42  |
| 7.9.7 Teste de Caminhada de 6 Minutos (TC6M) .....                              | 44  |
| 7.9.8 Protocolo de TMI.....                                                     | 44  |
| 7.10 Satisfação com o tratamento.....                                           | 45  |
| 7.11 Análise dos dados.....                                                     | 46  |
| 8 RESULTADOS .....                                                              | 48  |
| 9 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....                                                    | 49  |
| 10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....                                             | 50  |
| APÊNDICE A – REVISÃO SISTEMÁTICA.....                                           | 61  |
| APÊNDICE B – ARTIGO ORIGINAL 1.....                                             | 87  |
| APÊNDICE C – ARTIGO ORIGINAL 2.....                                             | 108 |
| APÊNDICE D: CARTA DE ANUÊNCIA.....                                              | 136 |
| APÊNDICE E: TCLE .....                                                          | 141 |
| APÊNDICE F: FICHA DE AVALIAÇÃO.....                                             | 143 |
| APÊNDICE G: TESTE DE CAMINHADA DE SEIS MINUTOS.....                             | 146 |
| APÊNDICE H: DIÁRIO DE TREINAMENTO .....                                         | 147 |
| APÊNDICE I – ESCALA PGIC .....                                                  | 151 |
| ANEXO I: APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA E PESQUISA.....                           | 153 |
| ANEXO II: KIDNEY DISEASE AND QUALITY OF LIFE SHORT FORM.....                    | 156 |
| ANEXO III: ESCALA DE BORG MODIFICADA.....                                       | 163 |

## 1 APRESENTAÇÃO

A presente pesquisa foi desenvolvida na linha de pesquisa “Instrumentação e Intervenção Fisioterapêutica” do Programa de Pós-graduação *Strictu Sensu*, nível mestrado em Fisioterapia do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco. Faz parte dos trabalhos que estão sendo desenvolvidos no grupo de pesquisa “Avaliação e Intervenção Fisioterapêutica em Doença Renal Crônica”, sob a responsabilidade de Prof<sup>a</sup> Dra. Patrícia Érika de Melo Marinho e tem como objetivos avaliar a condição física, funcional e qualidade de vida desses pacientes, assim como desenvolver protocolos de tratamento fisioterapêutico.

O estudo foi caracterizado e registrado como Ensaio Clínico Randomizado e dele foram elaborados 2 artigos originais e 1 revisão sistemática, a saber:

REVISÃO SISTEMÁTICA: O Treinamento Muscular Inspiratório é eficaz em pacientes com Doença Renal Crônica? Revisão Sistemática e Metanálise”.

- ☐ Revista que foi submetida: **Journal of Physiotherapy**
- ☐ Área de Concentração: **Educação Física**
- ☐ Qualis da revista: **A1**

ARTIGO ORIGINAL 1 – Fatores de proteção de fraqueza muscular inspiratória em pacientes com Doença Renal Crônica em hemodiálise.

- ☐ Revista a ser submetida: **Respiratory Physiology & Neurobiology**
- ☐ Área de Concentração: **Educação Física**
- ☐ Qualis da revista: **A2**

ARTIGO ORIGINAL 2 - Efeitos do treinamento muscular inspiratório diário sobre a variação de volume na caixa torácica, a mobilidade e espessura diafragmática de pacientes em hemodiálise: Ensaio clínico randomizado e sham controlado.

- ☐ Revista a ser submetido: **American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation**
- ☐ Área de Concentração: **Educação Física**
- ☐ Qualis da revista: **A1**

A dissertação foi elaborada de acordo com as normas vigentes do Programa de Pós-graduação *Strictu Sensu* em Fisioterapia da Universidade Federal de Pernambuco, e os artigos redigidos conforme as normas das revistas aos quais os mesmos serão submetidos.

## 2 INTRODUÇÃO

A Doença Renal Crônica (DRC) é um grave problema de saúde pública que aumenta a mortalidade global, podendo elevar o risco de morte em até 60% quando comparado a pacientes sem a doença (FEDEWA et al., 2014; RODRIGUEZ-PONCELAS et al., 2013). Sua prevalência tem aumentado ao redor do mundo, afetando cerca de 5 a 8% da população mundial (JOSHI, 2014; LI et al., 2014). No Brasil, em 2012 o Censo de Diálise da Sociedade Brasileira de Nefrologia estimou em 97.586 o número de pacientes em diálise, o equivalente a 503 pacientes por milhão da população (SESSO et al., 2014).

A DRC é definida como uma anormalidade na estrutura ou função renal com implicações na saúde por pelo menos 3 meses (AKBARI et al., 2015). A deterioração persistente da taxa de filtração glomerular (TFG) conduz a síndrome urêmica, a qual atinge diferentes sistemas do organismo e pode levar ao desenvolvimento de anemia, acidose metabólica, alteração do metabolismo mineral e desnutrição (BASTOS; BREGMAN; KIRSZTAJN, 2010; SILVA et al., 2011).

Os pacientes com DRC também podem apresentar redução da capacidade de difusão, da função pulmonar e da troca gasosa decorrentes de alterações mecânicas e hemodinâmicas na função pulmonar (GULERIA et al., 2005). Essa disfunção pulmonar pode ser consequência direta das toxinas urêmicas circulantes, ou indireta da sobrecarga de volume, desnutrição, anemia, supressão imunológica, alteração nos eletrólitos e desequilíbrio ácido-base (RAHGOSHAH et al., 2010).

A uremia acarreta lesão pulmonar, ocasionando redução na capacidade de difusão do monóxido de carbono, disfunção das pequenas vias aéreas e diminuição do consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2\text{máx}}$ ) (HUSAIN-SYED et al., 2015). A disfunção pulmonar pode ser representada por alteração da responsividade brônquica, aumento do líquido extravascular pulmonar, calcificação pulmonar, deposição de ferro e deficiência nos músculos respiratórios (ABDALLA; ABDELGAHAWAD; ALNAHAL, 2013).

Além das alterações pulmonares, os pacientes com DRC apresentam baixo condicionamento cardiorrespiratório devido às disfunções respiratórias, cardiovasculares e periféricas (GREENWOOD et al., 2015; PAINTER et al.,

1987), e a redução da capacidade de exercício está associada ao aumento da mortalidade (HOWDEN et al., 2013).

A disfunção muscular em pacientes renais não é bem definida, mas uma série de alterações comuns nessa população como anemia, desnutrição, hiperparatireoidismo secundário, anormalidade no metabolismo energético, uremia e inatividade podem induzir a fraqueza muscular (HEIWE; JACOBSON, 2014). Mudanças musculares estruturais, como atrofia de fibras tipo I e II, e funcionais, como comprometimento no transporte, absorção e consumo de oxigênio são observadas nesses pacientes (PELLIZZARO; THOMÉ; VERONESE, 2013). O acúmulo de líquido a nível pulmonar e o desequilíbrio eletrolítico também contribuem para o comprometimento da força muscular respiratória (TAVANA; MOHAMMADREZA, 2015). A fraqueza dos músculos respiratórios ocasiona déficit ventilatório e consequente redução da capacidade pulmonar (ABDALLA; ABDELGAWAD; ALNAHAL, 2013).

Considerando que os músculos inspiratórios são morfológica e funcionalmente músculos esqueléticos, o seu treino pode melhorar a força e resistência, desde que a carga estabelecida seja adequada (ENRIGHT; UNNITHAN, 2011). O treinamento muscular inspiratório (TMI) se baseia na aplicação de resistência a inspiração através de dispositivos específicos, visando a melhora da força e da resistência desses músculos (GALEIRAS VÁZQUEZ et al., 2013).

Alguns estudos relatam a realização do TMI durante o período intradialítico com melhora na força muscular respiratória, na distância percorrida no teste de caminhada de 6 minutos (TC6M) e de alguns domínios da qualidade de vida (FIGUEIREDO et al., 2012; PELLIZZARO; THOMÉ; VERONESE, 2013; SILVA et al., 2011; WEINER et al., 1996). Outros estudos também utilizaram esse treinamento em diferentes condições clínicas, como em indivíduos saudáveis (EDWARDS, 2013), cardiopatas (BOSNAK-GUCLU et al., 2011), pneumopatas (CHARUSUSIN et al., 2013; PETROVIC et al., 2012), pré-operatório (HULZEBOS et al., 2006; VALKENET et al., 2014) e doenças neurológicas (KULNIK et al., 2014) e verificaram aumento da força muscular inspiratória, além do aumento espessura e mobilidade diafragmática, do acréscimo dos volumes pulmonares, da redução da dispneia, da melhora da capacidade funcional, do desempenho no exercício e da qualidade de vida

(ENRIGHT, 2004; GOSSELINK et al., 2011; PLENTZ et al., 2012; SOUZA et al., 2014).

Em pacientes com DRC, a realização de exercício no período intradialítico tem sido utilizada pela conveniência de horário e redução da monotonia do processo de HD (REBOREDO et al., 2007). Entretanto, pelo princípio da sobrecarga, os músculos podem ser sobrecarregados quando estimulados a trabalhar com intensidades mais altas, frequências maiores e períodos mais longos (MCCONNELL, 2013). Por isso tem sido comum a realização diária do TMI em diversas populações, embora ainda não avaliado em pacientes com DRC.

### **3 REFERENCIAL TEÓRICO**

#### **3.1 Doença renal crônica e hemodiálise**

A DRC é caracterizada por alterações na estrutura ou função renal por um período de 3 meses ou mais que acarreta implicações para a saúde e pode ser classificada em 6 estágios de acordo com a TFG e a presença de albuminúria. Pacientes com  $TFG < 60 \text{ mL/min/1,73 m}^2$  ou  $TFG > 60 \text{ mL/min/1,73 m}^2$  associada a um marcador de dano renal parenquimatoso (por exemplo, albuminúria  $> 30\text{mg/24h}$ ) são diagnosticados com disfunção renal (KDIGO; CKD WORK GROUP, 2013). A DRC é considerada um problema de saúde global, que aumenta o número de hospitalizações e mortalidade consideravelmente, além de elevar o custo dos pacientes para o sistema de saúde em 1,8 vezes, quando com DRC em tratamento conservador, e em 10,3 vezes, quando em hemodiálise (PARK, 2014).

No estágio inicial, a doença é silenciosa e pode ser mascarada por outras condições, mas a sua detecção precoce permite a introdução de medidas terapêuticas que podem prevenir ou retardar a evolução para a doença renal terminal (MAKUSIDI et al., 2014). Com a progressão da doença para o chamado estágio terminal, quando a TFG atinge valores inferiores a  $15 \text{ mL/min/1,73 m}^2$ , os rins são incapazes de manter a homeostase corporal, sendo necessário o início de terapias renais substitutivas, como HD, diálise

peritoneal ou transplante renal (FIGUEIREDO et al., 2012; MOTEDAYEN et al., 2014).

Nas últimas décadas, a HD tem sido uma terapia decisiva no aumento da sobrevida de doentes renais terminais (BAVBEEK et al., 2010). A HD tem como objetivo a restauração do ambiente fluido intracelular e extracelular, através da troca de solutos e ultrafiltração de água através de uma membrana semi-permeável artificial (HIMMELFARB; IKIZLER, 2010). Para que o processo seja eficaz, é necessário um acesso vascular confiável, seguro, aceitável para o paciente, com fluxo sanguíneo adequado e duração a longo prazo, sendo a fistula arteriovenosa (FAV) preferível frente aos acessos venosos centrais (LOMONTE; BASILE, 2015). Usualmente, as sessões de HD são realizadas três vezes por semana, com duração de quatro horas cada, mas a prescrição pode sofrer variação de acordo com as metas calculadas para o paciente (HIMMELFARB; IKIZLER, 2010).

Apesar dos benefícios da HD, algumas características dessa população, como a presença de múltiplas comorbidades, a sobrecarga de volume e alteração no metabolismo do cálcio e fósforo são apontadas como fatores de risco para morbimortalidade, de forma que esses pacientes apresentam mortalidade cardiovascular e não-cardiovascular aumentadas quando comparadas a população geral (DE JAGER et al., 2009).

### **3.2 O sistema respiratório na Doença Renal Crônica**

O sistema respiratório é afetado pela DRC por diversos mecanismos que acarretam hipoxemia e piora da função pulmonar (CURY; BRUNETTO; AYDOS, 2010; PIERSON, 2006; SAFA et al., 2014). Entre as disfunções pulmonares nesses pacientes pode-se listar a hipertensão pulmonar, congestão pulmonar, derrame pleural, atelectasia e a fibrose pulmonar (BAVBEEK et al., 2010; KARACAN et al., 2006). O edema pulmonar crônico, as infecções recorrentes, a fibrose intersticial e a calcificação do parênquima pulmonar estão envolvidos na disfunção pulmonar (CURY; BRUNETTO; AYDOS, 2010).

O aumento do volume extracelular é uma característica comum em pacientes com DRC terminal (ZOCCALI et al., 2014). A redução da pressão oncótica plasmática causada pela hipoalbuminemia, associada ao aumento da pressão hidrostática, promovem o movimento de líquido para fora dos capilares pulmonares (PIERSON, 2006). O edema pode ser pequeno ou moderado e assintomático, ou pode haver grande sobrecarga de volume, que se caracteriza como emergência médica, desencadeando muitas vezes a necessidade de hospitalização (ZOCCALI et al., 2014).

Durante a HD os pacientes apresentam hipoxemia, com diminuição da pressão parcial de oxigênio arterial em 10-15mmHg, dependendo da membrana de diálise e do tampão do dialisado (ABDALLA; ABDELGAWAD; ALNAHAL, 2013). A hipoxemia é causada pelo desvio da curva de dissociação da hemoglobina para a esquerda, o que caracteriza menor liberação de oxigênio aos tecidos em resposta a fatores como aumento do pH durante a HD, hipoventilação alveolar devido a difusão de CO<sub>2</sub>, depressão do centro respiratório e o acúmulo de leucócitos nos pequenos vasos pulmonares (PIERSON, 2006).

A calcificação pulmonar é caracterizada por depósito de sais de cálcio no parênquima pulmonar e resulta da hipercalcemia, hiperparatireoidismo, hiperfosfatemia e suplementação de vitamina D (BELÉM et al., 2014; MARCHIORI et al., 2002). Os sintomas mais comuns são dispneia e tosse não produtiva, mas existem pacientes assintomáticos e com grave comprometimento respiratório (BELÉM et al., 2014; CHRISTINE et al., 2012).

As mudanças no sistema respiratório desses pacientes culminam com alterações da função pulmonar, principalmente de caráter restritivo (CURY; BRUNETTO; AYDOS, 2010; JUSTRABO; GENIN; RIFLE, 1979; KOVACEVIĆ et al., 2013). A HD contribui para melhora da mecânica respiratória pela redução do volume extracelular, melhorando a função pulmonar, a força muscular respiratória e reduzindo a dispneia (PALAMIDAS et al., 2014).



### 3.3 Fraqueza muscular no paciente com Doença Renal Crônica

A anormalidade na estrutura musculoesquelética de pacientes com DRC, denominada miopatia urêmica, manifesta-se principalmente quando ocorre redução na TFG inferior a 25ml/min/1,73m<sup>2</sup> (FLISINSKI et al., 2014).

A perda de massa muscular caracteriza-se como a perda involuntária de peso corporal que afeta as atividades de vida diária, a qualidade de vida e a taxa de mortalidade (CHEN et al., 2013). Esta condição é decorrente do desgaste proteico energético, que reduz a proteína sistêmica, a massa muscular esquelética e a massa corporal, estando presente em até 75% dos pacientes em HD (FLISINSKI et al., 2014). A disfunção muscular é resultante de má nutrição, do desequilíbrio hormonal, da depleção de ATP e glicogênio, do transporte inadequado de oxigênio e dos distúrbios eletrolíticos, além de mudanças no estilo de vida (SOUZA et al., 2015).

A inflamação é frequente na DRC, podendo ser evidenciada pelos altos níveis circulantes de marcadores inflamatórios como proteína C reativa, interleucina-6 e fator de necrose tumoral alfa, contribuindo para a perda muscular através da ativação do sistema ubiquitina-proteassoma (BAILEY et al., 2006; SOUZA et al., 2015). Essa ativação é ocasionada não apenas pela inflamação, mas também pela acidose metabólica ou por defeitos na sinalização da insulina/IGF-1 (BAILEY et al., 2006; CHEN et al., 2013; FLISINSKI et al., 2014). A insuficiência na sinalização de insulina/IGF-1 acarreta redução de proteína quinase B (p-Akt) no músculo e consequente supressão da via fosfatidilinositol 3 quinase (PI3K)/Akt, que leva a ativação da caspase-3 com degradação da proteína muscular (CHEN et al., 2013).

Do ponto de vista histológico, a disfunção muscular se apresenta através de alterações mitocondriais, da perda de miofilamentos e acúmulo de glicogênio intracelular e atrofia das fibras musculares do tipo II (DIESEL et al., 1993). A maior proporção de fibras tipo I, menor de fibras do tipo IIB e reduzida capacidade oxidativa do músculo vasto lateral de pacientes em HD em relação a pacientes saudáveis, foi evidenciada em estudo recente (LEWIS et al., 2012), justificando a reduzida capacidade de exercício. Essas anormalidades morfológicas são resultantes da interação entre alterações nutricionais,

bioquímicas e inatividade, podendo estar presente em músculos locomotores ou não (KALTSATOU et al., 2015).

### **3.4 Fraqueza muscular respiratória no paciente com Doença Renal Crônica**

A ocorrência de fraqueza muscular respiratória é explicada por mecanismos semelhantes à fraqueza de músculos periféricos (BARK et al., 1988; FAHAL et al., 1997; KARACAN et al., 2006; PELLIZZARO; THOMÉ; VERONESE, 2013). A uremia compromete músculos periféricos e respiratórios, reduzindo a força e o tempo de contração e aumentando a fadiga, no entanto, respostas distintas foram observadas quando comparadas a uremia moderada e grave nos músculos sóleo e diafragma, na qual o diafragma foi mais afetado pela uremia grave, e isto pode ser atribuído a atividade contínua do diafragma, que pode retardar o efeito da uremia moderada, mas não prevenir a miopatia induzida por uremia grave (TARASUIK; HEIMER; BARK, 1992).

A fraqueza muscular respiratória associada as mudanças no sistema respiratório inerentes ao paciente com DRC acarretam déficit ventilatório, com diminuição da capacidade pulmonar (ABDALLA; ABDELGAWAD; ALNAHAL, 2013) e redução da *endurance* e capacidade cardiorrespiratória, constatada na redução do  $VO_2$ máx em cerca de 50% dos valores de sedentários saudáveis (KONSTANTINIDOU et al., 2002; KOVELIS et al., 2008).

Recentemente, foi demonstrado que a força muscular inspiratória e expiratória de pacientes em programa de HD são reduzidas em 37% e 25% respectivamente, comparado aos valores preditos para saudáveis (PELLIZZARO; THOMÉ; VERONESE, 2013).

### **3.5 Doença Renal Crônica e capacidade funcional**

Considerando que a fraqueza muscular é uma das principais causas de diminuição na capacidade de exercício na DRC (GOULD et al., 2014), a combinação do sedentarismo com as limitações musculares e cardiovasculares ocasionam descondicionamento físico progressivo (POMIDORI et al., 2016).

O teste de exercício cardiopulmonar é importante instrumento para avaliação da capacidade funcional e graduação de resposta a tratamento em pacientes com DRC por analisar os sintomas e/ou intolerância ao exercício (SCRUTINIO et al., 2015). Na impossibilidade de sua realização, o teste de caminhada de seis minutos (TC6M) tem sido recomendado por representar a capacidade funcional no desenvolvimento de atividades diárias no nível submáximo (KOHL et al., 2012; PAJEK et al., 2016). Nos pacientes com DRC, a distância percorrida no TC6M é cerca de 100 metros menor que em indivíduos saudáveis (PAJEK et al., 2016), e essa distância foi caracterizada como marcador de sobrevivência nessa população, onde a cada 100 metros percorridos foi evidenciado aumento de 5% na sobrevida (KOHL et al., 2012).

Nos pacientes com DRC, o baixo desempenho nesse teste pode ser atribuído a redução de força muscular, a deficiência de ferro que acarreta diminuição da síntese e transporte de oxigênio, e a presença de doença coronariana prévia, que está associada a um baixo nível de atividade física (KONO et al., 2014).

### **3.6 Treinamento muscular inspiratório (TMI)**

Os músculos esqueléticos têm grande capacidade de adaptação do fenótipo diante das necessidades impostas (GEA et al., 2000). A capacidade dos músculos respiratórios em produzir força depende, assim como em outros músculos esqueléticos, do comprimento e da velocidade de contração (RATNOVSKY; ELAD; HALPERN, 2008).

O treinamento dos músculos respiratórios é realizado com o objetivo de melhorar o desempenho respiratório através do incremento de carga do sistema respiratório para além do seu nível habitual de funcionamento, criando assim um efeito de treinamento e consequente desenvolvimento de força e resistência desses músculos (KULNIK et al., 2014; VALKENET et al., 2014).

As diferentes isoformas da cadeia pesada de miosina determinam características funcionais do músculo, como velocidade de contração muscular, atividade da enzima ATPase e taxa de fadiga muscular (GEA et al., 2000). A aplicação de exercício respiratório com carga inspiratória é capaz de induzir

aumento da cadeia pesada de miosina lenta nos músculos respiratórios, o que reflete o aumento da resistência a fadiga e o recrutamento de menor número de fibras para a mesma quantidade de trabalho, melhorando a eficiência muscular (GEA et al., 2000; RAY; PENDERGAST; LUNDGREN, 2010).

O treinamento dos músculos respiratórios pode ocorrer de três formas: hiperventilação voluntária isocápnica, que consiste na manutenção de altos níveis de ventilação; carga resistiva de fluxo inspiratório, que utiliza dispositivo com diferentes tamanhos de orifício que fornecem resistência ao fluxo de ar; e carga com pressão inspiratória (carga linear), que funciona pela ação de uma válvula de carga-pressão inspiratória (GÖHL et al., 2016; MCCONNELL; ROMER, 2004).

O treinamento com carga linear possui carga dependente de pressão pré-ajustada, sendo bastante utilizado por apresentar fluxo livre e proporcionar bom desempenho dos músculos inspiratórios, além de fácil utilização e portabilidade (MCCONNELL; ROMER, 2004).

As mudanças estruturais no músculo inspiratório foram observadas através de modificações no percentual de fibras tipo I e no tamanho de fibras tipo II (HOW et al., 2007) e aumento da espessura diafragmática avaliada por ultrassonografia (ENRIGHT et al., 2006; SOUZA et al., 2014).

De acordo com alguns estudos, a realização do TMI em doenças como a insuficiência cardíaca congestiva e doença pulmonar obstrutiva crônica proporciona melhora da força muscular inspiratória, da *endurance* muscular inspiratória, da capacidade de exercício, da capacidade funcional, da dispnéia e da qualidade de vida (GEDDES et al., 2008; PLENTZ et al., 2012).

O TMI para pacientes com DRC se apresenta com o objetivo de condicionar e fortalecer os músculos respiratórios que apresentam declínio da massa muscular (FIGUEIREDO et al., 2012). No entanto, os protocolos desenvolvidos para essa população de pacientes são diversos em sua prescrição, intensidade, duração e avaliação de desfechos (FIGUEIREDO et al., 2012; PELLIZZARO; THOMÉ; VERONESE, 2013; SILVA et al., 2011; WEINER et al., 1996), e essa variação nos protocolos acarreta efeitos distintos do TMI (ENRIGHT et al., 2006).

Devido a elevada capacidade de resistência dos músculos inspiratórios, a frequência e o número de repetições necessita ser maior que o recomendado

para treino periférico, caso contrário a sobrecarga não será suficiente (MCCONNELL, 2013). Em se tratando de pacientes com DRC, os protocolos de TMI foram desenvolvidos no período intradialítico, três vezes por semana (FIGUEIREDO et al., 2012; PELLIZZARO; THOMÉ; VERONESE, 2013; SILVA et al., 2011; WEINER et al., 1996), não sendo encontrado até o presente momento, a realização do TMI diário nessa população, diferentemente de outras doenças crônicas (BOSNAK-GUCLU et al., 2011; LANGER et al., 2015).

### **3.7 Hemodiálise e qualidade de vida**

A qualidade de vida é definida pela Organização Mundial de Saúde (OMS) como a percepção que o indivíduo tem de sua posição na vida, no contexto da cultura e no sistema de valores em que vive, e em relação a seus objetivos, expectativas, padrões e preocupações (JOSHI, 2014).

Sintomas da DRC como fraqueza, falta de controle sobre a doença, restrições nutricionais, mudança da imagem corporal, perda do emprego, dificuldades financeiras e disfunções sexuais, afetam negativamente a qualidade de vida (SHAHGHOLIAN; ESHGHINEZHAD; MORTAZAVI, 2014; WANG et al., 2016).

A HD está associada a sintomas que comprometem a vida diária dos pacientes (MOURA et al., 2015), pois o tempo que demanda a sessão de HD acarreta restrições nas atividades sociais, funcionamento físico e saúde mental (SABAN et al., 2010; WANG et al., 2016). A má qualidade de vida é preditor de morbimortalidade em pacientes com DRC (MOURA et al., 2015; PARVAN et al., 2013).

Para pacientes dialíticos, a qualidade de vida é referida como mais importante que a sobrevivência (MOURA et al., 2015). Estudos demonstraram que pontuações baixas dos domínios da qualidade de vida se associam ao aumento do risco de morte e internação hospitalar de modo tão forte como os níveis séricos de albumina (JOSHI, 2014; SABAN et al., 2010).

A avaliação da qualidade de vida dos pacientes com DRC pode ser realizada através da aplicação de medidas específicas e genéricas que identifiquem os domínios ou áreas mais afetadas, e desta forma, guiem a

intervenção adequada (DUARTE; CICONELLI; SESSO, 2005). Para este fim o questionário *Kidney Disease and Quality of Life Short Form* (KDQOL-SF) tem sido utilizado, por abordar uma parte genérica e outra específica para a doença renal (DUARTE et al., 2003; DUARTE; CICONELLI; SESSO, 2005; VON DER LIPPE et al., 2014). De acordo com as evidências, a aplicação desse instrumento demonstrou baixa qualidade de vida em pacientes com DRC, com influência de alguns fatores como idade, sexo, nível educacional, condições financeiras e de trabalho (WU et al., 2014).

#### **4 JUSTIFICATIVA**

A DRC está associada a alterações nos sistemas musculoesquelético e respiratório. O déficit de força muscular respiratória é uma das disfunções apresentadas por pacientes com DRC, que compromete a função pulmonar e a capacidade cardiorrespiratória.

O TMI tem sido utilizado para o fortalecimento muscular em diferentes condições clínicas e através de diversos protocolos proporcionando melhora sobre o sistema respiratório, no entanto, os programas de treinamento descritos até o presente momento em pacientes com DRC foram desenvolvidos apenas no período intradialítico. De acordo com o princípio da sobrecarga, a frequência diária de treino pode resultar em melhora fisiológica superior aquela desenvolvida apenas durante o período intradialítico, o que já vem sendo desenvolvido em saudáveis e em pacientes com patologias como DPOC e ICC.

Considerando o grande número de pacientes em programa de HD e da prevalência de disfunções pulmonares apresentadas, na maioria das vezes sem diagnóstico e tratamento, a avaliação respiratória e funcional se faz necessária. Devido a inexistência de estudos utilizando o TMI diário nessa população e dos possíveis resultados que a frequência diária de treino pode apresentar, a inserção de um programa de TMI diário por um período de 8 semanas em pacientes com DRC em programa de HD se faz necessária para avaliar as suas repercussões sobre a função respiratória e funcional e consequente impacto na qualidade de vida desses pacientes.

## **5 HIPÓTESE**

H0: A realização de treinamento muscular inspiratório diário por 8 semanas não aumenta a força muscular respiratória, a variação de volume na caixa torácica, a mobilidade e a espessura diafragmática de pacientes em hemodiálise quando comparados a pacientes que realizam o exercício inspiratório sem carga.

H1: A realização de treinamento muscular inspiratório diário por 8 semanas aumenta a força muscular respiratória, a variação de volume na caixa torácica, a mobilidade e a espessura diafragmática de pacientes em hemodiálise quando comparados a pacientes que realizam o exercício inspiratório sem carga.

## **6 OBJETIVO**

### **6.1 Objetivo geral**

Avaliar a presença de fraqueza muscular inspiratória em pacientes com DRC em programa de HD e identificar a eficácia do TMI diário sobre a força muscular respiratória, a variação de volume na caixa torácica, a mobilidade e a espessura diafragmática desses pacientes.

### **6.2 Objetivos específicos**

#### **REVISÃO SISTEMÁTICA**

- Verificar a eficácia do treinamento muscular inspiratório na melhora da força muscular respiratória, da função pulmonar e da capacidade funcional de pacientes com DRC em HD através de uma revisão sistemática.

#### **ARTIGO ORIGINAL 1**

- Caracterizar o perfil dos pacientes com DRC em HD em relação aos dados sociodemográficos e clínicos;
- Avaliar a força muscular inspiratória e expiratória destes pacientes;

- Comparar a espessura e mobilidade do diafragma dos pacientes com DRC em HD com e sem fraqueza muscular inspiratória;
- Comparar os marcadores séricos dos pacientes com DRC em HD com e sem fraqueza muscular inspiratória;
- Verificar os fatores associados com a fraqueza muscular inspiratória em pacientes com DRC em HD.

## ARTIGO ORIGINAL 2

- Avaliar a força muscular inspiratória e expiratória de dos pacientes com DRC em HD antes e após a intervenção;
- Mensurar a espessura e mobilidade do diafragma dos mesmos antes e após a intervenção;
- Analisar o padrão respiratório e a distribuição tricompartimental do volume da caixa torácica de dos pacientes com DRC em HD antes e após a intervenção;
- Avaliar a capacidade funcional destes pacientes antes e após a intervenção;
- Analisar os domínios da qualidade de vida de pacientes com DRC em HD antes e após a intervenção;
- Comparar a força muscular respiratória, espessura, mobilidade e taxa de espessamento do diafragma, volumes da caixa torácica, capacidade funcional e qualidade de vida entre os grupos após o treinamento.

## 7 MÉTODOS

### 7.1 Desenho do estudo

Trata-se de um ensaio clínico *sham* controlado e randomizado, duplo cego. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética do Centro de Ciências da Saúde da UFPE sob o registro CAAE 48538315.4.0000.5208 (ANEXO I) e registrado no *Clinical Trials* sob o número NCT02599987. Foram respeitadas as normas da Resolução 466/12 de setembro de 2012 do Conselho Nacional de Saúde.



## **7.2 Local do estudo**

A pesquisa foi realizada no Laboratório de Fisioterapia Cardiopulmonar (LACAP), do Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

## **7.3 Período do estudo**

O estudo foi realizado no período de outubro de 2015 a novembro de 2016.

## **7.4 Amostra**

### **7.1.4 Amostragem**

Foram recrutados pacientes com DRC que estivessem realizando tratamento hemodialítico nos centros de HD do Hospital das Clínicas, do Real Hospital Português, da Prontorim, do Nefrocentro, da Uninefron e do Multirim, todos localizados na cidade do Recife-PE.

### **7.2.4 Tamanho Amostral**

## **ARTIGO 1**

O cálculo da amostra foi realizado a partir de um estudo piloto com 10 pacientes, através dos desfechos uréia, potássio, ferro e espessura do diafragma na CPT. Foram utilizadas as médias e desvio padrão das variáveis e foi considerada para determinação da amostra a variável espessura do diafragma, por apresentar o maior tamanho amostral, representado por 28 pacientes, sendo 14 para o grupo com fraqueza e 14 para o grupo sem fraqueza. O cálculo amostral considerou um poder  $(1-\beta)$  de 80% e um  $\alpha$  de 5%, com um tamanho de efeito de 1,10 e foi realizado no programa estatístico G\*Power 3.1.9.2 (FAUL et al., 2009). Foram avaliados todos os pacientes elegíveis para o ensaio clínico, de forma que a amostra final foi constituída por 48 pacientes.

## ARTIGO 2

O cálculo da amostra foi realizado a partir de um estudo piloto com 10 pacientes, através dos desfechos pressão inspiratória máxima (PI<sub>máx</sub>), pressão expiratória máxima (PE<sub>máx</sub>) e espessura do diafragma na capacidade pulmonar total (CPT). Foram utilizadas as médias e desvio padrão das variáveis e foi considerada para determinação da amostra a variável espessura do diafragma, por apresentar o maior tamanho amostral, representado por 20 pacientes, sendo 10 para o grupo TMI e 10 para o grupo sham. O cálculo amostral considerou um poder ( $1-\beta$ ) de 80% e um  $\alpha$  de 5%, com um tamanho de efeito de 1.395 e foi realizado no programa estatístico G\*Power 3.1.9.2 (FAUL et al., 2009).

### 7.5 Critérios de elegibilidade

#### 7.5.1 Critérios de inclusão

Os critérios para inclusão na pesquisa foram: Ambos os sexos, apresentar idade entre 18 e 65 anos, ter DRC e realizar HD por um período mínimo de doze meses, apresentar força muscular inspiratória preservada ou fraqueza muscular inspiratória (PI<sub>máx</sub> < 80cmH<sub>2</sub>O para homens e < 60cmH<sub>2</sub>O para mulheres) (CARUSO et al., 2015).

#### 7.5.2 Critérios de exclusão

Os critérios de exclusão da pesquisa foram: Presença de alterações musculoesqueléticas não provenientes da DRC, déficit neurológico, doença pulmonar crônica, doença cardíaca grave (angina instável e infarto agudo do miocárdio prévio), diabetes descompensado, doença infecciosa, tabagismo e contraindicação para realização dos testes respiratórios (GIBSON et al., 2002; MILLER et al., 2005) e TC6M (CRAPO et al., 2002).

## 7.6 Randomização e sigilo de alocação

Participaram da pesquisa 5 pesquisadores, um foi responsável pela randomização, dois realizavam as avaliações e dois realizavam o treinamento.

A randomização foi realizada em blocos através do software *randomization.com*, onde um pesquisador que não participou das outras etapas da pesquisa executou o processo de randomização e alocou em envelopes opacos e numerados, entregando-os aos pesquisadores responsáveis pelo treinamento, garantindo assim, o sigilo de alocação. Os pesquisadores responsáveis pela avaliação não tinham acesso aos envelopes para manutenção do cegamento. O paciente foi alocado no grupo TMI ou grupo sham.

- Grupo TMI (n=10): Constituído por participantes que realizaram o protocolo de TMI com carga incremental de 50% da PImáx.
- Grupo sham (n=10): Constituído por participantes que realizaram o protocolo de TMI sem carga incremental (5 cmH<sub>2</sub>O).

## 7.7 Definição das variáveis

### 7.7.1 Variáveis Dependentes

| Variável                                        | Medida             | Tipo                  |
|-------------------------------------------------|--------------------|-----------------------|
| Pressão Inspiratória Máxima (PImáx)             | cmH <sub>2</sub> O | Quantitativa Contínua |
| Pressão Expiratória Máxima (PEmáx)              | cmH <sub>2</sub> O | Quantitativa Contínua |
| Espessura do Diafragma                          | milímetros (mm)    | Quantitativa Contínua |
| Mobilidade do Diafragma                         | milímetros (mm)    | Quantitativa Contínua |
| Volume expiratório forçado no 1º segundo (VEF1) | litros (L)         | Quantitativa Contínua |

|                                                             |                                   |                       |
|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| Capacidade Vital Forçada (CVF)                              | litros (L)                        | Quantitativa Contínua |
| Relação VEF1/CVF                                            | percentagem (%)                   | Quantitativa Contínua |
| Capacidade inspiratória da caixa torácica pulmonar (CICpt)  | litros (L)                        | Quantitativa Contínua |
| Capacidade inspiratória da caixa torácica abdominal (CVcta) | litros (L)                        | Quantitativa Contínua |
| Capacidade inspiratória do abdome (CVab)                    | litros (L)                        | Quantitativa Contínua |
| Capacidade inspiratória da caixa torácica (CVpt)            | litros (L)                        | Quantitativa Contínua |
| Volume Corrente da caixa torácica pulmonar (VCctp)          | litros (L)                        | Quantitativa Contínua |
| Volume da caixa torácica abdominal (Vcta)                   | litros (L)                        | Quantitativa Contínua |
| Volume do abdome (Vab)                                      | litros (L)                        | Quantitativa Contínua |
| Volume da caixa torácica (Vpt)                              | litros (L)                        | Quantitativa Contínua |
| Ureia                                                       | miligrama por decilitro (mg/dL)   | Quantitativa Contínua |
| Creatinina                                                  | miligrama por decilitro (mg/dL)   | Quantitativa Contínua |
| Albumina                                                    | grama por decilitro (g/dL)        | Quantitativa Contínua |
| Potássio                                                    | miliequivalente por litro (mEq/L) | Quantitativa Contínua |

|                              |                                   |                       |
|------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| Ferro                        | micrograma por decilitro (mcg/dL) | Quantitativa Contínua |
| Fósforo                      | miligrama por decilitro (mg/dL)   | Quantitativa Contínua |
| Distância percorrida no TC6M | metros (m)                        | Quantitativa Contínua |
| Escore KDQOL                 | pontos                            | Quantitativa Contínua |

### 7.7.2 Variável Independente

| Variável                          | Tipo                |
|-----------------------------------|---------------------|
| Treinamento Muscular Inspiratório | Qualitativa Nominal |

### 7.7.3 Variáveis de Controle

| Variável                       | Medida                                                  | Tipo                  |
|--------------------------------|---------------------------------------------------------|-----------------------|
| Idade                          | anos                                                    | Quantitativa Contínua |
| Sexo                           | feminino, masculino                                     | Qualitativa Nominal   |
| Renda                          | até 2 salários mínimos,<br>maior que 2 salários mínimos | Qualitativa Nominal   |
| Nível de escolaridade          | Anos                                                    | Quantitativa Contínua |
| Peso                           | quilogramas (Kg)                                        | Quantitativa Contínua |
| Altura                         | metro (m)                                               | Quantitativa Contínua |
| Índice de Massa Corporal (IMC) | quilogramas por metro quadrado (Kg/m <sup>2</sup> )     | Quantitativa Contínua |

|                                            |                                  |                       |
|--------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------|
| Pressão Arterial (PA)                      | milímetros de mercúrio<br>(mmHg) | Quantitativa Contínua |
| Frequência Cardíaca<br>(FC)                | batimentos por minuto<br>(bpm)   | Quantitativa Contínua |
| Saturação periférica<br>de oxigênio (SpO2) | percentagem (%)                  | Quantitativa Contínua |
| Escala de Borg                             | Pontos                           | Qualitativa Ordinal   |
| Tempo de doença<br>renal                   | Meses                            | Quantitativa Contínua |
| Tempo de HD                                | Meses                            | Quantitativa Contínua |

## 7.8 Coleta de dados

Os pacientes foram recrutados dos centros de referência em HD da cidade de Recife-PE (APÊNDICE D). O pesquisador visitou os centros de HD em cada um dos dias e turnos de HD, e através da lista com os pacientes que apresentavam idade para inclusão no estudo, abordou-os para convidá-los para a pesquisa. Quando se enquadravam nos demais critérios e tinham interesse, os pacientes eram orientados sobre os procedimentos, riscos e benefícios da pesquisa. Caso aceitassem e assinassem o TCLE (APÊNDICE E), realizavam uma avaliação no LACAP, no período interdialítico e respeitando um período de 24 horas após a sessão de HD do dia anterior. Para avaliação foram utilizados os seguintes instrumentos: Ficha de Avaliação Global (APÊNDICE F), questionário de qualidade de vida – KDQOL (ANEXO II), manovacuometria, espirometria, ultrassonografia do diafragma, pletismografia optoeletrônica (POE) e teste de caminhada de 6 minutos (TC6M).

### 7.9.1 Ficha de Avaliação Global

Foi realizada em forma de entrevista pelo avaliador, onde foram abordados dados pessoais (data de nascimento, endereço, telefone de contato), dados sociodemográficos (sexo, raça, renda, nível de escolaridade) história pregressa (doenças e cirurgias prévias, hábitos e vícios), dados da doença (tempo de DRC, tempo de HD) e uso de medicamentos. Foram avaliados peso, altura e índice de massa corporal (IMC) através da balança mecânica antropométrica 110CH (Welmy®, Belo Horizonte, Brasil).

#### *7.9.2 Kidney Disease Quality of Life Instrument Short Form – KDQOL-SF™ 1.3*

O KDQOL-SF™ 1.3 é um instrumento de avaliação da qualidade de vida específico para pacientes renais crônicos, que foi traduzido e validado para a população brasileira por Duarte et al.(DUARTE; CICONELLI; SESSO, 2005). O questionário engloba o SF-36, que é composto por 36 itens divididos em oito dimensões: funcionamento físico, limitações causadas por problemas da saúde física, limitações causadas por problemas da saúde emocional, funcionamento social, saúde mental, dor, vitalidade e percepção da saúde geral; e uma parte específica sobre a doença renal composta por onze dimensões: sintomas/problemas, efeitos da doença renal sobre a vida diária, sobrecarga imposta pela doença renal, condição de trabalho, função cognitiva, qualidade das interações sociais, função sexual, sono, suporte social, estímulo da equipe da diálise e satisfação do paciente. Os escores variam de 0 a 100, sendo que resultados maiores refletem melhor qualidade de vida. O KDQOL-SF™ 1.3 foi aplicado sob forma de entrevista pelo examinador, em local reservado.

#### *7.9.3 Manovacuumetria*

Foi utilizado um manovacuumetro digital (MVD 300, Globalmed, Porto Alegre, Brasil) para avaliação da pressão inspiratória máxima (PI<sub>máx</sub>) e pressão expiratória máxima (PE<sub>máx</sub>) (GIBSON et al., 2002). A avaliação ocorreu com o participante sentado em cadeira com encosto (joelhos e quadris a 90°), fazendo uso de clipe nasal e um bocal de 5 cm com orifício de fuga de 2 mm de diâmetro. Foram seguidos os comandos do examinador, de forma que a PI<sub>máx</sub> foi avaliada a partir do volume residual (VR), quando os participantes

eram instruídos a exalar todo o ar e posteriormente inspirar profundamente no manovacúmetro. A PEmáx foi mensurada a partir da capacidade pulmonar total (CPT), na qual os indivíduos eram instruídos a insuflar os pulmões ao máximo e em seguida expirar profundamente no manovacúmetro. Foram realizadas no mínimo 3 manobras para ambas as variáveis, com um intervalo de 1 minuto entre elas, sendo consideradas satisfatórias as manobras com valor inferior a 10% de diferença entre as medidas, sendo adotado o maior valor.

#### 7.9.4 Espirometria

Foi utilizado um espirômetro portátil (*Micro Medical, Microloop, MK8*, Inglaterra) para mensuração da capacidade vital forçada (CVF), volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF<sub>1</sub>), relação VEF<sub>1</sub>/CVF e pico de fluxo expiratório (PFE). A prova de função pulmonar foi realizada de acordo com as recomendações da *American Thoracic Society* (MILLER et al., 2005), com o paciente sentado confortavelmente, fazendo uso de boquilha descartável e clipe nasal. O paciente foi instruído a respirar tranquilamente até que o examinador desse o comando para: 1) inspiração até a CPT 2) expiração forçada, e 3) continuar a expirar, por pelo menos 6 segundos. Foram necessárias 3 curvas aceitáveis (diferença de até 10% entre elas), onde foi utilizada a medida com o maior valor de PFE. Os resultados foram comparados com o previsto para a população brasileira de acordo com a fórmula proposta por Pereira et al. (PEREIRA; SATO; RODRIGUES, 2007):

##### Homens

$$CVF = \text{estatura (cm)} \times 0,0059 - \text{idade} \times 0,0213 - \text{peso (kg)} \times 0,016 - 3,748$$

$$VEF_1 = \text{estatura (cm)} \times 0,0398 - \text{idade} \times 0,0257 - \text{peso (kg)} \times 0,0077 - 1,201$$

##### Mulheres

$$CVF = \text{estatura (cm)} \times 0,0441 - \text{idade} \times 0,0189 - 2,848$$

$$VEF_1 = \text{estatura (cm)} \times 0,0314 - \text{idade} \times 0,0203 - 1,353$$



### 7.9.5 Ultrassonografia do Diafragma

Foram realizadas as medidas de espessura e da mobilidade diafragmática com o ultrassom *Sonoace R3 (Samsung Medison, Coréia do Sul)*. Para avaliação da espessura foi utilizado o ultrassom no modo B, de acordo com o protocolo de Enright et al. (ENRIGHT, 2004). O participante foi posicionado em decúbito lateral esquerdo, foram localizados o oitavo e nono espaços intercostais direitos, na linha axilar média sendo posicionado o transdutor linear de baixa penetração (7,5MHz) perpendicularmente à parede torácica sobre o local demarcado (Figura 1). Foram observadas duas linhas brilhantes paralelas que retratam a membrana pleural e peritoneal, sendo realizada a medição da espessura diafragmática a partir do meio da linha pleural até o meio da linha peritoneal. Foram realizadas medições do diafragma relaxado (durante a capacidade residual funcional -CRF) e contraído (durante a CPT) (Figura 2).

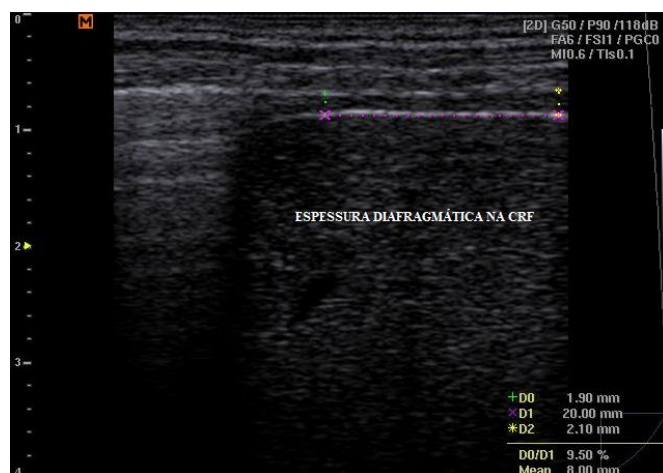
Para a mensuração da mobilidade diafragmática foi utilizado o ultrassom no modo M, seguindo o protocolo de Testa et al. (TESTA et al., 2011), onde o paciente foi posicionado em decúbito dorsal com inclinação de 45° e orientado a respirar tranquilamente, para em seguida, realizar uma inspiração rápida e profunda. Com o transdutor convexo (3,5MHz) posicionado na linha axilar direita, abaixo da margem costal, o examinador manteve a mão firme em direção cranial. As excursões crânio-caudais do diafragma durante a respiração forçada registraram curvas sinusoidais, as quais representaram a mobilidade diafragmática quando verificado o traçado entre a linha de base no início da inspiração e a linha obtida no pico da inspiração (Figura 3).

Foram realizadas 5 medidas e utilizada a média entre 3 medidas com uma diferença de até 10% entre elas, tanto para as espessuras, quanto para a mobilidade.



Fonte: Dados da pesquisa, 2016.

Figura 1 – Mensuração da espessura do músculo diafragma relaxado durante a capacidade residual funcional através da ultrassonografia.



A



B

Fonte: Dados da pesquisa, 2016.

Figura 2. A – Espessura do diafragma relaxado durante a capacidade residual funcional (CRF) de paciente com fraqueza após intervenção. B – Espessura do diafragma contraído durante a capacidade pulmonar total (CPT) de paciente com fraqueza após intervenção.



Fonte: Dados da pesquisa, 2016.

Figura 3 – Mobilidade diafragmática durante a CPT de paciente com fraqueza após a intervenção.

#### 7.9.6 Pletismografia optoeletrônica (POE)

A pletismografia optoeletrônica (POE) (*BTS Bioengineering*<sup>®</sup>, Milão, Itália) foi realizada com os participantes sentados em uma maca com a coluna ereta, joelhos flexionados e pés apoiados, sendo orientados a manter as mãos sobre os rolos dispostos ao lado do corpo. Foram fixados 89 marcadores reflexivos, sendo distribuídos em posição anatômica na região toracoabdominal (ALIVERTI; PEDOTTI, 2003), assim dispostos: 37 marcadores anteriores, 10 laterais e 42 posteriores. Oito câmeras já posicionadas em torno do voluntário captaram o reflexo dos marcadores e as imagens do deslocamento desses foi transmitida para um computador com o software *OEP-capture*, sendo adotada uma frequência de 60hz. Foi desenvolvido um modelo geométrico da superfície torácica no qual foram divididos os compartimentos caixa torácica pulmonar, caixa torácica abdominal e abdômen, de forma que os dados volumétricos da área foram calculados em um segundo momento através do software *SMART tracker* e analisados no software *Diamov*.

Durante a coleta, inicialmente foi registrada a respiração em repouso por 3 minutos, em seguida foram solicitadas 3 manobras de inspiração profunda e por último foi registrada a respiração com carga inspiratória (50% da  $PI_{\text{máx}}$ ) através do POWER-breathe® por 3 minutos. Foram avaliadas as variações de volume em cada compartimento: volume da parede torácica ( $V_{pt}$ ), volume da caixa torácica pulmonar ( $V_{ctp}$ ), volume da caixa torácica abdominal ( $V_{cta}$ ), volume abdominal ( $V_{ab}$ ), tanto durante a respiração em repouso, como durante a respiração resistida (TMI). Também foram mensuradas a capacidade inspiratória da parede torácica ( $CI_{pt}$ ), capacidade inspiratória da caixa torácica pulmonar ( $CI_{ctp}$ ), capacidade inspiratória da caixa torácica abdominal ( $CI_{cta}$ ), capacidade inspiratória abdominal ( $CI_{ab}$ ).



Fonte: Dados da pesquisa, 2016.

Figura 4 – Paciente com fraqueza posicionado para realização da POE enquanto avaliada a respiração em repouso.

### 7.9.7 Teste de Caminhada de 6 Minutos (TC6M)

Realizado de acordo com as diretrizes estabelecidas pela *American Thoracic Society* (CRAPO et al., 2002). O paciente foi instruído a caminhar em um corredor de 30 metros o mais rápido que pudesse durante o período de 6 minutos, a cada minuto o avaliador encorajará o paciente com frases padronizadas como “Você está indo bem” e “Continue assim”, caso o paciente precise descansar poderá parar e retornar a caminhada logo que possível.

Antes e após o teste foi monitorado (APÊNDICE G) a frequência cardíaca (FC), saturação de oxigênio (SpO<sub>2</sub>) (oxímetro de pulso Onyx 9500; Nonin Medical Inc, Estados Unidos), pressão arterial (PA) (esfigmomanômetro e estetoscópio Premium®, Brasil), frequência respiratória (FR) e dispneia (Escala de Borg modificada) (ANEXO III). O teste foi interrompido imediatamente caso o paciente apresentasse dor torácica, dispneia intensa, sudorese, palidez, tontura e câimbras. Para avaliação do valor previsto foi adotada a fórmula proposta por Enright e Sherrill (ENRIGHT; SHERRILL, 1998):

Homens:  $(7,57 \times \text{altura}_{\text{cm}}) - (5,02 \times \text{idade}) - (1,76 \times \text{peso}_{\text{kg}}) - 309$

Mulheres:  $(2,11 \times \text{altura}_{\text{cm}}) - (2,29 \times \text{peso}_{\text{kg}}) - (5,78 \times \text{idade}) + 667$

### 7.9.8 Protocolo de TMI

Para o treinamento muscular inspiratório foi utilizado o treinador respiratório POWER-breathe® Classic Light (POWERbreathe®; HaB International, Ltd., Southam, Reino Unido) que oferece resistência a inspiração, com carga de até 90 cmH<sub>2</sub>O. Os participantes dos grupos experimental e sham realizaram o treino em 3 séries de 30 respirações, 2 vezes ao dia, 7 dias por semana, por um período de 8 semanas. Para o grupo experimental, foi prescrita carga de 50% da PImáx ( $\pm 5$  cmH<sub>2</sub>O pelo ajuste da mola), de acordo com o estudo de Pellizzaro et al. (PELLIZZARO; THOMÉ; VERONESE, 2013). O grupo *sham* realizou o protocolo de treinamento com carga de 5 cmH<sub>2</sub>O (ajuste mínimo do aparelho).

O reajuste de carga foi realizado semanalmente para o grupo intervenção e *sham* (simulação do ajuste de carga), realizando uma sessão do

treino na presença do terapeuta. Para acompanhamento das sessões realizadas em domicílio foi entregue no início do estudo um diário de treinamento (APÊNDICE H). Os encontros semanais para ajuste de carga ocorreram após a primeira sessão de HD da semana, em um período de 24h após a sessão, com o intuito de padronizar a quantidade de água corporal.

Para realização do treinamento, o paciente permanecia sentado em cadeira com encosto, com joelhos e quadris flexionados a 90°, usando clipe nasal e bucal do aparelho acoplado à boca. Os pacientes foram orientados a realizar as respirações com um padrão respiratório diafragmático, devendo realizar 3 séries de 30 respirações, com intervalo de 1 minuto de repouso entre elas. O treinamento foi realizado no horário que fosse conveniente ao paciente, respeitando o período de 1 hora de repouso após as refeições e a não realização durante a sessão de HD.

#### **7.10 Satisfação com o tratamento**

Para verificação da melhora e do nível de satisfação dos pacientes após o TMI, foi aplicada a escala *Patients' Global Impression of Change* (PGIC) (VIEIRA, 2012) adaptada para os objetivos do estudo (APÊNDICE I). De acordo com a escala, é questionada ao paciente a repercussão do tratamento sobre as limitações nas atividades, emoções e qualidade de vida, e graduado em uma escala de 1 a 7, em que quanto maior, mais satisfeito o indivíduo.



Fonte: Dados da pesquisa, 2016.

Figura 5 – Paciente com fraqueza muscular inspiratória realizando o TMI.

### 7.11 Análise dos dados

O banco de dados foi criado inicialmente no programa Excel (2016) e posteriormente transferido para o programa *Statistical Package for Social Science* (SPSS), Chicago, IL, USA, versão 20.0.

A análise descritiva foi realizada através de medidas de média e intervalo de confiança ou mediana e intervalo interquartil para as variáveis quantitativas contínuas e através de frequência e percentagem para as variáveis qualitativas. Para comparação das variáveis qualitativas foi utilizado o teste Qui-quadrado. Para testar a hipótese de normalidade de cada variável quantitativa foi utilizado o teste de homogeneidade *Kolmogorov-Smirnov* no

artigo 1 e de *Shapiro-Wilk* no artigo 2. Para comparação entre os grupos foi utilizado o teste t para amostras independentes e/ou Teste de *Mann-Whitney*. Para verificação de fatores associados a fraqueza muscular inspiratória, foi utilizada a regressão logística binária e calculadas as *odds ratio* (OR) ajustadas das variáveis incluídas no modelo explicativo. Os testes foram considerados ao nível de significância de 5% ( $\alpha=0,05$ ).



## 8 RESULTADOS

O estudo foi caracterizado e registrado como Ensaio Clínico Randomizado e dele foram elaborados 2 artigos originais e 1 revisão sistemática, a saber:

REVISÃO SISTEMÁTICA: O Treinamento Muscular Inspiratório é eficaz em pacientes com Doença Renal Crônica? Revisão Sistemática e Metanálise”.

- ☐ Revista que foi submetida: **Journal of Physiotherapy**
- ☐ Área de Concentração: **Educação Física**
- ☐ Qualis da revista: **A1**

ARTIGO ORIGINAL 1 – Fatores de proteção de fraqueza muscular inspiratória em pacientes com Doença Renal Crônica em hemodiálise.

- ☐ Revista a ser submetida: **Respiratory Physiology & Neurobiology**
- ☐ Área de Concentração: **Educação Física**
- ☐ Qualis da revista: **A2**

ARTIGO ORIGINAL 2 - Efeitos do treinamento muscular inspiratório diário sobre a variação de volume na caixa torácica, a mobilidade e espessura diafragmática de pacientes em hemodiálise: Ensaio clínico randomizado e sham controlado.

- ☐ Revista a ser submetido: **American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation**
- ☐ Área de Concentração: **Educação Física**
- ☐ Qualis da revista: **A1**

## 9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A fraqueza muscular inspiratória foi constatada em grande parte dos pacientes com DRC em programa de HD. Essa redução de força foi associada a menor espessura do músculo diafragma e aos baixos níveis séricos de albumina e ferro, que funcionaram como fator de proteção para fraqueza na nossa pesquisa.

O TMI diário em pacientes com DRC em HD melhorou a força muscular inspiratória em ambos os grupos, mas o grupo com carga moderada incremental não diferiu do grupo com carga mínima em relação a força muscular inspiratória, espessura e mobilidade diafragmática, volumes da caixa torácica, capacidade funcional e qualidade de vida. A distribuição de volume na caixa torácica durante a respiração resistida demonstrou maior contribuição do abdômen comparado a caixa torácica pulmonar e caixa torácica abdominal nos pacientes do grupo TMI, o que representa maior atividade do diafragma nesses pacientes.

A revisão sistemática demonstrou que o TMI no período intradialítico promoveu melhora de força muscular respiratória, da função pulmonar e da capacidade funcional. No entanto, o tamanho amostral dos estudos foi pequeno e com diversas limitações metodológicas, demonstrando baixa qualidade da evidência e alertando para a necessidade de ensaios clínicos com amostras maiores e maior rigor metodológico em pacientes com DRC.

## 10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDALLA, M. E.; ABDELGAWAD, M.; ALNAHAL, A. Evaluation of pulmonary function in renal transplant recipients and chronic renal failure patients undergoing maintenance hemodialysis. **Egyptian Journal of Chest Diseases and Tuberculosis**, v. 62, n. 1, p. 145–150, 2013.

AKBARI, A. et al. Canadian Society of Nephrology Commentary on the KDIGO Clinical Practice Guideline for CKD Evaluation and Management. **American Journal of Kidney Diseases**, v. 65, n. 2, p. 177–205, 2015.

ALIVERTI, A.; PEDOTTI, A. Opto-electronic plethysmography. **Monaldi archives for chest disease = Archivio Monaldi per le malattie del torace**, v. 59, n. 1, p. 12–6, 2003.

BAILEY, J. L. et al. Chronic kidney disease causes defects in signaling through the insulin receptor substrate/phosphatidylinositol 3-kinase/Akt pathway: implications for muscle atrophy. **Journal of the American Society of Nephrology : JASN**, v. 17, n. 5, p. 1388–1394, 2006.

BARK, H. et al. Effect of chronic renal failure on respiratory muscle strength. **Respiration**, v. 54, p. 153–161, 1988.

BASTOS, M. G.; BREGMAN, R.; KIRSZTAJN, G. M. Doença renal crônica: frequente e grave, mas também prevenível e tratável. **Revista da Associação Médica Brasileira**, v. 56, n. 2, p. 248–253, 2010.

BAVBEEK, N. et al. The effects of L-carnitine therapy on respiratory function tests in chronic hemodialysis patients. **Renal failure**, v. 32, n. 2, p. 157–161, 2010.

BELÉM, L. C. et al. Metastatic pulmonary calcification: State-of-the-art review focused on imaging findings. **Respiratory Medicine**, v. 108, n. 5, p. 668–676, 2014.

BOSNAK-GUCLU, M. et al. Effects of inspiratory muscle training in patients with heart failure \*. **Respiratory Medicine**, v. 105, p. 1671–1681, 2011.

CARUSO, P. et al. Diagnostic methods to assess inspiratory and expiratory muscle strength. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 41, n. 2, p. 110–123, 2015.

CHARUSUSIN, N. et al. Inspiratory muscle training protocol for patients with chronic obstructive pulmonary disease ( IMTCO study ): a multicentre randomised controlled trial. **BMJ Open**, v. 3, p. 1–7, 2013.

CHEN, C.-T. et al. Muscle wasting in hemodialysis patients: new therapeutic strategies for resolving an old problem. **The Scientific World Journal**, v. 2013, p. 643954, 2013.

CHRISTINE, L. et al. Calcificação pulmonar metastática: relato de caso \*. **Radiologia Brasileira**, v. 45, n. 5, p. 297–299, 2012.

CRAPO, R. O. et al. ATS statement: Guidelines for the six-minute walk test. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v. 166, n. 1, p. 111–117, 2002.

CURY, J. L.; BRUNETTO, A. F.; AYDOS, R. D. Negative effects of chronic kidney failure on lung function and functional capacity. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v. 14, n. 2, p. 91–8, 2010.

DE JAGER, D. J. et al. Cardiovascular and noncardiovascular mortality among patients starting dialysis. **JAMA**, v. 302, n. 16, p. 1782–9, 28 out. 2009.

DIESEL, W. et al. Morphologic features of the myopathy associated with chronic renal failure. **American Journal of Kidney Diseases**, v. 22, n. 5, p. 677–684, 1993.

DUARTE, P. S. et al. Tradução e adaptação cultural do instrumento de avaliação de qualidade de vida para pacientes renais crônicos (KDQOL-SF TM). **Revista da Associação Médica Brasileira**, v. 49, n. 4, p. 375–381, 2003.

DUARTE, P. S.; CICONELLI, R. M.; SESSO, R. Cultural adaptation and validation of the “Kidney Disease and Quality of Life - Short Form (KDQOL-SF 1.3)” in Brazil. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 38, n. 2, p. 261–270, 2005.

EDWARDS, A. M. Respiratory muscle training extends exercise tolerance without concomitant change to peak oxygen uptake: Physiological, performance and perceptual responses derived from the same incremental exercise test. **Respirology**, v. 18, n. 6, p. 1022–1027, 2013.

ENRIGHT, P. L.; SHERRILL, D. L. Reference equations for the six-minute walk in healthy adults. **American journal of respiratory and critical care medicine**, v. 158, n. 5 Pt 1, p. 1384–7, nov. 1998.

ENRIGHT, S. Inspiratory Muscle Training Improves Lung Function and Exercise Capacity in Adults With Cystic Fibrosis. **CHEST Journal**, v. 126, n. 2, p. 405, 2004.

ENRIGHT, S. J. et al. Effect of high-intensity inspiratory muscle training on lung volumes, diaphragm thickness, and exercise capacity in subjects who are healthy. **Physical therapy**, v. 86, n. 3, p. 345–354, 2006.

ENRIGHT, S. J.; UNNITHAN, V. B. Research Report Effect of Inspiratory Muscle Training Intensities on Pulmonary Function and Work Capacity in People Who Are Healthy : A Randomized. **Journal of the American Physical Therapy Association**, v. 91, n. 6, p. 894–905, 2011.

FAHAL, I. H. et al. Physiological abnormalities of skeletal muscle in dialysis patients. **Nephrology Dialysis Transplantation**, v. 12, n. 1, p. 119–127, 1997.

FAUL, F. et al. Statistical power analyses using G\*Power 3.1: tests for correlation and regression analyses. **Behavior research methods**, v. 41, n. 4, p. 1149–1160, 2009.

FEDEWA, S. A et al. The association between race and income on risk of mortality in patients with moderate chronic kidney disease. **BMC Nephrology**, v. 15, n. 1, p. 136, 2014.

FIGUEIREDO, R. R. et al. Respiratory biofeedback accuracy in chronic renal failure patients: a method comparison. **Clinical Rehabilitation**, v. 26, n. 8, p. 724–732, 2012.

FLISINSKI, M. et al. Morphometric analysis of muscle fibre types in rat

locomotor and postural skeletal muscles in different stages of chronic kidney disease. **Journal of Physiology and Pharmacology**, v. 65, n. 4, p. 567–76, 2014.

GALEIRAS VÁZQUEZ, R. et al. **Respiratory management in the patient with spinal cord injury** *BioMed Research International*, 2013.

GEA, J. et al. Expression of myosin heavy-chain isoforms in the respiratory muscles following inspiratory resistive breathing. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v. 161, n. 4 I, p. 1274–1278, 2000.

GEDDES, E. L. et al. Inspiratory muscle training in adults with chronic obstructive pulmonary disease : An update of a systematic review. **Respiratory Medicine**, v. 102, n. 12, p. 1715–1729, 2008.

GIBSON, G. J. et al. American Thoracic Society / European Respiratory Society ATS / ERS Statement on Respiratory Muscle Testing. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v. 166, p. 518–624, 2002.

GÖHL, O. et al. Atemmuskelttraining: State-of-the-Art. **Pneumologie**, v. 70, n. 1, p. 37–48, 20 jan. 2016.

GOSSELINK, R. et al. Impact of inspiratory muscle training in patients with COPD: What is the evidence? **European Respiratory Journal**, v. 37, n. 2, p. 416–425, 2011.

GOULD, D. W. et al. Physiological benefits of exercise in pre-dialysis chronic kidney disease. **Nephrology**, v. 19, n. 9, p. 519–527, 2014.

GREENWOOD, S. A. et al. Effect of Exercise Training on Estimated GFR, Vascular Health, and Cardiorespiratory Fitness in Patients With CKD: A Pilot Randomized Controlled Trial. **American Journal of Kidney Diseases**, v. 65, n. 3, p. 425–434, 2015.

GULERIA, S. et al. The effect of renal transplantation on pulmonary function and respiratory muscle strength in patients with end-stage renal disease. **Transplantation Proceedings**, v. 37, n. 2, p. 664–665, 2005.

HEIWE, S.; JACOBSON, S. H. Exercise Training in Adults With CKD: A

Systematic Review and Meta-analysis. **American Journal of Kidney Diseases**, v. 64, n. 3, p. 383–393, 2014.

HIMMELFARB, J.; IKIZLER, T. A. Hemodialysis. **The New England journal of medicine**, v. 363, n. 19, p. 1833–1845, 2010.

HOW, S. C. et al. Acute and chronic responses of the upper airway to inspiratory loading in healthy awake humans: An MRI study. **Respiratory Physiology and Neurobiology**, v. 157, n. 2–3, p. 270–280, 2007.

HOWDEN, E. J. et al. Effects of exercise and lifestyle intervention on cardiovascular function in CKD. **Clinical Journal of the American Society of Nephrology**, v. 8, n. 9, p. 1494–1501, 2013.

HULZEBOS, E. H. J. et al. Preoperative Intensive Inspiratory Muscle Training to Prevent Postoperative Pulmonary Complications in High-Risk Patients Undergoing CABG Surgery. **JAMA**, v. 296, n. 15, p. 1851–1857, 2006.

HUSAIN-SYED, F. et al. Cardio-Pulmonary-Renal Interactions: A Multidisciplinary Approach. **Journal of the American College of Cardiology**, v. 65, n. 22, p. 2433–2448, 2015.

JOSHI, D. V. Quality of life in end stage renal disease patients. **World Journal of Nephrology**, v. 3, n. 4, p. 308–316, 2014.

JUSTRABO, E.; GENIN, R.; RIFLE, G. Pulmonary metastatic calcification with respiratory insufficiency in patients on maintenance haemodialysis. **Thorax**, v. 34, p. 384–388, 1979.

KALTSATOU, A. et al. Uremic myopathy: Is oxidative stress implicated in muscle dysfunction in uremia? **Frontiers in Physiology**, v. 6, p. 1–7, 2015.

KARACAN, O. et al. Pulmonary function in renal transplant recipients and end-stage renal disease patients undergoing maintenance dialysis. **Transplantation proceedings**, v. 38, n. 2, p. 396–400, 2006.

KDIGO, K. D. I. G. O.; CKD WORK GROUP. KDIGO 2012 Clinical Practice Guideline for the Evaluation and Management of Chronic Kidney Disease. **Kidney International Supplements**, v. 3, n. 1, p. 4–4, 2013.

KOHL, L. DE M. et al. Prognostic value of the six-minute walk test in end-stage renal disease life expectancy : a prospective cohort study. **Clinics**, v. 67, n. 6, p. 581–586, 2012.

KONO, K. et al. Investigation of Factors Affecting the Six-Minute Walk Test Results in Hemodialysis Patients. **Therapeutic Apheresis and Dialysis**, v. 18, n. 6, p. 623–627, 2014.

KONSTANTINIDOU, E. et al. Exercise training in patients with end-stage renal disease on hemodialysis: comparison of three rehabilitation programs. **Journal of Rehabilitation Medicine**, v. 34, n. 1, p. 40–45, 2002.

KOVACEVIĆ, P. et al. The correlation between endothelin-1 levels and spirometry in dialysis patients compared to healthy subjects. **Monaldi archives for chest disease**, v. 79, n. 2, p. 61–6, jun. 2013.

KOVELIS, D. et al. Pulmonary function and respiratory muscle strength in chronic renal failure patients on hemodialysis. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 34, n. 11, p. 907–912, 2008.

KULNIK, S. T. et al. A pilot study of respiratory muscle training to improve cough effectiveness and reduce the incidence of pneumonia in acute stroke: study protocol for a randomized controlled trial. **Trials**, v. 15, n. 1, p. 123, 2014.

LANGER, D. et al. Efficacy of a Novel Method for Inspiratory Muscle Training in People With Chronic Obstructive Pulmonary Disease. **Physical therapy**, v. 95, n. 9, p. 1264–73, 2015.

LEWIS, M. I. et al. Metabolic and morphometric profile of muscle fibers in chronic hemodialysis patients. **Journal of Applied Physiology**, v. 112, n. 1, p. 72–8, 2012.

LI, L. et al. Is hyperuricemia an independent risk factor for new-onset chronic kidney disease?: A systematic review and meta-analysis based on observational cohort studies. **BMC nephrology**, v. 15, p. 122, 2014.

LOMONTE, C.; BASILE, C. Preoperative assessment and planning of haemodialysis vascular access. **clinical Kidney Journal**, n. April, p. 1–4, 2015.



MAKUSIDI, M. A. et al. of Kidney Diseases and Transplantation Renal Data from Asia-Africa Usefulness of Renal Length and Volume by Ultrasound in Determining Severity of Chronic Kidney Disease. **Saudi Journal of Kidney Diseases and Transplantation**, v. 25, n. 5, p. 1117–1121, 2014.

MARCHIORI, E. et al. Correlação Da Tomografia Computadorizada De Alta Resolução Com a Anatomopatologia \*. **Pulmão RJ**, v. 35, n. 4, p. 225–233, 2002.

MCCONNELL, A. **Treinamento Respiratório para um desempenho superior**. Barueri, SP: Manole, 2013.

MCCONNELL, A. K.; ROMER, L. M. Respiratory muscle training in healthy humans: Resolving the controversy. **International Journal of Sports Medicine**, v. 25, n. 4, p. 284–293, 2004.

MILLER, M. R. et al. Standardisation of spirometry. **European Respiratory Journal**, v. 26, n. 2, p. 319–338, 2005.

MOTEDAYEN, Z. et al. The Effect of the Physical and Mental Exercises During Hemodialysis on Fatigue: a Controlled Clinical Trial. **Nephro-Urology Monthly**, v. 6, n. 4, 2014.

MOURA, A. et al. Aging and Disease Effect of Aging in the Perception of Health-Related Quality of Life in End-Stage Renal Disease Patients under. **Aging and Disease**, v. 6, n. 1, p. 17–26, 2015.

PAINTER, P. et al. Exercise tolerance changes following renal transplantation. **American Journal of Kidney Diseases**, v. 10, n. 6, p. 452–456, 1987.

PAJEK, M. B. et al. Six-Minute Walk Test in Renal Failure Patients: Representative Results , Performance Analysis and Perceived Dyspnea Predictors. **PLoS ONE**, p. 1–13, 2016.

PALAMIDAS, A. F. et al. Impact of hemodialysis on dyspnea and lung function in end stage kidney disease patients. **BioMed Research International**, v. 2014, 2014.

PARK, C. W. Diabetic Kidney Disease: From Epidemiology to Clinical

Perspectives. **Diabetes e Metabolism Journal**, v. 38, p. 252–260, 2014.

PARVAN, K. et al. Quality of sleep and its relationship to quality of life in hemodialysis patients. **Journal of Caring Sciences**, v. 2, n. 4, p. 295–304, 2013.

PELLIZZARO, C. O.; THOMÉ, F. S.; VERONESE, F. V. Effect of peripheral and respiratory muscle training on the functional capacity of hemodialysis patients. **Renal failure**, v. 35, n. 2, p. 189–97, 2013.

PEREIRA, C. A. DE C.; SATO, T.; RODRIGUES, S. C. Novos Valores de referência para espirometria forçada em brasileiros adultos de raça branca. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 33, n. 4, p. 397–406, 2007.

PETROVIC, M. et al. Effects of inspiratory muscle training on dynamic hyperinflation in patients with COPD. **International Journal of COPD**, v. 7, p. 797–805, 2012.

PIERSON, D. J. Respiratory considerations in the patient with renal failure. **Respiratory care**, v. 51, n. 4, p. 413–422, 2006.

PLENTZ, R. D. M. et al. Treinamento muscular inspiratório em pacientes com insuficiência cardíaca: metanálise de estudos randomizados. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 99, n. 2, p. 762–771, 2012.

POMIDORI, L. et al. Respiratory muscle impairment in dialysis patients: can minimal dose of exercise limit the damage? A Preliminary study in a sample of patients enrolled in the EXCITE trial. **Journal of nephrology**, 2016.

RAHGOSHAI, R. et al. Acute effects of hemodialysis on pulmonary function in patients with end-stage renal disease. **Iranian Journal of Kidney Diseases**, v. 4, n. 3, p. 214–217, 2010.

RATNOVSKY, A.; ELAD, D.; HALPERN, P. R. Mechanics of respiratory muscles. **Respiratory Physiology & Neurobiology**, v. 163, p. 82–89, 2008.

RAY, A. D.; PENDERGAST, D. R.; LUNDGREN, C. E. G. Respiratory muscle training reduces the work of breathing at depth. **European journal of applied physiology**, v. 108, n. 4, p. 811–820, 2010.

REBOREDO, M. D. M. et al. HD- Exercício físico em pacientes dialisados. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 13, p. 427–430, 2007.

RODRIGUEZ-PONCELAS, A. et al. Prevalence of chronic kidney disease in patients with type 2 diabetes in Spain: PERCEDIME2 study. **BMC nephrology**, v. 14, n. 1, p. 46, 2013.

SABAN, K. L. et al. Measurement invariance of the kidney disease and quality of life instrument (KDQOL-SF) across veterans and non-veterans. **Health and quality of life outcomes**, v. 8, n. 1, p. 120, 2010.

SAFA, J. et al. Effect of Hemodialysis on Pulmonary Function Tests and Plasma Endothelin Levels. **Saudi Journal of Kidney Diseases and Transplantation**, v. 25, n. 4, p. 781–787, 2014.

SCRUTINIO, D. et al. Renal function and peak exercise oxygen consumption in chronic heart failure with reduced left ventricular ejection fraction. **Circulation journal : official journal of the Japanese Circulation Society**, v. 79, n. 3, p. 583–591, 2015.

SESSO, R. C. et al. Report of the Brazilian Chronic Dialysis Census 2012. **Jornal Brasileiro de Nefrologia**, v. 36, n. 1, p. 48–53, 2014.

SHAHGHOLIAN, N.; ESHGHINEZHAD, A.; MORTAZAVI, M. The effect of tai chi exercise on quality of life in hemodialysis patients. **Iran J Nurs Midwifery Res**, v. 19, n. 2, p. 152–158, 2014.

SILVA, V. G. DA et al. Effects of inspiratory muscle training in hemodialysis patients. **Jornal Brasileiro de Nefrologia**, v. 33, n. 1, p. 62–68, 2011.

SOUZA, H. et al. Effects of inspiratory muscle training in elderly women on respiratory muscle strength, diaphragm thickness and mobility. **The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences**, v. 69, n. 12, p. 1545–53, 2014.

SOUZA, V. A. DE et al. Sarcopenia in Chronic Kidney Disease. **Jornal Brasileiro de Nefrologia**, v. 37, n. 1, p. 98–105, 2015.

TARASUIK, A.; HEIMER, D.; BARK, H. Effect of chronic renal failure on skeletal

and diaphragmatic muscle contraction. **The American review of respiratory disease**, v. 146, n. 6, p. 1383–8, 1992.

TAVANA, S.; MOHAMMADREZA, S. Effect of Dialysis on Maximum Inspiratory and Expiratory Pressures in End Stage Renal Disease Patients. **TANAFFOS**, v. 14, n. 2, p. 128–133, 2015.

TESTA, A. et al. Ultrasound M-Mode assessment of diaphragmatic kinetics by anterior transverse scanning in healthy subjects. **Ultrasound in Medicine and Biology**, v. 37, n. 1, p. 44–52, 2011.

VALKENET, K. et al. Preoperative inspiratory muscle training to prevent postoperative pulmonary complications in patients undergoing esophageal resection (PREPARE study): study protocol for a randomized controlled trial. **Trials**, v. 15, n. 1, p. 144, 2014.

VIEIRA, C. Adaptação cultural e contributo para a validação da Escala Patterns of Activity Measure-Pain (POAM-P). **Ifisionline**, v. 2, p. 31–37, 2012.

VON DER LIPPE, N. et al. From dialysis to transplantation: a 5-year longitudinal study on self-reported quality of life. **BMC Nephrology**, v. 15, n. 1, p. 191, 2014.

WANG, R. et al. Poor sleep and reduced quality of life were associated with symptom distress in patients receiving maintenance hemodialysis. **Health & Quality of Life Outcomes**, v. 14, p. 1–8, 2016.

WEINER, P. et al. [Specific inspiratory muscle training in chronic hemodialysis]. **Harefuah**, v. 130, n. 2, p. 73–6, 144, 15 jan. 1996.

WU, Y. et al. Effect of individualized exercise during maintenance haemodialysis on exercise capacity and health-related quality of life in patients with uraemia. **The Journal of international medical research**, v. 42, n. 3, p. 718–727, 2014.

ZOCCALI, C. et al. Lung congestion as a risk factor in end-stage renal disease. **Blood Purification**, v. 36, n. 3–4, p. 184–191, 2014.

## APÊNDICES

## APÊNDICE A – REVISÃO SISTEMÁTICA

REVISÃO SISTEMÁTICA: O Treinamento Muscular Inspiratório é eficaz em pacientes com Doença Renal Crônica? Revisão Sistemática e Metanálise”.

- ☐ Revista que foi submetida: **Journal of Physiotherapy**
- ☐ Área de Concentração: **Educação Física**
- ☐ *Qualis* da revista: **A1**

**Title: IS THE INSPIRATORY MUSCLE TRAINING EFFECTIVE IN PATIENTS WITH CHRONIC KIDNEY DISEASE? SYSTEMATIC REVIEW AND META-ANALYSIS**

1. Ana Irene Carlos de Medeiros, Physiotherapist, Physiotherapy Department, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brasil. Email: [anairenem@hotmail.com](mailto:anairenem@hotmail.com).
2. Helen Kerlen Bastos Fuzari, MSc, Physiotherapy Department, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brasil. Email: [helen.fisio@uol.com.br](mailto:helen.fisio@uol.com.br).
3. Catarina Rattes, MSc, Physiotherapy Department, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brasil. Email: [catarina\\_rattes@hotmail.com](mailto:catarina_rattes@hotmail.com)
4. Daniella Cunha Brandão, Doctor, Physiotherapy Department Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brasil. Email: [daniellacunha@hotmail.com](mailto:daniellacunha@hotmail.com).
5. Patrícia Érika de Melo Marinho, Doctor, Physiotherapy Department Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brasil. Email: [patmarinho@yahoo.com.br](mailto:patmarinho@yahoo.com.br)

**Correspondence (for review) for contact purposes only:**

|             |                                                                    |
|-------------|--------------------------------------------------------------------|
| Name        | Ana Irene Carlos de Medeiros                                       |
| Department  | Physiotherapy Department                                           |
| Institution | Universidade Federal de Pernambuco                                 |
| Country     | Brazil                                                             |
| Tel         | +558131043032                                                      |
| Mob         | +5581981284448                                                     |
| Fax         | Nil                                                                |
| Email       | <a href="mailto:anairenem@hotmail.com">anairenem@hotmail.com</a> . |

**Correspondence (for publication) for contact purposes only:**

|             |                                                                      |
|-------------|----------------------------------------------------------------------|
| Name        | Patrícia Érika de Melo Marinho                                       |
| Department  | Physiotherapy Department                                             |
| Institution | Universidade Federal de Pernambuco                                   |
| Country     | Brazil                                                               |
| Email       | <a href="mailto:patmarinho@yahoo.com.br">patmarinho@yahoo.com.br</a> |

**Abbreviated title:** Inspiratory muscle training in chronic kidney disease

**Key words:** Renal Insufficiency, Chronic. Hemodialysis. Breathing exercises. Respiratory muscle training.

**Word Count:** words (Abstract)  
words (Introduction, Method, Results, Discussion)

**References:** 38

**Tables:** 3

**Figures:** 7

**Footnotes:** 0

**eAddenda:** Appendix 1

**Ethics approval:** Not applicable.

**Competing interests:** Nil

**Source(s) of support:** Nil

**Acknowledgements:**

**Correspondence:** Patrícia Érika de Melo Marinho, Physiotherapy Department, Universidade Federal de Pernambuco, Brazil, [patmarinho@yahoo.com.br](mailto:patmarinho@yahoo.com.br).

**Provenance:** Not invited. Peer-reviewed.

## ABSTRACT

**Question:** Is the inspiratory muscle training (IMT) effective in improving respiratory muscle strength, functional capacity, pulmonary function and quality of life in patients with chronic kidney disease (CKD) when compared to control, sham or breathing exercises? **Design:** Systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. **Participants:** CKD patients undergoing dialysis treatment. **Outcomes:** The primary outcomes were: maximal inspiratory pressure (MIP), maximal expiratory pressure (MEP) and distance covered on the six-minute walk test (6MWT) and the secondary outcomes were: forced vital capacity (FVC), forced expiratory volume in the first second (FEV<sub>1</sub>) and quality of life. **Results:** The search resulted in four studies that covered the research inclusion criteria. The sample consisted of 110 participants all of them underwent training with Threshold® or PowerBreathe® with a load ranging from 30 to 60% of the MIP and lasting from 6 weeks to 6 months. The studies showed moderate to high risk of bias, with low or too low evidence of quality due to the studies limitations and differences within comparison groups of the therapy. The meta-analysis showed that IMT increased MIP (22.5cmH<sub>2</sub>O, CI 95% 28-16) and the distance in 6MWT (80m, CI 95% 41-118) when compared with control; and increased MEP (6.1cmH<sub>2</sub>O, CI 95% 2-10) and FEV<sub>1</sub> (0.2l CI 95% 0.14-0.34), but no MIP (0.5cmH<sub>2</sub>O, CI 95% -26-25) and FVC (0.2l CI 95% -0.01-0.5) compared to breathing exercises. **Conclusion:** There is low quality evidence that IMT with linear load in patients with chronic renal failure on dialysis provide strengthening of the inspiratory and expiratory muscles, improving functional capacity and lung function in such patients. It should be a need for further clinical trials with larger sample sizes and greater methodological rigor. **Registration:** PROSPERO (CRD 42015029986)



## INTRODUCTION

Chronic Kidney Disease (CKD) is characterized by changes in kidney structure or function, present for more than 3 months and classified into different stages that take into account the cause, the glomerular filtration rate and albuminuria<sup>1</sup>. At the end-stage of kidney disease the insertion of kidney replacement therapy is required for maintaining kidney homeostatic metabolic functions; the hemodialysis (HD) is the most common method in the treatment of more than two million people with kidney disease throughout the world<sup>2,3</sup>.

These patients commonly present uremic syndrome, which affects multiple systems, including the respiratory system causing pleural effusion, pulmonary hypertension, calcification of lung parenchyma and respiratory impairment<sup>4,5</sup>. Also as a result of uremia, the presence of myopathy and/or loss of muscle mass is frequent as a consequence of protein-energy wasting (PEW), which can affect up to 75% of dialysis patients<sup>6</sup>. In vitro study<sup>7</sup> showed decreased strength of soleus and diaphragm muscles after uremia induction and in vivo study<sup>8</sup> illustrated delay in latency of phrenic nerve in patients with CKD. Thus, these patients have reduced respiratory and peripheral muscle strength, and low cardiorespiratory conditioning, limiting the activities of daily living and increasing mortality<sup>9,10</sup>.

Aiming to improve the performance of the respiratory muscles in the population the insertion of inspiratory muscle training (IMT) arises in the therapeutic of kidney patients<sup>11</sup>. The IMT has presented benefits in several populations with chronic diseases such as patients with pulmonary and heart disease<sup>12,13</sup>, also cardiac surgery<sup>14</sup>, thoracic surgery<sup>15</sup>, multiple sclerosis<sup>16</sup> and stroke<sup>17</sup>. The IMT improving respiratory performance through the respiratory system load increase beyond its usual level of work<sup>18</sup>. Previous study in patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD) points to an increase in the percentage of type I fibers and size of type II fibers after performing IMT<sup>19</sup>. In patients with CKD, aerobic and resistance exercise they are well established across systematic reviews<sup>20,21</sup> and clinical trials<sup>10,22</sup> point favorable IMT results in hemodialysis patients for conditioning and strength of respiratory muscles, reducing complications<sup>22</sup>. However, there were no revisions to observe the IMT effects on respiratory muscle strength, functional capacity, pulmonary function and quality of life in this population.

The research question: Is the inspiratory muscle training effective in increasing respiratory muscle strength, functional capacity, pulmonary function and quality of life of patients with chronic kidney disease when compared to control, sham or breathing exercises?

## **METHOD**

### **Identification and selection of studies**

A search was performed in the databases PubMed, CINAHL, CENTRAL, Web of Science, Scopus, LILACS, PEDRO and in the Bank of theses and dissertations-IBICT, with no restriction on year of publication or language. ClinicalTrials.gov clinical trial registry site was also accessed to search studies. The following keywords were used “Renal Insufficiency, Chronic”, “Kidney disease”, “Hemodialysis”, “Breathing Exercises”, “Inspiratory Muscle Training”, “Respiratory Muscle Training” and “Clinical Trial” in different combinations according to **Appendix 1**.

Two independent reviewers evaluated the titles and abstracts of articles found in the research in accordance with the eligibility criteria (**Box 1**). If there are disagreements between reviewers, a third reviewer was hired to resolution. All articles included were evaluated in the full version and a search was conducted in the reference list of these articles for possible inclusion of additional publication. Duplicate articles were removed from the assessment of the studies characteristics.

### **Assessment of the studies characteristics**

For analysis of the biases risk we used the Cochrane Collaboration Reviewer’s Handbook tool, which classifies the risk of bias in high, low and unclear. It was considered high risk of bias not to quote a methodology procedure, unclear risk the unclarified description and low risk the detailed description of the procedure.

Grading of Recommendations Assessment, Developing and Evaluation (GRADE)<sup>23</sup> tool was used to the quality level of evidence analysis, which were considered the following factors: study limitations, consistency, targeting, precision and publication bias. Thus, evidences have been classified into four quality levels: high, moderate, low and very low.

### Participants

Studies involving participants over 18 year old, both genders, with CKD stage 5 on hemodialysis and that had been subjected to IMT in intradialytic or interdialytic phase. The extracted data on participants were age and gender.

### Intervention

The intervention of this research was the IMT with linear load (Threshold® or PowerBreathe®). The data extracted from the intervention were: the device used, the load used, and the duration and frequency of training. The control group was considered when performing sham training, another breathing exercise or no intervention.

### Outcome Measures

The primary outcome measures of this study were: inspiratory muscle strength – expressed in centimeters of water (cmH<sub>2</sub>O) and expiratory muscle strength - expressed in centimeters of water (cmH<sub>2</sub>O) assessed using Manovacuometry; and distance walked (which represents the functional capacity) - expressed in meters (m) assessed by the 6-minute Walk Test (6MWT). Secondary outcome measures were: forced vital capacity (FVC) - expressed in liters (l) and forced expiratory volume in the first second (FEV<sub>1</sub>) assessed by spirometry and quality of life score – expressed in points from 0 to 100 assessed by Kidney Disease Quality of Life Instrument Short Form (KDQOL-SF) questionnaire.

### **Data analysis**

The two reviewers used standard form to the characteristics of studies extraction. The meta-analyses were performed using the software RevMan 5.3 through random effect models. Continuous variables were gathered and expressed as mean difference with a confidence interval of 95%.

## **RESULTS**

### **Flowchart of Study**

The search resulted in 169 potentially relevant articles. After removal of duplicate articles remained 96 articles for reading the titles and abstracts, of which 90 were deleted and 6 were assessed in the full version. Articles read in full, 01 was excluded due to different study design of clinical trial and 01 for presenting inadequate

intervention (IMT without linear load), so 04 studies were included in the systematic review (**Figure 1**).

### **Description of studies**

The characteristics of the study are presented in **Table 1**. The bias of risk analysis is described in **Figure 2**.

#### Participants

A total of 110 patients participated in the 4 studies, both genders and aged between 19 and 78 years old. All studies were performed in patients with CKD stage 5 and hemodialysis program.

#### Intervention

Three studies<sup>10,11,22</sup> used Threshold<sup>®</sup> and one study<sup>24</sup> used PowerBreathe<sup>®</sup> as a training device and to calculate the load in accordance with the value of MIP, assessed by manovacuometry. The study of Soares et al.<sup>24</sup> used load of 30% of MIP, Figueiredo et al.<sup>22</sup> used load of 40% of MIP, the Pellizzaro et al.<sup>10</sup> load of 50% of MIP and the Weiner et al.<sup>11</sup> started with a load of 15% of MIP, gradually increasing up to 60% of MIP, maintaining this percentage to the end of training. Regarding the duration of training, the studies were also diverging, being the Soares et al.<sup>24</sup> 3 series of 10 repetitions, Pellizzaro et al.<sup>10</sup> 3 series of 15 repetitions, Figueiredo et al.<sup>22</sup> for 20 minutes and the Weiner et al.<sup>11</sup> for 1 hour, but both were performed during the dialysis session so with a frequency of 3 times a week. The total duration of IMT ranged from 6 weeks to 6 months.

In relation to comparison or control group, the first study<sup>11</sup> performed IMT Sham, considered as the exercise with unloaded Threshold<sup>®</sup>, the second study<sup>22</sup> performed respiratory biofeedback, the third study performed incentive spirometry, and the fourth study<sup>10</sup> did not conduct any intervention and the patients were only assessed in the beginning and at the end of the survey.

#### Measured outcomes

The variable inspiratory muscle strength was measured in all studies through manovacuometry, while expiratory muscle strength and pulmonary function (FVC and FEV<sub>1</sub>) through manovacuometry and spirometry were measured in three studies.

Functional capacity and quality of life were assessed in two studies through 6MWT and KDQOL-SF questionnaire, respectively.

### **Risk of bias in included studies**

#### Randomization and Allocation

Main studies methodological limitations were randomized because they were unclear whether through software, random numbers or simple tie, featuring high risk of bias. The allocation concealment was made in two of four studies by sealed and opaque envelopes. The groups were homogeneous at baseline by analyzing the p value of the studies.

#### Blinding

We not mentioned blinding of participants or collaborators in any of the studies featuring high risk of bias.

#### Intention-to-treat

Studies were at high risk of bias regarding the analysis by intention-to-treat because all excluded losses in the final analysis.

#### Seletive Reporting

There was unclear risk of bias in the selective description of the study outcome, Figueiredo et al.<sup>22</sup>, because the control group was only assessed at baseline, preventing comparison patients with IMT group at the end of the study, therefore, we considered as the comparison respiratory biofeedback group, which is included as a breathing exercise group. Also they were assessed at unclear risk two studies<sup>10,24</sup> that evaluated quality of life, illustrate only the results of the KDQOL questionnaire the dimensions that presented statistical difference, and not all the dimensions of the questionnaire.

### **Intervention Effect**

#### Inspiratory muscle strength

The four assessed studies<sup>10,11,22,24</sup> showed maximal inspiratory pressure data, enabling a sample of 110 patients. When compared IMT to control group (sham or no intervention) there were improvement in MIP, with an average difference of -22.5

cmH<sub>2</sub>O (95% CI -28.7 a -16.3); but there were no improvement in the comparison of IMT with breathing exercises group (biofeedback or incentive spirometry) with -0.5 cmH<sub>2</sub>O (95% CI -26.4 a 25.3). At the final analysis IMT also introduced benefits compared to other groups, demonstrated by mean difference -12.3 cmH<sub>2</sub>O (95% CI -23.9 a -0.7) (**Figure 3**).

#### Expiratory muscle strength

Three patients<sup>10,22,24</sup> studies measured the maximum expiratory pressure, but a study<sup>10</sup> is not entered in meta-analysis as the comparison method is distinct from the others, so two studies<sup>22,24</sup> were included totaling 65 patients. Participants who underwent IMT showed a significant increase in maximal expiratory pressure after the completion of IMT when compared to breathing exercise, with an average difference of 6.1 cmH<sub>2</sub>O (95% CI 2.3 a 9.8) (**Figure 4**).

#### Functional capacity

Two studies<sup>10,11</sup> used the 6MWT to assess the functional capacity, with a total of 45 patients. There was a significant improvement in functional capacity through greater distance in IMT group, with an average difference of 80 meters (95% CI 41.1 a 118.9) (**Figure 5**).

#### Pulmonary function

Pulmonary function was examined in three studies<sup>10,22,24</sup>, but only two<sup>22,24</sup> they were included in meta-analysis by measurements of FVC and FEV<sub>1</sub> in 65 participants. FVC did not increase in the IMT group compared to breathing exercises, represented by the average difference of 0.2 liters (95% CI -0.1 a 0.5) (**Figure 6**), and FEV<sub>1</sub> was higher in IMT group compared to breathing exercises with an average difference of 0.2 liters (95% CI 0.1 a 0.3) (**Figure 7**).

#### Quality of life

Assessed in two studies<sup>10,24</sup>, however, as the comparison group was different and the dimensions shown in each study were different, the embodiment of meta-analysis was not possible.

#### **Quality**

According to the GRADE assessment, outcomes of functional capacity, MEP and lung function showed low quality of evidence due to limitations in the study and “no directionality”, and the MIP outcome showed very low quality of evidence, because it also lost point by the inconsistency (**Table 2 and Table 3**).

## DISCUSSION

The four studies included in this systematic review showed important methodological limitations and heterogeneity among studies, including comparison group characteristics (breathing exercises, sham or control), the training load and the time of the sessions, that resulted in low or very low quality evidence that IMT increases respiratory muscle strength, functional capacity and pulmonary function in chronic renal failure patients on hemodialysis. Although this is the first study evaluating the use of IMT in this population, reviews on IMT in patients with COPD<sup>12</sup> and congestive heart failure (CHF)<sup>13</sup>, who also develop weakness in respiratory muscles had already reported the benefits of IMT.

At CKD, the muscle mass loss is a significant and common problem that affects the activities of daily life, quality of life, and mortality rate<sup>25</sup>. This condition is due to the PEW, which includes the systemic protein reduction, reduction in skeletal muscle mass and body mass<sup>6</sup>. Among the factors that are associated with muscle weakness in this population are: vitamin D deficiency, anemia, hypophosphatemia and malnutrition<sup>26</sup>. The sarcopenia is considered a predictor of morbidity and mortality in patients with CKD, the reduced muscle strength becomes a debilitating symptom in CKD and a sedentary lifestyle acts as a determining factor of the disease<sup>9,27</sup>. Thus, exercise is an effective alternative to reduce the potentially negative effects of dialysis<sup>28</sup>.

Systematic reviews<sup>20,21,29</sup> evaluating aerobic and resistance exercise in patients with CKD have demonstrated its benefits in improving strength, exercise capacity, functional capacity, heart dimensions and quality of life. These evidences recommend performing regular exercise for > 30 minutes/session and three times/week<sup>20</sup>, moreover, be performed during hemodialysis, the exercise should be performed in the first two hours<sup>21</sup>. Randomized controlled trial also illustrated that exercise in addition to effective is safe in this population, with no major adverse events reported in 12 months of training<sup>9</sup>. But the use of breathing exercises or IMT had not been evaluated yet.

The specific training of respiratory muscles may be an alternative that patients with CKD, because the conditioning and strengthening of respiratory muscles can delay

the complications of muscle mass declining<sup>22</sup>. IMT has linear load dependent upon a preset pressure being widely used by presenting free flow and providing good performance of the inspiratory muscles<sup>30</sup>. Its achievement may result in effects like phenotype modification of the respiratory muscles, increased respiratory muscle strength and endurance<sup>31</sup>.

In this review was noted that the completion of IMT improved inspiratory muscle strength when compared to the non-performance of exercises (sham or control), with an important effect ( $z = 7.1$ ), corroborating to the others systematic reviews<sup>13,32</sup>. However, when compared the IMT to breathing exercises, there were no difference in the increasing of MIP ( $z = 0.04$ ), but there were high heterogeneity for this outcome ( $I^2 = 87\%$ ) probably due to different methods used in the breathing exercises group and the distinguished IMT protocols. MEP had already increased in patients who underwent IMT compared to breathing exercises ( $z = 3.12$ ).

Previous studies<sup>13,33</sup> show that, besides the increasing in respiratory muscle strength improved functional capacity, exercise capacity, dyspnea and quality of life in patients undergoing IMT. In this review there was improvement in functional capacity assessed by the 6MWT ( $z = 4.04$ ) and pulmonary function by measured FEV<sub>1</sub> ( $z = 4.78$ ), but the FVC ( $z = 1.91$ ) was not significant.

The 6MWT is a submaximal exercise test of low cost and easy application that has been widely used in patients with chronic diseases such as a predictor of mortality or evaluation of an intervention (as in COPD, where the minimal important difference - MID is 26m), in CKD have been no reports of MID, however a cohort study with 52 chronic renal patients illustrated that survival increased approximately 5% for every 100 meters walked in the 6MWT<sup>34,35</sup>. Although difference in the distance walked in this study was 80m, the lack of studies evaluating MID in this population make it difficult to conclude that this difference has a clinical impact on kidney patients.

Although clinical trials in other populations<sup>36-38</sup> have reported benefits of performing the daily IMT, the studies found in kidney patients opted for completion only in intradialytic phase, so frequently 3 times a week, with a gap in the literature on the benefits of increased training frequency in such population.

Regarding the limitations of the included studies, we observed moderate to high risk of bias, so that all left uncertain the way that had been held the randomization. Two studies explained the performance of allocation concealment, and none cited blinding, resulting in low quality of evidence. Other important limitations were due to the



implementation of IMT (duration and training load) and different control groups or breathing exercises, which may have justified the heterogeneity of results in inspiratory muscle strength outcome.

Thus, we observe that is required new clinical trials involving the performance of the IMT in chronic renal failure patients, particularly improving the methodological rigor both in the execution of the phases of research, and in relation to how the IMT will be conducted and its respective comparison group. The small number of participants in the studies analyzed also limits the results of this research, with gaps to be investigated by further clinical trials before considering the use of IMT in kidney patients.

## CONCLUSION

Low quality evidence suggests that IMT can provide strengthening of inspiratory and expiratory muscles, improving functional capacity and pulmonary function in chronic renal failure patients on dialysis. Due to the low number of included articles and the variation in interventions used, current evidence shows a limited guide to this physical therapy practice.

New clinical trials should be conducted with larger sample size, more detailed methodology and including assessment of other outcomes such as quality of life and adverse effects. It should also be evaluated the realization of interdialytic IMT and the association of IMT to other periods established for this population, such as aerobic and resistance exercises.

**What is already known on this topic:** The IMT has been effective in improving respiratory muscle strength and functional capacity of patients with heart failure and chronic obstructive pulmonary disease, but had not been evaluated their effect on kidney chronic disease.

**What this study adds:** IMT can provide strengthening of the inspiratory and expiratory muscles, improving functional capacity and pulmonary function in chronic renal failure patients on dialysis, however the small number of participants and low quality of the studies do not support the recommendation of IMT in patients with chronic kidney disease.

## References

1. KDIGO, K. D. I. G. O. & CKD Work Group. KDIGO 2012 Clinical Practice Guideline for the Evaluation and Management of Chronic Kidney Disease. *Kidney Int. Suppl.* **3**, 4–4 (2013).
2. Musavian, A. S., Soleimani, A., Alavi, N. M. & Baseri, A. Comparing the Effects of Active and Passive Intradialytic Pedaling Exercises on Dialysis Efficacy , Electrolytes , Hemoglobin , Hematocrit , Blood Pressure and Health-Related Quality of Life. *Nurs. Midwifery Stud.* **4**, 1–8 (2015).
3. Sawant, A., House, A. A. & Overend, T. J. Anabolic Effect of Exercise Training in People with End-Stage Renal Disease on Hemodialysis: A Systematic Review with Meta-analysis. *Physiother. Canada* **66**, 44–53 (2014).
4. Palamidas, A. F. *et al.* Impact of hemodialysis on dyspnea and lung function in end stage kidney disease patients. *Biomed Res. Int.* **2014**, (2014).
5. Bavbek, N. *et al.* The effects of L-carnitine therapy on respiratory function tests in chronic hemodialysis patients. *Ren. Fail.* **32**, 157–161 (2010).
6. Flisinski, M. *et al.* Morphometric analysis of muscle fibre types in rat locomotor and postural skeletal muscles in different stages of chronic kidney disease. *J. Physiol. Pharmacol.* **65**, 567–76 (2014).
7. Tarasuik, A., Heimer, D. & Bark, H. Effect of chronic renal failure on skeletal and diaphragmatic muscle contraction. *Am. Rev. Respir. Dis.* **146**, 1383–8 (1992).
8. Zifko, U. *et al.* Phrenic neuropathy in chronic renal failure. *Thorax* **50**, 793–4 (1995).
9. Howden, E. J. *et al.* Exercise Training in CKD: Efficacy, Adherence, and Safety. *Am. J. Kidney Dis.* **65**, 583–591 (2015).
10. Pellizzaro, C. O., Thomé, F. S. & Veronese, F. V. Effect of peripheral and respiratory muscle training on the functional capacity of hemodialysis patients. *Ren. Fail.* **35**, 189–97 (2013).
11. Weiner, P., Ganem, R., Zamir, D. & Zonder, H. [Specific inspiratory muscle training in chronic hemodialysis]. *Harefuah* **130**, 73–6, 144 (1996).
12. Gosselink, R. *et al.* Impact of inspiratory muscle training in patients with COPD: What is the evidence? *Eur. Respir. J.* **37**, 416–425 (2011).
13. Smart, N. A., Giallauria, F. & Dieberg, G. Efficacy of inspiratory muscle training in chronic heart failure patients: A systematic review and meta-analysis. *Int. J. Cardiol.* **167**, 1502–1507 (2013).
14. Gomes Neto, M., Martinez, B. P., Reis, H. F. & Carvalho, V. O. Pre- and postoperative inspiratory muscle training in patients undergoing cardiac surgery: Systematic review and meta-analysis. *Clin. Rehabil.* (2016). doi:10.1177/0269215516648754
15. Mans, C. M., Reeve, J. C. & Elkins, M. R. Postoperative outcomes following

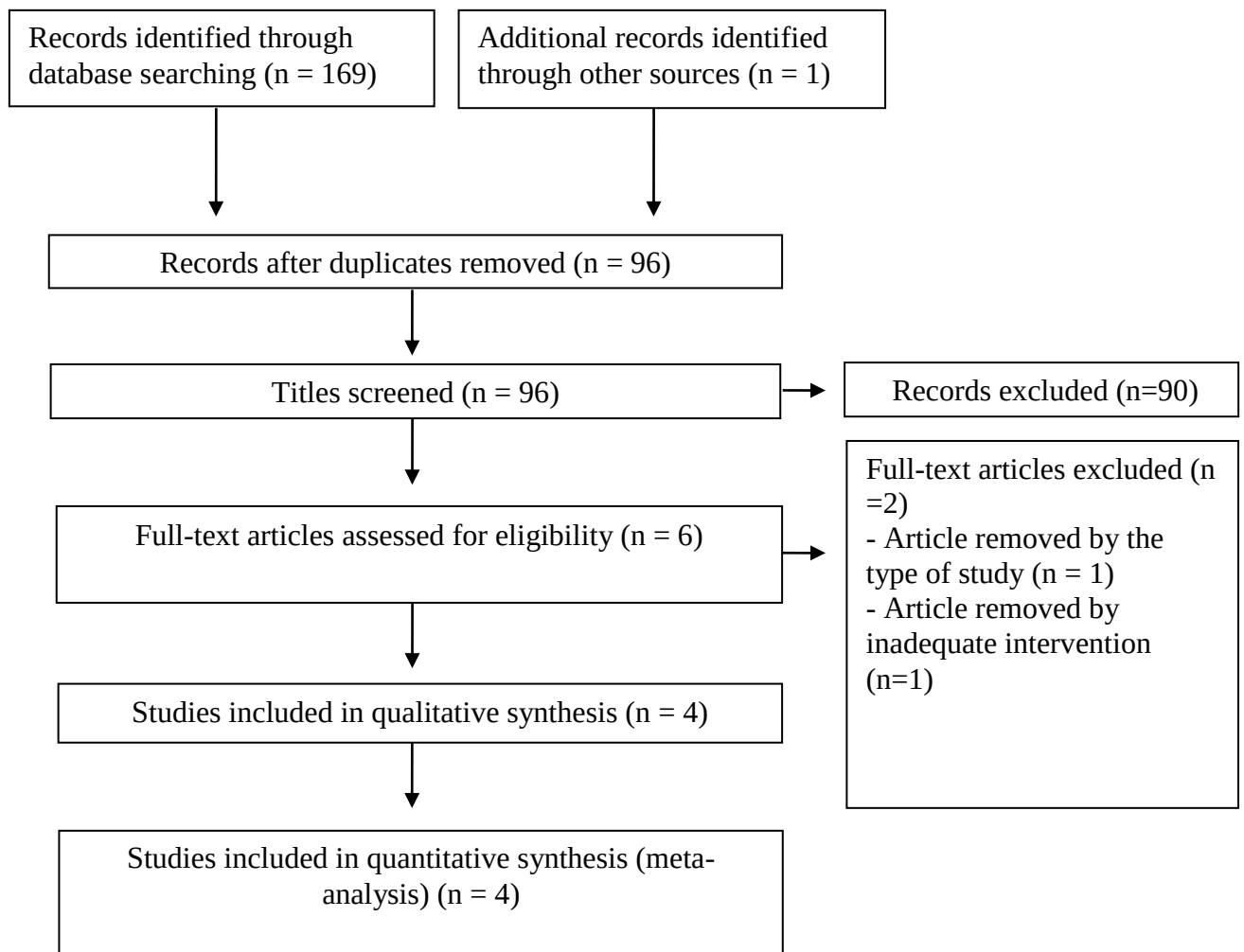
- preoperative inspiratory muscle training in patients undergoing cardiothoracic or upper abdominal surgery: a systematic review and meta analysis. *Clin. Rehabil.* **29**, 426–438 (2015).
16. Ferreira, G. D., Costa, A. C. C., Plentz, R. D. M., Coronel, C. C. & Sbruzzi, G. Respiratory training improved ventilatory function and respiratory muscle strength in patients with multiple sclerosis and lateral amyotrophic sclerosis: Systematic review and meta-analysis. *Physiother. (United Kingdom)* 1–8 (2016). doi:10.1016/j.physio.2016.01.002
  17. Menezes, K. K. *et al.* Respiratory muscle training increases respiratory muscle strength and reduces respiratory complications after stroke: a systematic review. *J. Physiother.* **62**, 138–144 (2016).
  18. Valkenet, K. *et al.* Preoperative inspiratory muscle training to prevent postoperative pulmonary complications in patients undergoing esophageal resection (PREPARE study): study protocol for a randomized controlled trial. *Trials* **15**, 144 (2014).
  19. Ramírez-Sarmiento, A. *et al.* Inspiratory Muscle Training in Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* **166**, 1491–1497 (2002).
  20. Heiwe, S. & Jacobson, S. H. Exercise Training in Adults With CKD: A Systematic Review and Meta-analysis. *Am. J. Kidney Dis.* **64**, 383–393 (2014).
  21. Segura-Ortí, E. Ejercicio en pacientes en hemodiálisis: Revisión sistemática de la literatura. *Nefrología* **30**, 236–246 (2010).
  22. Figueiredo, R. R. *et al.* Respiratory biofeedback accuracy in chronic renal failure patients: a method comparison. *Clin. Rehabil.* **26**, 724–732 (2012).
  23. Guyatt, G. H. *et al.* GRADE: an emerging consensus on rating quality of evidence and strength of recommendations. *Br. Med. J.* **336**, 924–926 (2008).
  24. Soares, V., Vieira, M. F., Bizinotto, T. & Silva, M. S. *Influência do treinamento muscular inspiratório sobre a função respiratória e qualidade de vida de pacientes com Doença Renal Crônica em Hemodiálise e a relação com a composição corporal e com a capacidade aeróbia. Tese de Doutorado* **1**, 1–135 (2014).
  25. Chen, C.-T., Lin, S., Chen, J. & Hsu, Y. Muscle wasting in hemodialysis patients: new therapeutic strategies for resolving an old problem. *Sci. World J.* **2013**, 643954 (2013).
  26. Karacan, O. *et al.* Pulmonary function in renal transplant recipients and end-stage renal disease patients undergoing maintenance dialysis. *Transplant. Proc.* **38**, 396–400 (2006).
  27. Fahal, I. H. Uraemic sarcopenia: aetiology and implications. *Nephrol. Dial. Transplant.* **29**, 1655–1665 (2014).
  28. Shahgholian, N., Eshghinezhad, A. & Mortazavi, M. The effect of tai chi exercise on quality of life in hemodialysis patients. *Iran J Nurs Midwifery Res* **19**, 152–

- 158 (2014).
29. Barcellos, F. C., Santos, I. S., Umpierre, D., Bohlke, M. & Hallal, P. C. Effects of exercise in the whole spectrum of chronic kidney disease: A systematic review. *Clin. Kidney J.* **8**, 753–765 (2015).
  30. McConnell, a. K. & Romer, L. M. Respiratory muscle training in healthy humans: Resolving the controversy. *Int. J. Sports Med.* **25**, 284–293 (2004).
  31. Ray, A. D., Pendergast, D. R. & Lundgren, C. E. G. Respiratory muscle training reduces the work of breathing at depth. *Eur. J. Appl. Physiol.* **108**, 811–820 (2010).
  32. Neves, L. F. *et al.* Expiratory and Expiratory Plus Inspiratory Muscle Training Improves Respiratory Muscle Strength in Subjects with COPD: Systematic Review. *Respir. Care* 1–8 (2014). doi:10.4187/respcare.02793
  33. Charususin, N. *et al.* Inspiratory muscle training protocol for patients with chronic obstructive pulmonary disease ( IMTCO study ): a multicentre randomised controlled trial. *BMJ Open* **3**, 1–7 (2013).
  34. Kohl, L. de M. *et al.* Prognostic value of the six-minute walk test in end- stage renal disease life expectancy : a prospective cohort study. *Clinics* **67**, 581–586 (2012).
  35. Puhan, M. A. *et al.* The minimal important difference of exercise tests in severe COPD. *Eur. Respir. J.* **37**, 784–790 (2011).
  36. Souza, H. *et al.* Effects of inspiratory muscle training in elderly women on respiratory muscle strength, diaphragm thickness and mobility. *J. Gerontol. A. Biol. Sci. Med. Sci.* **69**, 1545–53 (2014).
  37. Bosnak-guclu, M. *et al.* Effects of inspiratory muscle training in patients with heart failure \*. *Respir. Med.* **105**, 1671–1681 (2011).
  38. Edwards, a. M. Respiratory muscle training extends exercise tolerance without concomitant change to peak oxygen uptake: Physiological, performance and perceptual responses derived from the same incremental exercise test. *Respirology* **18**, 1022–1027 (2013).

**Table 1 - Summary of included studies**

| Study                   | Design | Participants                                       | Intervention                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Outcome measures                                                                            |
|-------------------------|--------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| Weiner et al (1996)     | RCT    | n = 20<br>Age (yr) = 22-78<br>Gender = M, F        | G1 = Inspiratory muscle training using 15-60% of MIP, for 1 hour during haemodialysis, for 12 weeks.<br>Material: Threshold Loaded®<br><br>Con = Sham Training.                                                                                                                                                                                                                                                             | • Functional capacity, respiratory muscle strength.                                         |
| Figueiredo et al (2012) | RCT    | n = 41<br>Age (yr) = 21-60<br>Gender = 24 M, 17 F  | G1 = Inspiratory muscle training using 40% of MIP, training lasted for 20 minutes between the second and the third hour of haemodialysis, for six weeks.<br>Material: Threshold Loaded®<br><br>G2 = Train the respiratory muscles using biofeedback respiratory (30 cmH <sub>2</sub> O) lasted for 20 minutes between the second and the third hour of haemodialysis, for six weeks.<br><br>Con = Without any intervention. | • Pulmonary function, respiratory muscle strength.                                          |
| Pellizzaro et al (2013) | RCT    | n = 39<br>Age (yr) = 19 -69<br>Gender = 23 M, 16 F | G1 = Inspiratory muscle training using 50% of MIP, three sets of 15 inspirations and rested for 60 seconds, in the first 2 h of haemodialysis, for 10 weeks.<br>Material: Threshold Loaded®<br><br>G2 = Peripheral muscle training using 50% of 1MR, three sets of 15 knee extension repetitions, resting for 60 s in between, in the haemodialysis, for 10 weeks.<br><br>Con = Without any intervention.                   | • Pulmonary function, functional capacity, respiratory muscle strength and quality of life. |
| Soares et al (2014)     | RCT    | n = 34<br>Age (yr) = > 18<br>Gender = 34 M         | G1 = Inspiratory muscle training using 30% of MIP, three sets of 10 inspirations and resting for 60 seconds, in the first 2 h of hemodialysis, for 6 months.<br>Material: PowerBreathe®<br><br>G2 = Incentive spirometer training group also performed two breathing exercises, diaphragmatic breathing and inspiration in times, in the first 2 h of haemodialysis, for 6 months.<br>Material: Respirom®                   | • Pulmonary function, respiratory muscle strength, quality of life.                         |

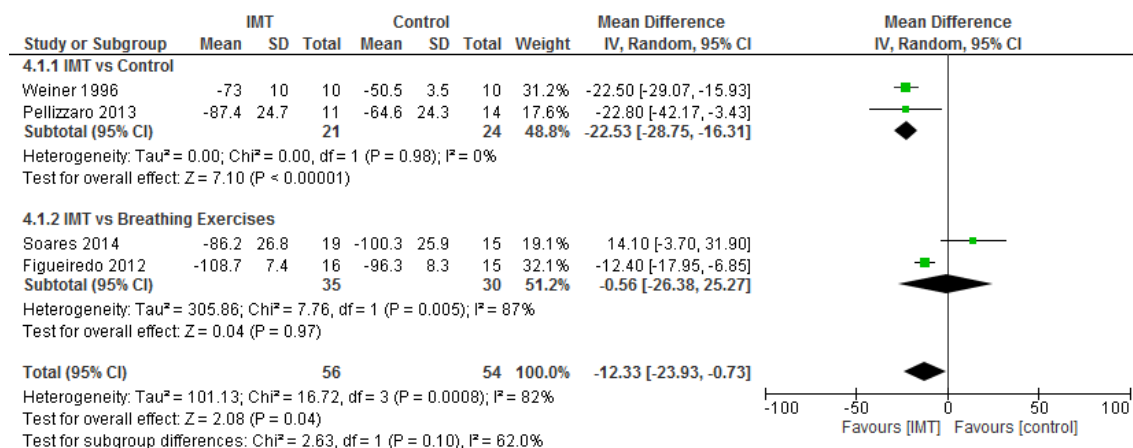
MIP=Maximal inspiratory pressure; MR= Maximal repetition.



**Figure 1. Selection of studies for inclusion in the systematic review.**

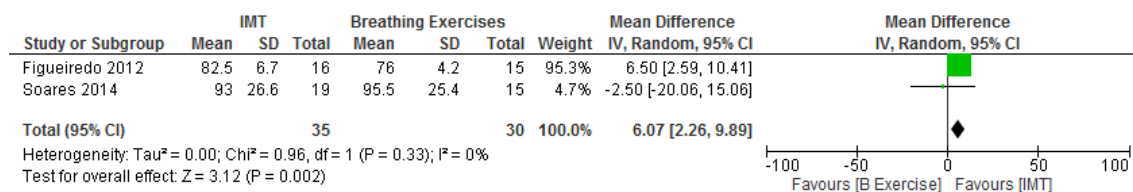
|                 | Random sequence generation (selection bias) | Allocation concealment (selection bias) | Blinding of participants and personnel (performance bias) | Blinding of outcome assessment (detection bias) | Incomplete outcome data (attrition bias) | Intention-to-treat analysis | Selective reporting (reporting bias) | Group similarity at baseline |
|-----------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|------------------------------|
| Figueiredo 2012 | ?                                           | +                                       | -                                                         | -                                               | ?                                        | -                           | ?                                    | +                            |
| Pellizzaro 2013 | ?                                           | -                                       | -                                                         | -                                               | +                                        | -                           | ?                                    | +                            |
| Soares 2014     | ?                                           | +                                       | -                                                         | -                                               | +                                        | -                           | ?                                    | +                            |
| Weiner 1996     | ?                                           | -                                       | -                                                         | -                                               | +                                        | -                           | +                                    | +                            |

**Figure 2. Risk of bias of the included studies assessed using the Cochrane Collaboration Reviewer's Handbook.**

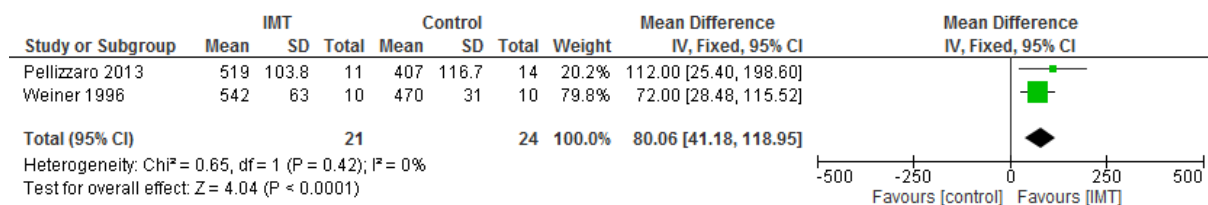


**Figure 3. Average difference (95% CI) in maximal inspiratory pressure (in cmH<sub>2</sub>O) due to inspiratory muscle training, estimated by pooling data from four studies (n=110). IMT= inspiratory muscle training.**

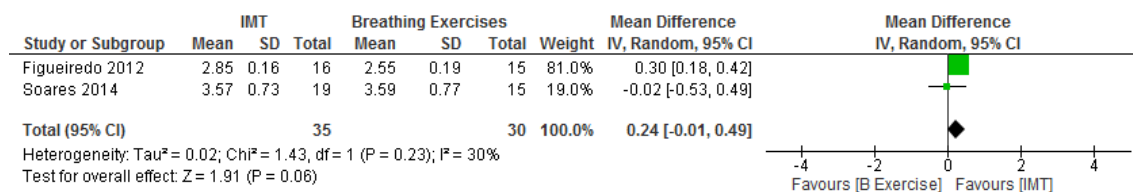




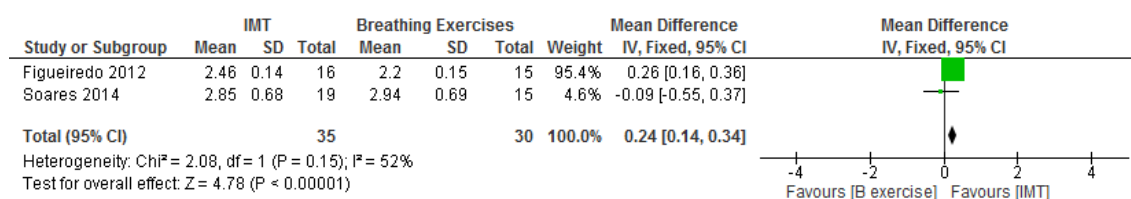
**Figure 4. Average difference (95% CI) in maximal expiratory pressure (in cmH<sub>2</sub>O) due to inspiratory muscle training, estimated by pooling data from two studies (n=65). IMT= inspiratory muscle training.**



**Figure 5. Average difference (95% CI) in six-minute walk test (in meters) due to inspiratory muscle training, estimated by pooling data from two studies (n=45). IMT= inspiratory muscle training.**



**Figure 6. Average difference (95% CI) in forced vital capacity (FVC) due to inspiratory muscle training, estimated by pooling data from two studies (n=65). IMT= inspiratory muscle training.**



**Figure 7. Average difference (95% CI) in forced expiratory volume in the first second (FEV<sub>1</sub>) due to inspiratory muscle training, estimated by pooling data from two studies (n=65). IMT= inspiratory muscle training.**

**Table 2 – Quality of evidence using the GRADE approach (Inspiratory muscle training versus Breathing exercises).**

| Quality assessment                                                                                                                                     |                   |                      |                           |                      |                        |                      | No of patients              |                     | Effect            |                                             | Quality          | Importance |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|----------------------|---------------------------|----------------------|------------------------|----------------------|-----------------------------|---------------------|-------------------|---------------------------------------------|------------------|------------|
| No of studies                                                                                                                                          | Design            | Risk of bias         | Inconsistency             | Indirectness         | Imprecision            | Other considerations | Inspiratory muscle training | Breathing Exercises | Relative (95% CI) | Absolute                                    |                  |            |
| Inspiratory muscle strength (follow-up mean 15 weeks; measured with: Manovacuometer; range of scores: 0–300; Better indicated by lower values)         |                   |                      |                           |                      |                        |                      |                             |                     |                   |                                             |                  |            |
| 2                                                                                                                                                      | randomised trials | serious <sup>1</sup> | very serious <sup>2</sup> | serious <sup>3</sup> | serious <sup>4</sup>   | none                 | 35                          | 30                  | -                 | MD 0.56 lower (26.38 lower to 25.27 higher) | ⊕○○○<br>VERY LOW | IMPORTANT  |
| Expiratory muscle strength (follow-up mean 15 weeks; measured with: Manovacuometer; range of scores: 0-300; Better indicated by higher values)         |                   |                      |                           |                      |                        |                      |                             |                     |                   |                                             |                  |            |
| 2                                                                                                                                                      | randomised trials | serious <sup>1</sup> | no serious inconsistency  | serious <sup>3</sup> | no serious imprecision | none                 | 35                          | 30                  | -                 | MD 6.07 higher (2.26 to 9.89 higher)        | ⊕⊕○○<br>LOW      | IMPORTANT  |
| Forced Vital Capacity (follow-up mean 15 weeks; measured with: Spirometer; range of scores: 0-5; Better indicated by higher values)                    |                   |                      |                           |                      |                        |                      |                             |                     |                   |                                             |                  |            |
| 2                                                                                                                                                      | randomised trials | serious <sup>1</sup> | no serious inconsistency  | serious <sup>3</sup> | no serious imprecision | none                 | 35                          | 30                  | -                 | MD 0.24 higher (0.01 lower to 0.49 higher)  | ⊕⊕○○<br>LOW      | IMPORTANT  |
| Forced expiratory volume in first second (follow-up mean 15 weeks; measured with: Spirometer; range of scores: 0-4; Better indicated by higher values) |                   |                      |                           |                      |                        |                      |                             |                     |                   |                                             |                  |            |
| 2                                                                                                                                                      | randomised trials | serious <sup>1</sup> | serious <sup>5</sup>      | serious <sup>3</sup> | no serious imprecision | none                 | 35                          | 30                  | -                 | MD 0.24 higher (0.14 to 0.34 higher)        | ⊕○○○<br>VERY LOW | IMPORTANT  |

<sup>1</sup> Limitations of randomization, blinding and intention-to-treat

<sup>2</sup> Heterogeneity is considerable (I<sup>2</sup> =82%)

<sup>3</sup> Differences in training (load and duration) and breathing exercises (incentive spirometer or respiratory biofeedback)

<sup>4</sup> Wide confidence interval

<sup>5</sup> Heterogeneity is moderate (I<sup>2</sup> =52%)

**Table 3 – Quality of evidence using the GRADE approach (Inspiratory muscle training versus control/sham).**

| Quality assessment                                                                                                                             |                   |                      |                          |                      |                        |                      | No of patients              |         | Effect            |                                          | Quality  | Importance |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|------------------------|----------------------|-----------------------------|---------|-------------------|------------------------------------------|----------|------------|
| No of studies                                                                                                                                  | Design            | Risk of bias         | Inconsistency            | Indirectness         | Imprecision            | Other considerations | Inspiratory muscle training | Control | Relative (95% CI) | Absolute                                 |          |            |
| Inspiratory muscle strength (follow-up mean 11 weeks; measured with: Manovacuumeter; range of scores: 0–300; Better indicated by lower values) |                   |                      |                          |                      |                        |                      |                             |         |                   |                                          |          |            |
| 2                                                                                                                                              | randomised trials | serious <sup>1</sup> | no serious inconsistency | serious <sup>2</sup> | no serious imprecision | none                 | 21                          | 24      | -                 | MD 22.53 lower (28.75 to 16.31 lower)    | ⊕⊕○○ LOW | IMPORTANT  |
| Functional capacity (follow-up mean 11 weeks; measured with: Six-minute walk test ; range of scores: 0-700; Better indicated by higher values) |                   |                      |                          |                      |                        |                      |                             |         |                   |                                          |          |            |
| 2                                                                                                                                              | randomised trials | serious <sup>1</sup> | no serious inconsistency | serious <sup>2</sup> | no serious imprecision | none                 | 21                          | 24      | -                 | MD 80.06 higher (41.18 to 118.95 higher) | ⊕⊕○○ LOW | IMPORTANT  |

<sup>1</sup> Limitations of Randomization, allocation, Blinding and Intention-to-treat

<sup>2</sup> Differences in training (load and duration)

**Box 1. Inclusion Criteria**

---

**Design**

- Randomised controlled trial

**Population**

- Adults (> 18 years old)
- Hemodialysis patients
- No hemodynamic instability

**Intervention**

- Inspiratory muscle training, using linear load.

**Outcomes**

- Primary outcomes: pulmonary function and functional capacity
- Secondary outcomes: respiratory muscle strength, quality of life and inflammatory state.

**Comparisons**

- IMT versus no intervention
- IMT versus Sham IMT
- IMT versus Breathing exercise

---

IMT= inspiratory muscle training.

## APÊNDICE B – ARTIGO ORIGINAL 1

ARTIGO ORIGINAL 1 – Fatores de proteção de fraqueza muscular inspiratória em pacientes com Doença Renal Crônica em hemodiálise.

- ☐ Revista a ser submetida: **Respiratory Physiology & Neurobiology**
- ☐ Área de Concentração: **Educação Física**
- ☐ *Qualis* da revista: **A2**



## **FATORES DE PROTEÇÃO DE FRAQUEZA MUSCULAR INSPIRATÓRIA EM PACIENTES COM DOENÇA RENAL CRÔNICA EM HEMODIÁLISE**

Ana Irene Carlos de Medeiros<sup>1</sup>; Daniella Cunha Brandão<sup>1</sup>; Carlos Eduardo Santos Rêgo Barros<sup>1</sup>, Helen Kerlen Bastos Fuzari<sup>1</sup>, Renata Janaína Pereira de Souza<sup>1</sup>; Frederico Castelo Branco Cavalcanti<sup>2</sup>; Armèle Dornelas de Andrade<sup>1</sup>; Patrícia Érika de Melo Marinho<sup>1</sup>.

Running head: Fraqueza muscular inspiratória em hemodialíticos

1. Departamento de Fisioterapia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brasil.
2. Unidade de Nefrologia, Real Hospital Português de Beneficência em Pernambuco, Recife, Brasil.

Autor correspondente

Patrícia Érika de Melo Marinho

Departamento de Fisioterapia, Universidade Federal de Pernambuco

Av. Jorn. Aníbal Fernandes, s/n, Cidade Universitária CEP: 50740-560, Recife-PE, Brazil.

Phone: (+55 81) 2126-8490

Email: [patmarinho@yahoo.com.br](mailto:patmarinho@yahoo.com.br)

## RESUMO

**Introdução:** Pacientes com doença renal crônica (DRC) em hemodiálise (HD) podem cursar com redução de força muscular inspiratória, o que pode repercutir na realização das atividades do cotidiano e qualidade de vida desta população. A fraqueza muscular tem origem multifatorial, no entanto, são incertos os fatores que poderiam explicar a disfunção dos músculos respiratórios. **Objetivo:** Identificar os fatores de proteção para a fraqueza muscular inspiratória em portadores de DRC em HD. **Métodos:** Estudo transversal, com 48 pacientes em HD há pelo menos um ano, avaliados no período interdialítico para mensuração da força muscular respiratória (manovacuometria), espessura e mobilidade diafragmática (ultrassonografia) e bioquímica laboratorial. Os pacientes foram divididos em grupo com fraqueza e sem fraqueza muscular inspiratória. **Resultados:** A frequência de fraqueza muscular inspiratória no estudo foi observada em 26 pacientes (54,15%). A espessura diafragmática na capacidade residual funcional (CRF) (OR=0,04; p=0,036), níveis séricos de albumina (OR=0,03; p=0,028) e de ferro (OR=0,95; p=0,018) se apresentam como fatores de proteção para fraqueza muscular inspiratória nesses pacientes. **Conclusão:** A frequência de fraqueza muscular inspiratória foi elevada nos pacientes com DRC em HD. A espessura diafragmática na CRF, a albumina e o ferro apresentaram efeito protetor no desenvolvimento de fraqueza muscular inspiratória em portadores de DRC em HD.

**Palavras chave:** diálise renal, músculos respiratórios, fraqueza muscular, testes de função pulmonar.

## INTRODUÇÃO

A anormalidade na estrutura musculoesquelética de doentes renais crônicos é denominada miopatia urêmica, a qual se manifesta principalmente quando a taxa de filtração glomerular (TFG) é inferior a 25ml/min/1,73m<sup>2</sup> (Flisinski et al., 2014). A disfunção muscular é resultante de má nutrição, desequilíbrio hormonal, depleção de ATP e glicogênio, transporte inadequado de oxigênio, distúrbio eletrolítico e sedentarismo (Souza et al., 2015). A miopatia afeta cerca de 50% dos pacientes em diálise e acarreta perda de massa muscular, fraqueza muscular, diminuição da resistência, fadiga e baixa tolerância ao exercício (Chauveau et al., 2016; Kaltsatou et al., 2015).

Os músculos inspiratórios, diafragma e intercostais, são caracterizados como músculos esqueléticos e também apresentam diminuição da força muscular e resistência em função da miopatia urêmica (Abdalla et al., 2013). Estudo *in vitro* constatou redução importante de força diafragmática na uremia induzida (Tarasuik et al., 1992) e recentemente foi demonstrada que a força muscular respiratória de pacientes dialíticos é reduzida em cerca de 30% em comparação aos valores preditos para saudáveis (Pellizzaro et al., 2013).

Apesar da inatividade, das alterações nutricionais e bioquímicas serem apontadas como responsáveis pela miopatia urêmica em pacientes com DRC, a sua fisiopatologia não é totalmente esclarecida (Kaltsatou et al., 2015). Em relação aos músculos respiratórios, são escassos os estudos que tenham avaliado a força muscular respiratória em pacientes com DRC submetidos a hemodiálise (HD) e até o momento não foi investigado quais fatores poderiam estar relacionados a proteção de desenvolvimento de fraqueza muscular inspiratória nesses pacientes. Assim, o objetivo desse trabalho foi identificar os fatores de proteção de origem bioquímica e muscular para fraqueza muscular inspiratória em pacientes com DRC em HD.

## MÉTODOS

### Amostra e desenho do estudo

Trata-se de um estudo transversal, desenvolvido com pacientes com DRC em HD, oriundos de clínicas e serviços de hemodiálise de hospitais de Recife-PE, Brasil. Participaram do estudo pacientes com idade entre 18 e 65 anos, e que estivessem realizando HD por pelo menos doze meses. Pacientes que apresentassem alterações musculoesqueléticas não provenientes da DRC, déficit neurológico, doença pulmonar crônica, doença cardíaca grave (angina instável e infarto agudo do miocárdio prévio), diabetes descompensado e doença infecciosa foram excluídos do estudo. Este protocolo foi aprovado pelo comitê de ética institucional, de acordo com a resolução 466/2012 do CNS e iniciado após esclarecimento e assinatura dos participantes.

Para o cálculo da amostra foi realizado um estudo piloto com 10 pacientes, sendo 5 em cada grupo e utilizadas as médias e desvio padrão de cada grupo para os desfechos: uréia, potássio, espessura do diafragma na capacidade residual funcional (CRF) e na capacidade pulmonar total (CPT). A variável espessura do diafragma na CPT foi utilizada por apresentar o maior tamanho amostral, representado por 28 pacientes, sendo 14 para o grupo com fraqueza (GF) e 14 para o grupo sem fraqueza (GSF), no entanto, foram considerados o total de 48 pacientes, considerando-se as perdas que poderiam ocorrer ao longo do estudo. O cálculo amostral considerou um poder  $(1-\beta)$  de 80% e um  $\alpha$  de 5%, com um tamanho de efeito de 1,10 e foi realizado no programa estatístico G\*Power 3.1.9.2 (Faul et al., 2009).

### Procedimentos

Os pacientes recrutados nos centros de referência em HD foram avaliados no período interdialítico (24 horas após a sessão de HD do dia anterior), no Laboratório de

Fisioterapia Cardiopulmonar da Universidade Federal de Pernambuco. Todos os pacientes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) e foram avaliados através de uma ficha de avaliação criada para fins de coleta de dados sociodemográficos (sexo, raça, renda e escolaridade) e antropométricos (peso, altura e índice de massa corporal - IMC), seguidos da avaliação da força muscular respiratória (manovacuometria), da espessura e mobilidade do músculo diafragma (ultrassonografia) e exames laboratoriais de rotina.

#### *Força muscular respiratória*

Para mensuração da pressão inspiratória máxima (PImáx) e pressão expiratória máxima (PEmáx) foi utilizado um manovacuômetro digital (MVD300, Globalmed, Brasil). Foram realizadas no mínimo 3 manobras, com um intervalo de 1 minuto entre elas, sendo consideradas satisfatórias quando não houvesse variação >10% entre 3 medidas e foi adotada a medida de maior valor (Gibson et al., 2002). Os pacientes foram então classificados em grupo fraqueza (GF) quando apresentassem  $P_{Imáx} \leq 80\text{cmH}_2\text{O}$  para homens e  $\leq 60\text{cmH}_2\text{O}$  para mulheres e em grupo sem fraqueza (GSF) quando a  $P_{Imáx} > 80\text{cmH}_2\text{O}$  para homens e  $> 60\text{cmH}_2\text{O}$  para mulheres de acordo com o estudo de Caruso et al. (Caruso et al., 2015). Os resultados encontrados de  $P_{Imáx}$  e  $PE_{máx}$  foram comparados com os valores de referência para a população brasileira propostos por Neder et al. (Neder et al., 1999).

#### *Espessura e mobilidade do diafragma*

Para avaliação da espessura foi utilizado o ultrassom (Sonoace R3, Samsung Medison, Coréia do Sul) no modo B, de acordo com o protocolo de Enright et al. (Enright, 2004). Inicialmente foram identificados o oitavo e nono espaços intercostais direito, na

linha axilar média, em seguida, com o participante em decúbito lateral esquerdo foi posicionado o transdutor linear de baixa penetração (7,5MHz) perpendicularmente à parede torácica, sobre o local demarcado. Na janela do equipamento de ultrassonografia foram observadas duas linhas brilhantes paralelas que retrataram a membrana pleural e peritoneal respectivamente, sendo realizada a medição da espessura diafragmática a partir do ponto central da linha pleural até o ponto central da linha peritoneal. Foi mensurada a espessura do diafragma na capacidade residual funcional (CRF), com o músculo diafragma relaxado e na capacidade pulmonar total (CPT), com o referido músculo contraído. Foram realizadas 5 medidas para cada variável, sendo utilizada a média entre 3 medidas com uma diferença de até 10% entre elas e os dados foram apresentados em milímetros.

Para mensuração da mobilidade o ultrassom foi utilizado no modo M de acordo com o protocolo de Testa et al.(Testa et al., 2011). O paciente foi posicionado em decúbito dorsal com inclinação de 45° e o transdutor convexo (3,5MHz) colocado na linha hemiclavicular direita, abaixo da margem costal, em direção cranial. O paciente foi orientado a respirar tranquilamente, para em seguida, realizar uma inspiração rápida e profunda. Na janela do equipamento de ultrassonografia as curvas sinusoidais representam a excursão diafragmática e a medição foi realizada a partir do traçado entre a linha de base no início da inspiração e a linha obtida no pico da inspiração. Foram realizadas 5 medidas para cada variável, sendo utilizada a média entre 3 medidas com uma diferença de até 10% entre elas e os dados foram apresentados em milímetros.

#### *Exames Laboratoriais*

Foram coletados os dados de hemoglobina, hematócrito, uréia, creatinina, albumina, potássio, fósforo, ferro, cálcio e paratormônio (PTH) diretamente dos registros

dos pacientes da clínica/hospital que realizavam HD e anotado o registro do último mês prévio ao momento da avaliação.

### Análise Estatística

A análise descritiva foi realizada através de medidas de média e intervalo de confiança ou mediana e intervalo interquartil para as variáveis quantitativas contínuas e através de frequência e percentagem para as variáveis qualitativas.

A distribuição de normalidade foi realizada através do teste de Kolmogorov-Smirnov. A comparação entre os grupos foi realizada através do teste t de Student para amostras independentes ou teste de Mann-Whitney e as medidas de associação foram realizadas pelo teste Qui-quadrado de Pearson para determinação das variáveis que entrariam no modelo de regressão. Para a realização da regressão logística binária, todas as variáveis foram avaliadas como possíveis candidatas para o modelo explicativo, no entanto, apenas aquelas que apresentaram  $p < 0,05$  na comparação entre os grupos, foram incluídas na análise de regressão, sendo descartadas do modelo as variáveis não significativas. Para identificação dos fatores associados a fraqueza inspiratória, foram calculadas as *odds ratio* (OR) ajustadas das variáveis incluídas no modelo explicativo. A análise foi realizada no software *Statistical Package for Social Science* (SPSS), Chicago, IL, USA, versão 20.0, sendo considerado um nível de significância de  $p < 0,05$  e intervalo de confiança (IC) de 95%.

## RESULTADOS

Dos 539 pacientes elegíveis para o estudo, foram avaliados 54 e destes, seis foram excluídos: dois pacientes por apresentar cardiopatia grave, um paciente por apresentar

febre reumática e três pacientes desistiram de participar durante a avaliação, totalizando 48 pacientes no estudo (Figura 1). A fraqueza muscular inspiratória foi encontrada em 26 pacientes (54,15%) e a partir desta observação, os pacientes foram classificados em dois grupos: grupo sem fraqueza (GSF) e grupo com fraqueza (GF). Dos pacientes que apresentavam fraqueza, 61,5% eram mulheres, 84,6% não praticavam exercício físico e 84,6% tinham renda baixa. Os dados sociodemográficos, clínicos e antropométricos dos pacientes estão apresentados na tabela 1.

Os dados laboratoriais referentes aos pacientes se encontram na tabela 2. Observa-se que o GSF apresentou maiores níveis séricos de albumina, ferro, potássio e uréia pré HD em relação ao GF.

A mobilidade diafragmática foi semelhante entre os grupos. A espessura do diafragma foi maior nos pacientes sem fraqueza, independentemente de estar relaxado (CRF) ou contraído (CPT). A força muscular expiratória também foi maior nos pacientes que apresentaram força inspiratória preservada (Tabela 3).

A análise multivariada apresentada na tabela 4 mostra as variáveis que permaneceram no modelo de regressão (espessura diafragmática na CRF, albumina e ferro). De acordo com esse modelo, a espessura diafragmática na CRF, a albumina e o ferro representaram fator de proteção para a fraqueza muscular inspiratória nos pacientes do estudo.

## **DISCUSSÃO**

Este estudo apresentou elevada frequência de fraqueza muscular inspiratória em pacientes com DRC em HD. Os pacientes com fraqueza apresentaram menor espessura diafragmática e força muscular expiratória, baixos níveis séricos de albumina, potássio, ferro e ureia pré-HD quando comparados aos pacientes com força preservada. A espessura



diafragmática na CRF, a albumina e o ferro apresentaram efeito protetor no desenvolvimento de fraqueza muscular inspiratória em pacientes com DRC em programa de HD.

A fraqueza muscular pode acometer músculos periféricos e proximais (Fahal, 2014), e a perda de massa muscular não pode ser atribuída isoladamente ao sedentarismo (Kaltsatou et al., 2015). De acordo com nossos resultados, os músculos respiratórios se apresentaram afetados e enfraquecidos em mais da metade dos pacientes avaliados.

O comprimento muscular e a velocidade de contração determinam a capacidade dos músculos esqueléticos em gerar força (Ratnovsky et al., 2008), e nessa população o desgaste muscular, de origem multifatorial (alterações hormonais, imunológicas e miocelulares, acidose metabólica e diminuição da ingestão proteica), pode estar sendo responsável pela elevada frequência de fraqueza dos músculos respiratórios, associadas possivelmente a inatividade física frequente entre esses pacientes (Fahal, 2014) e em decorrência das alterações proporcionadas pelo programa de HD (Karacan et al., 2006; Kovelis et al., 2008; Pellizzaro et al., 2013; Tavana and Mohammadreza, 2015).

Em relação aos fatores de proteção em nosso estudo, níveis séricos de albumina relativamente elevados no grupo de pacientes sem a fraqueza muscular representaram um dos principais fatores de proteção para o desenvolvimento de fraqueza muscular inspiratória. As concentrações de albumina estão associadas a força respiratória (Karacan et al., 2006) e a função pulmonar (Bush and Gabriel, 1991; Cury et al., 2010), sendo considerada importante preditor de sobrevivência em pacientes com DRC (Kaltsatou et al., 2015; Kaysen et al., 2004), a exemplo dos resultados de nosso estudo. A hipoalbuminemia pode ocorrer na vigência do aumento nos níveis circulantes de citocinas inflamatórias, da acidose metabólica e da desnutrição (Kaltsatou et al., 2015), além da perda de aminoácidos

e de aumento do gasto energético ocasionados durante a HD, resultando em maior catabolismo proteico (Ikizler et al., 2002).

Os níveis séricos de ferro se comportaram como fator de proteção para fraqueza muscular inspiratória em nosso estudo. O ferro tem importante papel no transporte de oxigênio (Grotto, 2010), e a diminuição de oxigênio disponível para os músculos respiratórios pode reduzir a capacidade de gerar força (Bark et al., 1988). A deficiência de ferro é uma das causas comuns de anemia, apontada como causa de fraqueza, no entanto a redução de ferro pode acarretar fraqueza e fadiga muscular na vigência ou não da anemia (Finch et al., 1976; Lasocki et al., 2014). Embora não tenhamos encontrado diferenças entre os grupos quanto aos níveis séricos de hemoglobina e de hematócrito, observamos que esses se encontraram abaixo dos níveis de normalidade entre os nossos pacientes.

De acordo com nossos resultados, a espessura maior do diafragma na CRF representou menor chance da presença de fraqueza muscular. Estudos com pacientes com DRC evidenciam atrofia de fibras musculares tipo II em músculos periféricos (Diesel et al., 1993; Lewis et al., 2012) e talvez o mesmo possa estar ocorrendo nos músculos respiratórios desses pacientes. Tarasuik et al. (Tarasuik et al., 1992) realizaram estudo experimental com ratos e relataram que a uremia induzida nos músculos diafragma e sóleo repercutiram com redução da força e aumento da fadiga muscular em ambos os grupos musculares. Resultados semelhantes foram encontrados no estudo de Harrison et al. (Harrison et al., 2006), que demonstraram redução da força induzida pela uremia e sua reversibilidade com a HD, havendo melhora das variáveis eletrofisiológicas após a HD comparada ao período pré-diálise. Em nosso estudo a uremia esteve presente em ambos os grupos, apresentando maior comprometimento no grupo GSF, porém esses valores não foram avaliados após a HD. Não sabemos até que ponto a uremia no dia da avaliação da P<sub>Imáx</sub> poderia ter repercutido sobre a força muscular respiratória e se a redução dos níveis

séricos de uréia após a HD interfeririam sobre a fraqueza muscular inspiratória apresentada por esses pacientes.

A força muscular expiratória também se apresentou reduzida nos pacientes com fraqueza, demonstrando que ambos os grupos musculares apresentam-se comprometidos, semelhante ao encontrado em estudos prévios (Bark et al., 1988; Tavana and Mohammadreza, 2015). O déficit ventilatório, devido a deficiência nos músculos respiratórios, associado às alterações no tecido pulmonar podem acarretar diminuição da capacidade pulmonar em pacientes com DRC (Abdalla et al., 2013), embora não possamos afirmar tal constatação em nosso estudo.

A mobilidade diafragmática entre os pacientes foi semelhante a estudos prévios com adultos saudáveis (Kantarci et al., 2004; Testa et al., 2011), sugerindo que não existe comprometimento da mecânica respiratória em pacientes renais. Como os grupos de nosso estudo foram comparáveis, deduzimos que a mobilidade diafragmática não sofreu influência da força muscular inspiratória nesses pacientes, diferentemente do que ocorre em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) (Dos Santos Yamaguti et al., 2008; Rocha et al., 2015).

A elevada frequência de fraqueza muscular inspiratória em pacientes com DRC em programa de hemodiálise encontrada nesse estudo ressalta a importância para o acompanhamento criterioso e monitorização dos níveis séricos de albumina e ferro, além da instituição de avaliações periódicas da força muscular respiratória desses pacientes. A detecção precoce de fraqueza muscular respiratória pode ser recuperada mediante o desenvolvimento de programas de treinamento muscular inspiratório.

### *Limitações*

A avaliação do conteúdo de água corporal existente nesses pacientes não foi realizada, e poderia esclarecer se o acúmulo de líquido acima do previsto interferiria sobre a mecânica diafragmática e a força muscular respiratória. Outro aspecto a ser considerado diz respeito a realização dos exames laboratoriais no mesmo dia da avaliação respiratória, a fim de verificar os níveis séricos representativos do momento da avaliação.

## CONCLUSÃO

Nossos resultados demonstraram que a fraqueza muscular inspiratória foi elevada nos pacientes com DRC em HD. A espessura diafragmática na CRF, a albumina e o ferro apresentaram efeito protetor no desenvolvimento de fraqueza muscular inspiratória em pacientes renais crônicos em programa de HD.

## REFERÊNCIAS

- Abdalla, M.E., Abdelgawad, M., Alnahal, A., 2013. Evaluation of pulmonary function in renal transplant recipients and chronic renal failure patients undergoing maintenance hemodialysis. *Egypt. J. Chest Dis. Tuberc.* 62, 145–150. doi:10.1016/j.ejcdt.2013.04.012
- Bark, H., Heimer, D., Chaimovitz, C., Mostoslavski, M., 1988. Effect of chronic renal failure on respiratory muscle strength. *Respiration* 54, 153–161. doi:10.1017/CBO9781107415324.004
- Bush, A., Gabriel, R., 1991. Pulmonary function in chronic renal failure : effects of dialysis and transplantation. *Thorax* 46, 424–428.
- Caruso, P., Luis, A., Albuquerque, P. De, Santana, P.V., Cardenas, L.Z., Ferreira, J.G., Prina, E., Pletsch, R., Macchione, M.C., Roberto, C., Carvalho, R., 2015. Diagnostic methods to assess inspiratory and expiratory muscle strength. *J. Bras. Pneumol.* 41, 110–123.
- Chauveau, P., Moreau, K., Lasseur, C., Fouque, D., Combe, C., Aparicio, M., 2016. Sarcopénie et myopathie urémique : Similitudes et différences. *Nephrol. Ther.* 12, 71–75. doi:10.1016/j.nephro.2015.08.002
- Cury, J.L., Brunetto, A.F., Aydos, R.D., 2010. Negative effects of chronic kidney failure on lung function and functional capacity. *Rev. Bras. Fisioter.* 14, 91–8.

- Diesel, W., Emms, M., Knight, B.K., Noakes, T.D., Swanepoel, C.R., van Zyl Smit, R., Kaschula, R.O., Sinclair-Smith, C.C., 1993. Morphologic features of the myopathy associated with chronic renal failure. *Am. J. Kidney Dis.* 22, 677–684. doi:10.1016/S0272-6386(12)80430-6
- Dos Santos Yamaguti, W.P., Paulin, E., Shibao, S., Chammas, M.C., Salge, J.M., Ribeiro, M., Cukier, A., Carvalho, C.R.F., 2008. Air trapping: The major factor limiting diaphragm mobility in chronic obstructive pulmonary disease patients. *Respirology* 13, 138–144. doi:10.1111/j.1440-1843.2007.01194.x
- Enright, S., 2004. Inspiratory Muscle Training Improves Lung Function and Exercise Capacity in Adults With Cystic Fibrosis. *CHEST J.* 126, 405. doi:10.1378/chest.126.2.405
- Fahal, I.H., 2014. Uraemic sarcopenia: aetiology and implications. *Nephrol. Dial. Transplant.* 29, 1655–1665. doi:10.1093/ndt/gft070
- Faul, F., Erdfelder, E., Buchner, A., Lang, A.-G., 2009. Statistical power analyses using G\*Power 3.1: tests for correlation and regression analyses. *Behav. Res. Methods* 41, 1149–1160. doi:10.3758/BRM.41.4.1149
- Finch, C.A., Miller, L.R., Inamdar, A.R., Person, R., Seiler, K., Mackler, B., 1976. Iron deficiency in the rat. Physiological and biochemical studies of muscle dysfunction. *J. Clin. Invest.* 58, 447–53. doi:10.1172/JCI108489
- Flisinski, M., Brymora, A., Elminowska-Wenda, G., Bogucka, J., Walasik, K., Stefanska, A., Strozecki, P., Manitius, J., 2014. Morphometric analysis of muscle fibre types in rat locomotor and postural skeletal muscles in different stages of chronic kidney disease. *J. Physiol. Pharmacol.* 65, 567–76.
- Gibson, G.J., Whitelaw, W., Siafakas, N., Supinski, G.S., Fitting, J.W., Bellemare, F., Loring, S.H., Troyer, A. De, Grassino, A.E., 2002. American Thoracic Society / European Respiratory Society ATS / ERS Statement on Respiratory Muscle Testing. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 166, 518–624. doi:10.1164/rccm.166.4.518
- Grotto, H.Z.W., 2010. Fisiologia e metabolismo do ferro. *Rev. Bras. Hematol. Hemoter.* 32, 08–17. doi:10.1590/S1516-84842010005000050
- Harrison, A.P., Nielsen, A.H., Eidemak, I., Molsted, S., Bartels, E.M., 2006. The uremic environment and muscle dysfunction in man and rat. *Nephron - Physiol.* 103, 33–43. doi:10.1159/000090221
- Ikizler, T.A., Pupim, L.B., Brouillette, J.R., Levenhagen, D.K., Farmer, K., Hakim, R.M., Flakoll, P.J., 2002. Hemodialysis stimulates muscle and whole body protein loss and alters substrate oxidation. *Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab.* 282, E107-16.
- Kaltsatou, A., Sakkas, G.K., Poulianiti, K.P., Koutedakis, Y., Tepetes, K., Christodoulidis, G., Stefanidis, I., Karatzaferi, C., 2015. Uremic myopathy: Is oxidative stress implicated in muscle dysfunction in uremia? *Front. Physiol.* 6, 1–7. doi:10.3389/fphys.2015.00102
- Kantarci, F., Mihmanli, I., Demirel, M.K., Harmanci, K., Akman, C., Aydogan, F., Mihmanli, A., Uysal, O., 2004. Normal diaphragmatic motion and the effects of body

- composition: determination with M-mode sonography. *J. Ultrasound Med.* 23, 255–260.
- Karacan, O., Tural, E., Colak, T., Sezer, S., Eyüboğlu, F.O., Haberal, M., 2006. Pulmonary function in renal transplant recipients and end-stage renal disease patients undergoing maintenance dialysis. *Transplant. Proc.* 38, 396–400.  
doi:10.1016/j.transproceed.2005.12.068
- Kaysen, G.A., Dubin, J.A., Müller, H.G., Rosales, L., Levin, N.W., Mitch, W.E., 2004. Inflammation and reduced albumin synthesis associated with stable decline in serum albumin in hemodialysis patients. *Kidney Int.* 65, 1408–1415. doi:10.1111/j.1523-1755.2004.00520.x
- Kovelis, D., Pitta, F., Probst, V.S., Peres, C.P.A., Delfino, V.D.A., Mocelin, A.J., Brunetto, A.F., 2008. Pulmonary function and respiratory muscle strength in chronic renal failure patients on hemodialysis. *J. Bras. Pneumol.* 34, 907–912.
- Lasocki, S., Chudeau, N., Papet, T., Tartiere, D., Roquilly, A., Carlier, L., Mimos, O., Seguin, P., Malledant, Y., Asehnoune, K., Hamel, J.F., AtlanREA group, 2014. Prevalence of iron deficiency on ICU discharge and its relation with fatigue: a multicenter prospective study. *Crit. Care* 18, 542. doi:10.1186/s13054-014-0542-9
- Lewis, M.I., Fournier, M., Wang, H., Storer, T.W., Casaburi, R., Cohen, A.H., Kopple, J.D., 2012. Metabolic and morphometric profile of muscle fibers in chronic hemodialysis patients. *J. Appl. Physiol.* 112, 72–8.  
doi:10.1152/jappphysiol.00556.2011
- Neder, J. a., Andreoni, S., Lerario, M.C., Nery, L.E., 1999. Reference values for lung function tests. II. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. *Brazilian J. Med. Biol. Res.* 32, 719–727. doi:10.1590/S0100-879X1999000600007
- Pellizzaro, C.O., Thomé, F.S., Veronese, F. V, 2013. Effect of peripheral and respiratory muscle training on the functional capacity of hemodialysis patients. *Ren. Fail.* 35, 189–97. doi:10.3109/0886022X.2012.745727
- Ratnovsky, A., Elad, D., Halpern, P., 2008. R Mechanics of respiratory muscles. *Respir. Physiol. Neurobiol.* 163, 82–89. doi:10.1016/j.resp.2008.04.019
- Rocha, T., Souza, H., Brandão, D.C., Rattes, C., Ribeiro, L., Campos, S.L., Aliverti, A., De Andrade, A.D., 2015. The Manual Diaphragm Release Technique improves diaphragmatic mobility, inspiratory capacity and exercise capacity in people with chronic obstructive pulmonary disease: A randomised trial. *J. Physiother.* 61, 182–189. doi:10.1016/j.jphys.2015.08.009
- Souza, V.A. De, Oliveira, D. De, Mansur, H.N., Fernandes, N.M.D.S., Bastos, M.G., 2015. Sarcopenia in Chronic Kidney Disease. *J. Bras. Nefrol.* 37, 98–105.  
doi:10.5935/0101-2800.20150014
- Tarasuik, A., Heimer, D., Bark, H., 1992. Effect of chronic renal failure on skeletal and diaphragmatic muscle contraction. *Am. Rev. Respir. Dis.* 146, 1383–8.  
doi:10.1164/ajrccm/146.6.1383
- Tavana, S., Mohammadreza, S., 2015. Effect of Dialysis on Maximum Inspiratory and

Expiratory Pressures in End Stage Renal Disease Patients. TANAFFOS 14, 128–133.

Testa, A., Soldati, G., Giannuzzi, R., Berardi, S., Portale, G., Gentiloni Silveri, N., 2011. Ultrasound M-Mode assessment of diaphragmatic kinetics by anterior transverse scanning in healthy subjects. *Ultrasound Med. Biol.* 37, 44–52.  
doi:10.1016/j.ultrasmedbio.2010.10.004

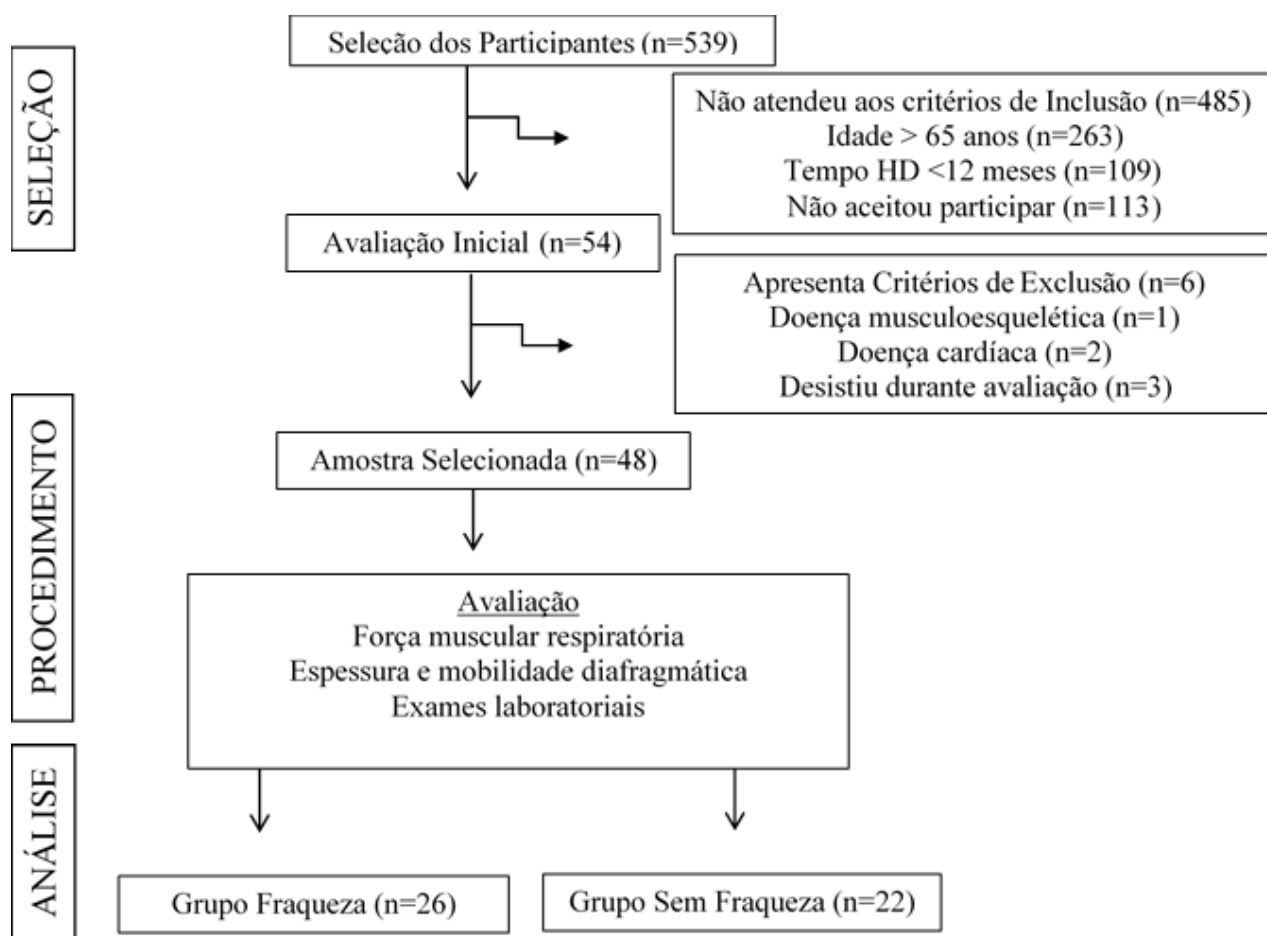


Figura 1. Fluxograma dos participantes.



**Tabela 1** – Características sociodemográficas, clínicas e antropométricas dos pacientes nos grupos com fraqueza e sem fraqueza.

| Parâmetros                    | GF (n=26)               | GSF (n=22)              | p valor |
|-------------------------------|-------------------------|-------------------------|---------|
|                               | n (%) / Média (IC95%)   | n (%) / Média (IC95%)   |         |
| <b>Idade (anos)</b>           | 46,85 (42,53 – 51,16)   | 50,14 (45,75 – 54,53)   | 0,277   |
| <b>IMC (kg/m<sup>2</sup>)</b> | 24,49 (22,48 – 26,50)   | 25,98 (24,57 – 27,38)   | 0,234   |
| <b>Sexo</b>                   |                         |                         | 0,049   |
| Feminino                      | 16 (61,5)               | 7 (31,8)                |         |
| Masculino                     | 10 (38,5)               | 15 (68,2)               |         |
| <b>Escolaridade (anos)</b>    |                         |                         | 0,237   |
| 0 a 4                         | 12 (46,2)               | 6 (27,3)                |         |
| 5 ou mais                     | 14 (53,8)               | 16 (72,7)               |         |
| <b>Renda (SM)</b>             |                         |                         | 0,302   |
| 0 a 2                         | 22 (84,6)               | 15 (68,2)               |         |
| 2 ou mais                     | 4 (15,4)                | 7 (31,8)                |         |
| <b>Exercício físico</b>       |                         |                         | 0,111   |
| Sim                           | 4 (15,4)                | 8 (36,4)                |         |
| Não                           | 22 (84,6)               | 14 (63,6)               |         |
| <b>Causa DRC</b>              |                         |                         |         |
| Hipertensão                   | 17 (65,4)               | 6 (27,3)                |         |
| Diabetes                      | 2 (7,7)                 | 4 (18,2)                |         |
| Glomerulonefrite              | 1 (3,8)                 | 3 (13,6)                |         |
| Outras                        | 6 (23,1)                | 9 (40,9)                |         |
| <b>Tempo DRC (meses)</b>      | 110,69 (70,35 – 151,04) | 110,32 (75,18 – 145,46) | 0,989   |
| <b>Tempo HD (meses)</b>       | 84,04 (59,44 – 108,63)  | 79,86 (53,56 – 106,17)  | 0,812   |

Teste Qui-quadrado de Pearson e teste t de Student para amostras independentes.

GF= Grupo fraqueza; GSF= Grupo sem fraqueza; IMC= índice de massa corporal; F= feminino; M= masculino; SM= Salário mínimo; DRC= Doença renal crônica; HD=Hemodiálise; S= sim; N= não.

**Tabela 2** – Comparação dos dados laboratoriais dos pacientes entre os grupos com fraqueza e sem fraqueza.

| <b>Parâmetros</b>         | <b>GF (n=26)</b>          | <b>GSF (n=22)</b>         |         |
|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------|
|                           | Média (IC95%)             | Média (IC95%)             | p valor |
| <b>Hemoglobina (d/dL)</b> | 10,86 (10,28 – 11,45)     | 11,58 (10,76 – 12,40)     | 0,133   |
| <b>Hematócrito (%)</b>    | 33,26 (31,45 – 35,07)     | 34,72 (32,30 – 37,14)     | 0,312   |
| <b>Uréia pré (mg/dL)</b>  | 139,09 (118,44 – 159,74)  | 172,77 (152,13 – 193,42)  | 0,024   |
| <b>Uréia pós (mg/dL)</b>  | 40,95 (32,12 – 49,78)     | 49,40 (35,79 – 63,00)     | 0,270   |
| <b>Creatinina (mg/dL)</b> | 10,05 (8,39 – 11,70)      | 12,15 (10,41 – 13,89)     | 0,080   |
| <b>Albumina (g/dL)</b>    | 3,78 (3,64 – 3,91)        | 4,01 (3,85 – 4,18)        | 0,025   |
| <b>Fósforo (mg/dL)</b>    | 5,20 (4,60 – 5,80)        | 5,50 (4,79 – 6,22)        | 0,506   |
| <b>Potássio (mEq/L)</b>   | 4,97 (4,48 – 5,45)        | 5,68 (5,20 – 6,15)        | 0,039   |
| <b>Cálcio (mg/dL)</b>     | 8,88 (8,48 – 9,26)        | 8,86 (8,56 – 9,17)        | 0,962   |
| <b>Ferro (mcg/dL)</b>     | 55,90 (47,59 – 64,21)     | 75,21 (61,25 – 89,17)     | 0,013   |
| <b>PTH (pg/mL)</b>        | 914,92 (511,09 – 1318,74) | 807,92 (479,21 – 1136,62) | 0,680   |

Teste t de Student para amostras independentes.

GF= Grupo fraqueza; GSF= Grupo sem fraqueza; PTH = Paratormônio.

**Tabela 3** – Comparação da espessura e mobilidade diafragmática e força muscular respiratória entre os grupos com fraqueza e sem fraqueza.

| Parâmetros                             | GF (n=26)                | GSF (n=22)                |         |
|----------------------------------------|--------------------------|---------------------------|---------|
|                                        | Média (IC95%)            | Média (IC95%)             | p valor |
| <b>Diafragma</b>                       |                          |                           |         |
| Espessura CRF (mm)                     | 1,89 (1,72 – 2,05)       | 2,11 (2,03 – 2,19)        | 0,015   |
| Espessura CPT (mm)                     | 4,45 (4,00 – 4,91)       | 5,13 (4,71 – 5,55)        | 0,030   |
| Mobilidade (mm)                        | 59,45 (53,43 – 65,47)    | 63,98 (58,46 – 69,50)     | 0,267   |
| <b>Força muscular respiratória</b>     |                          |                           |         |
| PI <sub>máx</sub> (cmH <sub>2</sub> O) | -49,08 (-44,00 - -54,16) | -94,45 (-85,36 - -103,55) | <0,001  |
| PI <sub>máx</sub> (% previsto)         | 49,76 (45,18 – 54,34)    | 89,28 (82,77 – 95,78)     | <0,001  |
| PE <sub>máx</sub> (cmH <sub>2</sub> O) | 62,92 (53,52 – 72,32)    | 121,15 (102,42 – 139,88)  | <0,001  |
| PE <sub>máx</sub> (% previsto)         | 62,61 (53,56 – 71,66)    | 108,04 (94,58 – 121,49)   | <0,001  |

Teste t de student para amostras independentes.

GF= Grupo fraqueza; GSF= Grupo sem fraqueza; CRF= Capacidade residual funcional; CPT= Capacidade pulmonar total; PI<sub>máx</sub> = Pressão inspiratória máxima; PE<sub>máx</sub>= Pressão expiratória máxima.

**Tabela 4** – Modelo de regressão logística ajustada para explicar a fraqueza muscular inspiratória.

| <b>Variáveis</b>     | <b>Coefficiente</b> | <b>p valor</b> | <b>OR<sub>ajustada</sub></b> |
|----------------------|---------------------|----------------|------------------------------|
| <b>Intercepto</b>    | 23,098              | 0,004          | -                            |
| <b>Espessura CRF</b> | -3,175              | 0,036          | 0,042 (0,002 – 0,811)        |
| <b>Ferro</b>         | -0,045              | 0,018          | 0,956 (0,921 – 0,992)        |
| <b>Albumina</b>      | -3,475              | 0,028          | 0,031 (0,001 – 0,690)        |

CRF= Capacidade residual funcional.

## APÊNDICE C – ARTIGO ORIGINAL 2

ARTIGO ORIGINAL 2 - Efeitos do treinamento muscular inspiratório diário sobre a variação de volume na caixa torácica, a mobilidade e espessura diafragmática de pacientes em hemodiálise: Ensaio clínico randomizado e sham controlado.

□ Revista a ser submetido: **American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation**

□ Área de Concentração: **Educação Física**

□ *Qualis* da revista: **A1**

**EFEITOS DO TREINAMENTO MUSCULAR INSPIRATÓRIO DIÁRIO SOBRE A  
VARIAÇÃO DE VOLUME NA CAIXA TORÁCICA, A ESPESSURA E A  
MOBILIDADE DIAFRAGMÁTICA DE PACIENTES EM HEMODIÁLISE:  
ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO E SHAM CONTROLADO**

Ana Irene Carlos de Medeiros<sup>1</sup>; Daniella Cunha Brandão<sup>1</sup>; Renata Janaína Pereira de Souza<sup>1</sup>; Helen Kerlen Bastos Fuzari<sup>1</sup>; Carlos Eduardo Santos Rêgo Barros<sup>1</sup>; Jefferson Belarmino Nunes Barbosa<sup>1</sup>; Jéssica Costa Leite<sup>1</sup>; Frederico Castelo Branco Cavalcanti<sup>2</sup>; Arméle Dornelas de Andrade<sup>1</sup>; Patrícia Érika de Melo Marinho<sup>1</sup>.

1. Department of Physiotherapy, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brasil.
2. Unit of Nephrology, Real Hospital Português de Beneficência em Pernambuco, Recife, Brasil.

Autor correspondente

Patrícia Érika de Melo Marinho

Departamento de Fisioterapia, Universidade Federal de Pernambuco

Av. Jorn. Aníbal Fernandes, s/n, Cidade Universitária CEP: 50740-560, Recife-PE, Brazil.

Phone: (+55 81) 2126-8490

Email: [patmarinho@yahoo.com.br](mailto:patmarinho@yahoo.com.br)

## RESUMO

**Introdução:** O treinamento muscular inspiratório (TMI) é um recurso que pode melhorar a força dos músculos inspiratórios, apresentando repercussões positivas sobre a capacidade funcional de pacientes com doença renal crônica (DRC). Até o momento os estudos utilizaram o TMI no período intradialítico e não abordaram os efeitos desse exercício em variáveis específicas do sistema respiratório. **Objetivo:** Avaliar os efeitos do TMI diário na força muscular respiratória, volumes da caixa torácica, mobilidade e espessura diafragmática, capacidade funcional e qualidade de vida de pacientes em hemodiálise (HD). **Métodos:** Ensaio clínico randomizado e *sham* controlado, duplo cego, composto por 19 pacientes com DRC em HD. Os pacientes foram alocados para o grupo TMI (n=9) e grupo *sham* (n=10) e realizaram diariamente TMI com carga de 50% da força muscular inspiratória (P<sub>Imáx</sub>) no grupo TMI e de 5cmH<sub>2</sub>O no grupo *sham*. **Resultados:** Ao final do estudo foi observado incremento de força muscular inspiratória em ambos os grupos, sem aumento de espessura e mobilidade diafragmática, dos volumes da caixa torácica, da capacidade funcional e da qualidade de vida. **Conclusão:** O TMI diário proporcionou aumento da P<sub>Imáx</sub> em ambos os grupos, no entanto, a carga moderada incremental instituída para o grupo TMI não foi suficiente para modificar os volumes da caixa torácica, a espessura e mobilidade diafragmática, a capacidade funcional e a qualidade de vida quando comparado ao grupo *sham*.

**Palavras-chave:** Insuficiência renal crônica, diálise renal, músculos respiratórios, exercícios respiratórios.

## INTRODUÇÃO

A miopatia urêmica resulta em perda de massa muscular em pacientes com doença renal crônica (DRC), afetando as atividades de vida diária (AVD), a qualidade de vida (QV) e a taxa de mortalidade <sup>1,2</sup>. O comprometimento muscular em pacientes com DRC resulta de uma série de alterações comuns como anemia, desnutrição, hiperparatireoidismo secundário, anormalidade no metabolismo energético, uremia e inatividade <sup>3</sup>, afetando músculos periféricos e respiratórios <sup>4</sup>.

Além dos músculos respiratórios apresentarem-se enfraquecidos <sup>5</sup>, o sistema respiratório sofre consequências decorrentes do aumento de líquido extra vascular pulmonar, da alteração da responsividade brônquica e da presença de calcificação pulmonar e deposição de ferro <sup>5,6</sup>. Esses podem resultar em congestão pulmonar, hipertensão pulmonar, derrame pleural, atelectasia e fibrose pulmonar, reduzindo a capacidade pulmonar <sup>7-9</sup>.

Programas de treinamento muscular inspiratório (TMI) em indivíduos saudáveis e em pacientes com doenças crônicas podem proporcionar benefícios para o sistema respiratório, como aumento da força muscular inspiratória <sup>10,11</sup>, da espessura e mobilidade diafragmática <sup>12,13</sup>, dos volumes pulmonares <sup>12</sup> e melhora da capacidade funcional <sup>14,15</sup>. Na DRC, o uso do TMI durante o período intradialítico melhorou a força muscular respiratória, a capacidade funcional, a função pulmonar e alguns domínios da QV <sup>4,16-18</sup>, no entanto, não foram encontrados estudos até o presente momento que tivessem avaliado os efeitos de um programa de TMI diário sobre a mobilidade e espessura do músculo diafragma, e o comportamento dos volumes da caixa torácica nesses pacientes. Nosso estudo buscou avaliar os efeitos do treinamento diário para esses pacientes, fazendo uso do princípio da sobrecarga <sup>19</sup>.



Assim, considerando as repercussões da DRC sobre os músculos respiratórios e o sistema respiratório como um todo e a necessidade de avaliação dos volumes da caixa torácica e da mobilidade e espessura diafragmática após um protocolo de TMI diário para esses pacientes, o presente estudo teve por objetivo avaliar os efeitos do TMI diário sobre a força muscular respiratória, a variação de volume na caixa torácica, a mobilidade e a espessura diafragmática, a capacidade funcional e qualidade de vida de pacientes com DRC em hemodiálise (HD).

## MÉTODO

### Desenho do estudo

Trata-se de um ensaio clínico randomizado *sham* controlado e duplo cego. O estudo foi aprovado pelo comitê de ética institucional sob o registro CAAE 48538315.4.0000.5208 e registrado no *Clinical Trials* sob o número NCT02599987.

### Amostra

A pesquisa foi realizada com pacientes com DRC em HD oriundos de clínicas e hospitais de referência em tratamento hemodialítico da cidade de Recife-PE, Brasil, que estivessem em programa de HD há pelo menos doze meses, com idade entre 18 e 65 anos e que apresentassem fraqueza muscular inspiratória ( $PI_{\text{máx}} < 80\text{cmH}_2\text{O}$  para homens e  $PI_{\text{máx}} < 60\text{cmH}_2\text{O}$  para mulheres) <sup>20</sup>. Foram excluídos pacientes que apresentassem alterações musculoesqueléticas não provenientes da DRC, déficit neurológico, doença pulmonar crônica, doença cardíaca grave (angina instável e infarto agudo do miocárdio prévio), diabetes descompensado, doença infecciosa e tabagismo.

O cálculo da amostra foi realizado a partir de um estudo piloto com 10 pacientes, através dos desfechos pressão inspiratória máxima (PImáx), pressão expiratória máxima (PEmáx) e espessura do diafragma na capacidade pulmonar total (CPT). Foram utilizadas as médias e desvio padrão das variáveis e considerada para determinação da amostra a espessura do diafragma, por apresentar o maior tamanho amostral, representado por 20 pacientes, sendo 10 para o grupo TMI e 10 para o grupo *sham*. O cálculo amostral considerou um poder ( $1-\beta$ ) de 80% e um  $\alpha$  de 5%, com um tamanho de efeito de 1.395 e foi realizado no programa estatístico G\*Power 3.1.9.2 <sup>21</sup>.

#### Randomização e sigilo de alocação

A randomização foi realizada em blocos através do software *randomization.com*, onde uma pessoa que não participou das outras etapas da pesquisa executou o processo de randomização e alocou em envelopes opacos e numerados, garantindo o sigilo de alocação. Os pacientes foram alocados para o grupo TMI ou para o grupo *sham*. As avaliações inicial e final foram realizadas por um único avaliador cego, sendo o mascaramento para o tipo de treinamento aplicado para o avaliador e para o paciente. Apenas o pesquisador responsável pelo ajuste de carga tinha conhecimento do grupo para o qual o paciente era designado.

#### Desfechos

Os desfechos primários do estudo foram a força muscular inspiratória e a espessura diafragmática. Os desfechos secundários foram a mobilidade diafragmática, os volumes da caixa torácica, a capacidade funcional e a qualidade de vida.

#### Procedimentos

Os pacientes que participaram do estudo foram avaliados 24 horas após a sessão de HD do dia anterior no Laboratório de Fisioterapia Cardiopulmonar da Universidade Federal de Pernambuco, quanto a força muscular respiratória para verificação da presença de fraqueza muscular inspiratória e sequencialmente tiveram registrados os dados clínicos e antropométricos, a avaliação dos volumes da caixa torácica (pletismografia optoeletrônica), a espessura e a mobilidade diafragmática (ultrassonografia), a função pulmonar, a capacidade funcional (teste de caminhada de seis minutos - TC6M) e a qualidade de vida (KDQOL).

#### *Força muscular inspiratória e expiratória (PImáx e PEmáx)*

Para mensuração da PImáx e PEmáx foi utilizado um manovacuômetro digital (MVD300, Globalmed, Brasil). A avaliação ocorreu com o participante sentado em cadeira com encosto (joelhos e quadris a 90°), fazendo uso de clipe nasal e um bocal de 5 cm com orifício de fuga de 2 mm de diâmetro. A PImáx foi mensurada a partir do volume residual e a PEmáx a partir da capacidade pulmonar total (CPT) <sup>22</sup>. Foram realizadas no mínimo 3 manobras, com intervalo de 1 minuto entre elas, sendo consideradas satisfatórias quando houvesse variação <10% entre 3 medidas e foi adotada a medida de maior valor.

#### *Pletismografia Optoeletrônica (POE)*

A pletismografia optoeletrônica (POE) (*BTS Bioengineering*<sup>®</sup> - Milão, Itália) foi realizada com os participantes sentados em uma maca com a coluna ereta, joelhos flexionados e pés apoiados. Foram fixados 89 marcadores reflexivos, sendo distribuídos em posição anatômica na região toracoabdominal <sup>23</sup>, assim dispostos: 37 marcadores anteriores, 10 laterais e 42 posteriores. Oito câmeras dispostas na frente e atrás do paciente captaram o reflexo dos marcadores à medida que se movimentavam e as imagens foram

transferidas para um computador, onde foi desenvolvido um modelo da superfície torácica e divididos os compartimentos caixa torácica pulmonar (ctp), caixa torácica abdominal (cta) e abdômen (ab).

Foram registradas 3 manobras de inspiração profunda e 3 minutos de respiração com carga inspiratória através do POWER-breathe<sup>®</sup> (HaB International Ltda, Southam, Reino Unido), com carga de 50% da P<sub>Imáx</sub> em ambos os grupos. Foram calculados a capacidade inspiratória (CI) e o volume durante a realização do TMI da parede torácica (pt) e de cada compartimento. A contribuição (em porcentagem) de cada compartimento durante a realização do TMI também foi avaliada.

#### *Espessura e a mobilidade do diafragma*

A espessura do diafragma foi realizada no modo B do aparelho de ultrassonografia (Sonoace R3, Samsung Medison, Coréia do Sul), de acordo com o proposto no protocolo de Enright et al.<sup>24</sup>. O participante foi posicionado em decúbito lateral esquerdo, foram localizados o oitavo e nono espaços intercostais direitos, na linha axilar média sendo posicionado o transdutor linear de baixa penetração (7,5MHz) perpendicularmente à parede torácica, sobre o local demarcado. Na janela do equipamento de ultrassonografia foram observadas duas linhas brilhantes paralelas que representam a membrana pleural e peritoneal, sendo realizada a medição da espessura diafragmática a partir do meio da linha pleural até o meio da linha peritoneal. Foi mensurada a espessura do diafragma na capacidade residual funcional (CRF), com o músculo diafragma relaxado e na CPT, com o referido músculo contraído. Foram realizadas 5 medidas para cada variável, sendo utilizada a média entre 3 medidas com uma diferença de até 10% entre elas e os dados foram apresentados em milímetros.

A mobilidade do diafragma foi realizada com o ultrassom no modo M de acordo com o protocolo de Testa et al.<sup>25</sup>. O paciente foi posicionado em decúbito dorsal com inclinação de 45° e o transdutor convexo (3,5MHz) colocado na linha hemiclavicular direita, abaixo da margem costal, em direção cranial. O paciente foi orientado a respirar tranquilamente, para em seguida, realizar uma inspiração rápida e profunda. Na janela do equipamento de ultrassonografia as curvas sinusoidais representam a excursão diafragmática e a medição foi realizada a partir do traçado entre a linha de base no início da inspiração e a linha obtida no pico da inspiração. Foram realizadas 5 medidas para cada variável, sendo utilizada a média entre 3 medidas com uma diferença de até 10% entre elas e os dados foram apresentados em milímetros.

#### *Teste de caminhada de seis minutos (TC6M)*

Foi realizado de acordo com as diretrizes estabelecidas pela American Thoracic Society<sup>26</sup>. O paciente foi instruído a caminhar em um corredor de 30 metros o mais rápido que pudesse durante o período de 6 minutos, sendo registrados antes e após o teste a frequência cardíaca (FC), saturação de oxigênio (SpO2), pressão arterial (PA), frequência respiratória (FR) e dispneia através da escala de Borg modificada para controle e registrada a distância percorrida (metros) ao final do teste. Para avaliação do valor previsto para a distância percorrida, foi utilizada a fórmula proposta por Enright e Sherrill<sup>27</sup>.

#### *Teste de função pulmonar*

A mensuração da capacidade vital forçada (CVF), do volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF<sub>1</sub>) e da relação VEF<sub>1</sub>/CVF foi utilizado um espirômetro portátil (*Micro Medical, Microloop, MK8, Inglaterra*). Os valores registrados foram obtidos dos maiores valores de 3 curvas aceitáveis (diferença de até 10% entre elas) e os resultados

foram comparados com o previsto para a população brasileira de acordo com a equação proposta por Pereira et al.<sup>28</sup>.

### *Qualidade de vida*

Para avaliação da qualidade de vida, foi utilizado o *Kidney Disease Quality of Life Instrument Short Form* (KDQOL-SF), traduzido e validado para a população brasileira por Duarte et al.<sup>29</sup>. O questionário contempla as oito dimensões do SF-36 e mais onze dimensões específicas sobre a doença renal e foi aplicado sob a forma de entrevista em local reservado. As pontuações obtidas foram tabuladas em uma calculadora específica do questionário no Excel, e os dados transformados em escores para cada domínio, variando de 0 (pior) a 100 (melhor) a QV.

### *Protocolo de Treinamento*

Para o programa de TMI foi utilizado o treinador respiratório POWER-breathe® Classic Light (HaB International Ltda, Southam, Reino Unido). O protocolo foi conduzido por 8 semanas e os pacientes foram orientados para realizar 3 séries de 30 respirações com padrão diafragmático e intervalo de 1 minuto de repouso entre as séries, 2 vezes ao dia, durante os 7 dias da semana. Os pacientes foram orientados a não realizarem o TMI momento da sessão de HD. O treinamento foi realizado com o paciente sentado em cadeira com encosto, com joelhos e quadris flexionados a 90°, com o treinador respiratório acoplado a boca, e utilizando clipe nasal.

O grupo experimental realizou o treinamento com carga de 50% da P<sub>Imáx</sub><sup>4</sup>, sendo realizada avaliação semanal da força muscular inspiratória para reajuste da carga do aparelho. O grupo *sham* utilizou a carga mínima do aparelho (5cmH<sub>2</sub>O) durante todo o

período de intervenção, e os pacientes compareceram semanalmente ao laboratório para mensuração da força muscular inspiratória e simulação do ajuste de carga.

Os encontros semanais ocorreram 24h após a primeira sessão de HD da semana onde eram mensurados a P<sub>Imáx</sub> e realizado uma sessão de treino com a nova carga diante de um fisioterapeuta devidamente treinado. As sessões realizadas em domicílio foram registradas em um diário entregue no 1º dia de treinamento

#### *Satisfação com o tratamento*

Para verificação da melhora e do nível de satisfação dos pacientes após o TMI, foi aplicada a escala *Patients' Global Impression of Change* (PGIC)<sup>30</sup> adaptada para os objetivos do estudo. De acordo com a escala, o paciente é questionado quanto a repercussão do tratamento sobre as limitações nas atividades, emoções e qualidade de vida. O escore é graduado em uma escala de 1 a 7, onde o valor maior representa maior nível de satisfação.

#### *Análise Estatística*

A análise descritiva foi realizada através de medidas de média e intervalo de confiança ou mediana e intervalo interquartil para as variáveis quantitativas contínuas e através de frequência e percentagem para as variáveis qualitativas.

Inicialmente foi verificada a distribuição de normalidade através do teste Shapiro-Wilk. As medidas de associação foram realizadas através do teste Qui-quadrado de Pearson e as comparações entre os grupos TMI e *sham* através do teste t para amostras independentes e Teste de Mann-Whitney. Para comparação das variáveis nos momentos pré e pós intervenção foi utilizado o teste t pareado ou de Wilcoxon. A análise de sensibilidade foi realizada utilizando o princípio da intenção de tratar, de forma que os

dados faltantes das variáveis contínuas foram avaliados através do método da última observação reportada <sup>31</sup>. Foi utilizado programa *Statistical Package for Social Science* (SPSS), Chicago, IL, USA, versão 20.0 e considerado um nível de significância de 5% ( $\alpha=0,05$ ).

## RESULTADOS

Participaram do estudo 19 pacientes, sendo 9 no grupo TMI e 10 no grupo *sham*. Duas perdas foram registradas durante a coleta de dados, ambas no grupo TMI, por internação hospitalar (1) e por interrupção do tratamento dialítico (1). Ambos os pacientes foram incluídos no grupo TMI e seus dados foram analisados por imputação de dados da avaliação inicial. Durante o período do estudo, dois pacientes do grupo TMI desenvolveram Chicungunya, mas finalizaram o treinamento, embora com limitações devido a dor. O programa de treinamento foi bem aceito e não foram relatados efeitos adversos durante a sua realização.

Houve maior frequência de pacientes do sexo feminino, sendo 55,6% no grupo TMI e 80% no grupo *sham*. A hipertensão arterial sistêmica foi a principal causa de DRC na amostra, sendo 66,7% no grupo TMI e 70% no grupo *sham*. As características basais dos pacientes estão apresentadas na tabela 1.

De uma maneira geral os pacientes consideraram o programa de treinamento satisfatório. No grupo TMI 57,1% se consideraram muito melhor, 28,6% melhor e 14,3% moderadamente melhor após a intervenção, e no grupo *sham* 80% relataram estar muito melhor e 20% melhor ao final do tratamento.

Os resultados referentes a força muscular respiratória, capacidade funcional, espessura e mobilidade diafragmática encontram-se na tabela 2. Ao final do estudo, tanto o grupo TMI ( $p=0,028$ ) quanto o grupo *sham* ( $p=0,007$ ) apresentaram incremento na P<sub>Imáx</sub>,



no entanto, não foram observadas diferenças entre os grupos. A distância percorrida no TC6M, a espessura e a mobilidade diafragmática não apresentaram modificações.

Na tabela 3, pode-se observar os volumes durante a realização do TMI e a capacidade inspiratória dos pacientes, não sendo identificada diferença nas variáveis de distribuição de volume na caixa torácica entre os grupos. Na tabela 4 estão descritos os escores da QV, onde os domínios “satisfação do paciente” e “estímulo da equipe de diálise” foram maiores no grupo *sham*.

## DISCUSSÃO

O nosso estudo foi o primeiro desenvolver um protocolo de TMI diário em pacientes submetidos a HD, avaliando a espessura e mobilidade diafragmática e a distribuição de volume na caixa torácica em pacientes com DRC. A força muscular inspiratória apresentou incremento em ambos os grupos após a intervenção, no entanto, não foram observadas mudanças quando os grupos TMI e *Sham* foram comparados. Para realização da respiração resistida, os pacientes do grupo TMI apresentaram maior contribuição do abdômen comparado a caixa torácica abdominal e pulmonar, diferentemente do grupo *Sham*, que demonstraram contribuição semelhante do abdômen e caixa torácica pulmonar.

### *Força muscular respiratória*

Após um programa de treinamento de oito semanas, observamos aumento na força muscular inspiratória em ambos os grupos deste estudo. Estudos prévios realizados no período intradialítico apresentaram ganho de 50%<sup>18</sup> e 35%<sup>4</sup> na PImáx após realização de TMI, e o nosso estudo proporcionou ganho de 75% no grupo TMI. O ganho de 60% de

força muscular inspiratória no grupo *sham* nos faz questionar até que ponto a carga mínima imposta pelo dispositivo não foi suficiente para melhorar a PImáx nesses pacientes.

Estudo recente verificou que o TMI realizado com carga inferior a 30% da PImáx para pacientes com DPOC era insuficiente para promover melhora da força muscular inspiratória <sup>32</sup>, entretanto, devido aos distintos mecanismos fisiopatológicos, o mesmo pode não ocorrer em pacientes com DRC, que têm acentuada perda de massa muscular ocasionada pela própria doença <sup>1</sup>. Acreditamos que uma carga mínima realizada com frequência elevada foi suficiente para promover incremento de força nos pacientes do grupo *sham*, uma vez que o treinamento muscular desenvolvido com cargas baixas, alto volume de repetições e curtos intervalos entre as séries e os exercícios <sup>33</sup> é suficiente para promover ganhos, especialmente nos pacientes desse grupo. Figueiredo et al. <sup>18</sup> compararam a realização de TMI de moderada intensidade com o *Biofeedback* respiratório no período intradialítico e observaram ganhos de força muscular inspiratória semelhantes para ambos os exercícios, semelhante nosso estudo.

#### *Espessura e mobilidade diafragmática*

Os valores basais de espessura do diafragma nos pacientes com DRC foram inferiores aos relatados na literatura em adultos <sup>13</sup> ou idosos saudáveis <sup>12</sup>. A disfunção muscular em pacientes em HD se justifica pelo aumento da degradação de proteína associada a diminuição da síntese proteica, que acarreta perda de músculo esquelético <sup>1</sup>, já evidenciado através da atrofia de fibras musculares, sobretudo do tipo II <sup>34</sup>.

Os pacientes do grupo TMI e *sham* não demonstraram aumento da espessura do diafragma após programa de TMI de 8 semanas. Em outras populações, o TMI realizado diariamente por um período mínimo de 6 semanas promoveu mudanças funcionais e estruturais no músculo inspiratório, com aumento no tamanho de fibras musculares tipo II

e na quantidade de fibras tipo I <sup>35</sup>. De acordo com Hill et al., as primeiras 4 semanas de treino muscular induzem adaptação neurosensorial e recrutamento de unidades motoras, seguida de aumento de força devido a hipertrofia muscular <sup>32</sup>. Estudos recentes demonstraram aumento na espessura do diafragma contraído após realização de TMI por 8 semanas em saudáveis <sup>12,13</sup>.

O desgaste proteico energético sendo responsável pela redução da proteína sistêmica, da massa muscular esquelética e da massa corporal desses pacientes <sup>2</sup>, pode justificar a ausência de modificações na espessura diafragmática encontrada em nosso estudo, uma vez que a hipertrofia pode demandar maior tempo para ocorrer em pacientes com DRC. O aumento de força pode ser secundário ao maior recrutamento de unidades motoras, mesmo que ainda sem aumento da espessura muscular.

A mobilidade diafragmática é responsável pela expansão pulmonar devido ao deslocamento crânio caudal do diafragma durante a inspiração e expiração <sup>36</sup>. Nossos resultados não apresentaram mudanças de deslocamento do diafragma entre os grupos, embora as medidas de mobilidade basais fossem semelhantes aos de estudos prévios <sup>12,36</sup>, sendo provavelmente a redução de força nesses pacientes oriunda da perda de massa, e não de alterações na mecânica pulmonar.

#### *Distribuição de volume na caixa torácica*

Em relação a distribuição de volume na caixa torácica, não foi observado variação dos volumes e capacidades pulmonares após a intervenção. A capacidade inspiratória depende da complacência pulmonar e do recrutamento de músculos respiratórios acessórios <sup>37</sup>. Embora os pacientes tenham aumentado a força muscular inspiratória após o treinamento, o pulmão é afetado por edema pulmonar crônico, calcificação do parênquima pulmonar, infecções recorrentes e fibrose intersticial <sup>5,9</sup>, decorrentes da redução da pressão

oncótica plasmática causada pela hipoalbuminemia que, associada ao aumento da pressão hidrostática, promovem o edema pulmonar <sup>6</sup>. Adicionalmente, a hipercalcemia, o hiperparatireoidismo, a hiperfosfatemia e a suplementação de vitamina D nestes pacientes é responsável pela calcificação pulmonar <sup>38,39</sup>, resultando em mudanças no sistema respiratório, principalmente de caráter restritivo<sup>9</sup>. Provavelmente, essas alterações crônicas no parênquima pulmonar limitam a melhora da capacidade inspiratória, mesmo na vigência do fortalecimento muscular.

Durante a respiração resistida, os pacientes do grupo TMI e *Sham* apresentaram volumes semelhantes. Estudo com indivíduos saudáveis demonstrou elevação do volume corrente imediatamente após treinamento com cargas moderadas (50 a 60% da PImáx) em relação ao uso de cargas elevadas (70 a 80% da PImáx), sugerindo que não existe linearidade na relação pressão-volume <sup>40</sup>. Em nosso estudo, ambos os grupos foram avaliados com carga de 50% da PImáx, e os pacientes do grupo TMI não apresentaram maior variação de volume.

### *Capacidade funcional*

A distância percorrida no TC6M foi semelhante nos pacientes dos grupos TMI e *sham*, embora estudos prévios com TMI realizados no período intradialítico por 12 semanas tenham observado aumento da distância percorrida no TC6M <sup>4,17</sup>. Possivelmente o período de 8 semanas tenha sido insuficiente para incremento na distância percorrida.

Considerando que a DRC afeta músculos respiratórios e periféricos com um forte impacto no desempenho físico e que a capacidade funcional depende de características periféricas, como força muscular, miopatia e neuropatia, além da função cardiorrespiratória preservada <sup>4</sup>, outros fatores podem ter interferido no desempenho desses pacientes durante o TC6M, a exemplo da deficiência de ferro, da presença de doença coronariana prévia <sup>41</sup>, e

em nosso caso, da presença de dores articulares decorrente de infecção pelo vírus da *Chikungunya* em dois pacientes <sup>42</sup>, agravando o desempenho dos mesmos ao final do estudo.

### *Qualidade de vida*

Os domínios “satisfação do paciente” e “estímulo da equipe de diálise” foram melhores no grupo *sham*, e representam a percepção do paciente sobre o cuidado que recebe na clínica/centro de HD, entendemos que essa mudança pode não ter sido devida a intervenção proposta em nosso estudo.

Embora a prática regular de exercício aeróbico e resistido tenha relatado melhora da QV em pacientes com DRC <sup>3</sup>, a sua queda está associada a aumento da mortalidade nessa população, quando programas de exercício não são desenvolvidos <sup>43</sup>. Nosso estudo não apresentou mudanças nos domínios da QV, embora Pellizzaro et al.<sup>4</sup> tenham relatado melhora nos domínios dor, fadiga, sono e problemas/sintomas após um programa de TMI.

### *Importância clínica*

A realização de exercício respiratório diário, com ou sem carga incremental foi uma alternativa viável, de boa aceitação e aderência dos pacientes com DRC, repercutindo favoravelmente sobre a força muscular inspiratória e retirando esses pacientes da condição de fraqueza muscular. No entanto, esse programa de treinamento não foi suficiente para promover mudanças sobre os volumes pulmonares e sobre o diafragma. Acreditamos que o comprometimento pulmonar e de caixa torácica gerado pela DRC, associada a outros fatores não analisados no presente estudo, mas de considerável importância, como a desnutrição e a baixa reserva proteica, podem ter contribuído para a insuficiente hipertrofia muscular observada nesses pacientes no período de treinamento. Sugerimos que novos

estudos possam avaliar a importância clínica do fortalecimento desses músculos sobre outros desfechos, como as atividades de vida diária e a capacidade de exercício.

### *Limitações*

Algumas limitações podem ser apontadas em nosso estudo e que podem ter comprometido a avaliação do efeito do programa de treinamento instituído. Uma delas diz respeito ao número reduzido de participantes do estudo e o outro, a presença de infecção pelo vírus da *Chikungunya* durante o treinamento. Por ser uma doença caracterizada por intenso quadro algíco, não se sabe até o presente momento as repercussões dessa doença sobre a força muscular respiratória e a capacidade funcional. Outro aspecto que poderia ter sido considerado, seria a avaliação do conteúdo de água desses pacientes através da bioimpedância específica para a DRC, o que poderia ter interferido sobre o deslocamento diafragmático ou sobre os volumes pulmonares avaliados.

## **CONCLUSÃO**

O TMI diário e *sham* proporcionaram aumento da força muscular inspiratória de pacientes renais em programa de HD. A realização do TMI com carga moderada incremental não resultou em mudanças dos volumes da caixa torácica, da espessura e mobilidade diafragmática, da capacidade funcional e da qualidade de vida quando comparado ao exercício respiratório no grupo *sham*.

## **REFERÊNCIAS**

1. Chen, C.-T., Lin, S., Chen, J. & Hsu, Y. Muscle wasting in hemodialysis patients: new therapeutic strategies for resolving an old problem. *Sci. World J.* **2013**, 643954 (2013).

2. Flisinski, M. *et al.* Morphometric analysis of muscle fibre types in rat locomotor and postural skeletal muscles in different stages of chronic kidney disease. *J. Physiol. Pharmacol.* **65**, 567–76 (2014).
3. Heiwe, S. & Jacobson, S. H. Exercise Training in Adults With CKD: A Systematic Review and Meta-analysis. *Am. J. Kidney Dis.* **64**, 383–393 (2014).
4. Pellizzaro, C. O., Thomé, F. S. & Veronese, F. V. Effect of peripheral and respiratory muscle training on the functional capacity of hemodialysis patients. *Ren. Fail.* **35**, 189–97 (2013).
5. Abdalla, M. E., Abdelgawad, M. & Alnahal, A. Evaluation of pulmonary function in renal transplant recipients and chronic renal failure patients undergoing maintenance hemodialysis. *Egypt. J. Chest Dis. Tuberc.* **62**, 145–150 (2013).
6. Pierson, D. J. Respiratory considerations in the patient with renal failure. *Respir. Care* **51**, 413–422 (2006).
7. Bavbek, N. *et al.* The effects of L-carnitine therapy on respiratory function tests in chronic hemodialysis patients. *Ren. Fail.* **32**, 157–161 (2010).
8. Karacan, O. *et al.* Pulmonary function in renal transplant recipients and end-stage renal disease patients undergoing maintenance dialysis. *Transplant. Proc.* **38**, 396–400 (2006).
9. Cury, J. L., Brunetto, A. F. & Aydos, R. D. Negative effects of chronic kidney failure on lung function and functional capacity. *Rev. Bras. Fisioter.* **14**, 91–8 (2010).
10. Valkenet, K. *et al.* Preoperative inspiratory muscle training to prevent postoperative pulmonary complications in patients undergoing esophageal resection (PREPARE study): study protocol for a randomized controlled trial. *Trials* **15**, 144 (2014).
11. Kulnik, S. T., Rafferty, G. F., Birring, S. S., Moxham, J. & Kalra, L. A pilot study

- of respiratory muscle training to improve cough effectiveness and reduce the incidence of pneumonia in acute stroke: study protocol for a randomized controlled trial. *Trials* **15**, 123 (2014).
12. Souza, H. *et al.* Effects of inspiratory muscle training in elderly women on respiratory muscle strength, diaphragm thickness and mobility. *J. Gerontol. A. Biol. Sci. Med. Sci.* **69**, 1545–53 (2014).
  13. Enright, S. J., Unnithan, V. B., Heward, C., Withnall, L. & Davies, D. H. Effect of high-intensity inspiratory muscle training on lung volumes, diaphragm thickness, and exercise capacity in subjects who are healthy. *Phys. Ther.* **86**, 345–354 (2006).
  14. Plentz, R. D. M., Sbruzzi, G., Ribeiro, R. A., Ferreira, J. B. & Dal Lago, P. Treinamento muscular inspiratório em pacientes com insuficiência cardíaca: metanálise de estudos randomizados. *Arq. Bras. Cardiol.* **99**, 762–771 (2012).
  15. Charususin, N. *et al.* Inspiratory muscle training protocol for patients with chronic obstructive pulmonary disease ( IMTCO study ): a multicentre randomised controlled trial. *BMJ Open* **3**, 1–7 (2013).
  16. Silva, V. G. da, Amaral, C., Monteiro, M. B., Nascimento, D. M. do & Boschetti, J. R. Effects of inspiratory muscle training in hemodialysis patients. *J. Bras. Nefrol.* **33**, 62–68 (2011).
  17. Weiner, P., Ganem, R., Zamir, D. & Zonder, H. [Specific inspiratory muscle training in chronic hemodialysis]. *Harefuah* **130**, 73–6, 144 (1996).
  18. Figueiredo, R. R. *et al.* Respiratory biofeedback accuracy in chronic renal failure patients: a method comparison. *Clin. Rehabil.* **26**, 724–732 (2012).
  19. McConnell, A. *Treinamento Respiratório para um desempenho superior.* (Manole, 2013).
  20. Caruso, P. *et al.* Diagnostic methods to assess inspiratory and expiratory muscle



- strength. *J. Bras. Pneumol.* **41**, 110–123 (2015).
21. Faul, F., Erdfelder, E., Buchner, A. & Lang, A.-G. Statistical power analyses using G\*Power 3.1: tests for correlation and regression analyses. *Behav. Res. Methods* **41**, 1149–1160 (2009).
  22. Gibson, G. J. *et al.* American Thoracic Society / European Respiratory Society ATS / ERS Statement on Respiratory Muscle Testing. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* **166**, 518–624 (2002).
  23. Aliverti, A. & Pedotti, A. Opto-electronic plethysmography. *Monaldi Arch. chest Dis. = Arch. Monaldi per le Mal. del torace* **59**, 12–6 (2003).
  24. Enright, S. Inspiratory Muscle Training Improves Lung Function and Exercise Capacity in Adults With Cystic Fibrosis. *CHEST J.* **126**, 405 (2004).
  25. Testa, A. *et al.* Ultrasound M-Mode assessment of diaphragmatic kinetics by anterior transverse scanning in healthy subjects. *Ultrasound Med. Biol.* **37**, 44–52 (2011).
  26. Crapo, R. O. *et al.* ATS statement: Guidelines for the six-minute walk test. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* **166**, 111–117 (2002).
  27. Enright, P. L. & Sherrill, D. L. Reference equations for the six-minute walk in healthy adults. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* **158**, 1384–7 (1998).
  28. Pereira, C. A. de C., Sato, T. & Rodrigues, S. C. Novos Valores de referência para espirometria forçada em brasileiros adultos de raça branca. *J. Bras. Pneumol.* **33**, 397–406 (2007).
  29. Duarte, P. S., Ciconelli, R. M. & Sesso, R. Cultural adaptation and validation of the ‘Kidney Disease and Quality of Life - Short Form (KDQOL-SF 1.3)’ in Brazil. *Brazilian J. Med. Biol. Res.* **38**, 261–270 (2005).
  30. Vieira, C. Adaptação cultural e contributo para a validação da Escala Patterns of

- Activity Measure-Pain (POAM-P). *Ifisionline* **2**, 31–37 (2012).
31. Marston, L. & Sedgwick, P. Randomised controlled trials: missing data. *BMJ* **349**, g4656 (2014).
  32. Hill, K., Cecins, N. M., Eastwood, P. R. & Jenkins, S. C. Inspiratory muscle training for patients with chronic obstructive pulmonary disease: A practical guide for clinicians. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* **91**, 1466–1470 (2010).
  33. Gentil, P. *Bases Científicas do Treinamento de Hipertrofia*. (2005).  
doi:10.1007/s13398-014-0173-7.2
  34. Diesel, W. *et al.* Morphologic features of the myopathy associated with chronic renal failure. *Am. J. Kidney Dis.* **22**, 677–684 (1993).
  35. How, S. C., McConnell, A. K., Taylor, B. J. & Romer, L. M. Acute and chronic responses of the upper airway to inspiratory loading in healthy awake humans: An MRI study. *Respir. Physiol. Neurobiol.* **157**, 270–280 (2007).
  36. Kantarci, F. *et al.* Normal diaphragmatic motion and the effects of body composition: determination with M-mode sonography. *J. Ultrasound Med.* **23**, 255–260 (2004).
  37. Pessoa, M. F., Brandão, D. C. & Barros, R. Vibrating Platform Training Improves Respiratory Muscle Strength , Quality of Life , and Inspiratory Capacity in the Elderly Adults : A Randomized Controlled Trial. *Journals Gerontol. Med. Sci.* **0**, 1–6 (2016).
  38. Belém, L. C. *et al.* Metastatic pulmonary calcification: State-of-the-art review focused on imaging findings. *Respir. Med.* **108**, 668–676 (2014).
  39. Marchiori, E., Irion, K. L., Soares, A. & Jr, S. Correlação Da Tomografia Computadorizada De Alta Resolução Com a Anatomopatologia \*. *Pulmão RJ* **35**, 225–233 (2002).

40. McConnell, A. K. & Griffiths, L. A. Acute cardiorespiratory responses to inspiratory pressure threshold loading. *Med. Sci. Sports Exerc.* **42**, 1696–1703 (2010).
41. Kono, K. *et al.* Investigation of Factors Affecting the Six-Minute Walk Test Results in Hemodialysis Patients. *Ther. Apher. Dial.* **18**, 623–627 (2014).
42. Singh, S. S., Manimunda, S. P., Sugunan, A. P., Sahina & Vijayachari, P. Four cases of acute flaccid paralysis associated with chikungunya virus infection. *Epidemiol. Infect.* **136**, 1277–80 (2008).
43. Barcellos, F. C., Santos, I. S., Umpierre, D., Bohlke, M. & Hallal, P. C. Effects of exercise in the whole spectrum of chronic kidney disease: A systematic review. *Clin. Kidney J.* **8**, 753–765 (2015).

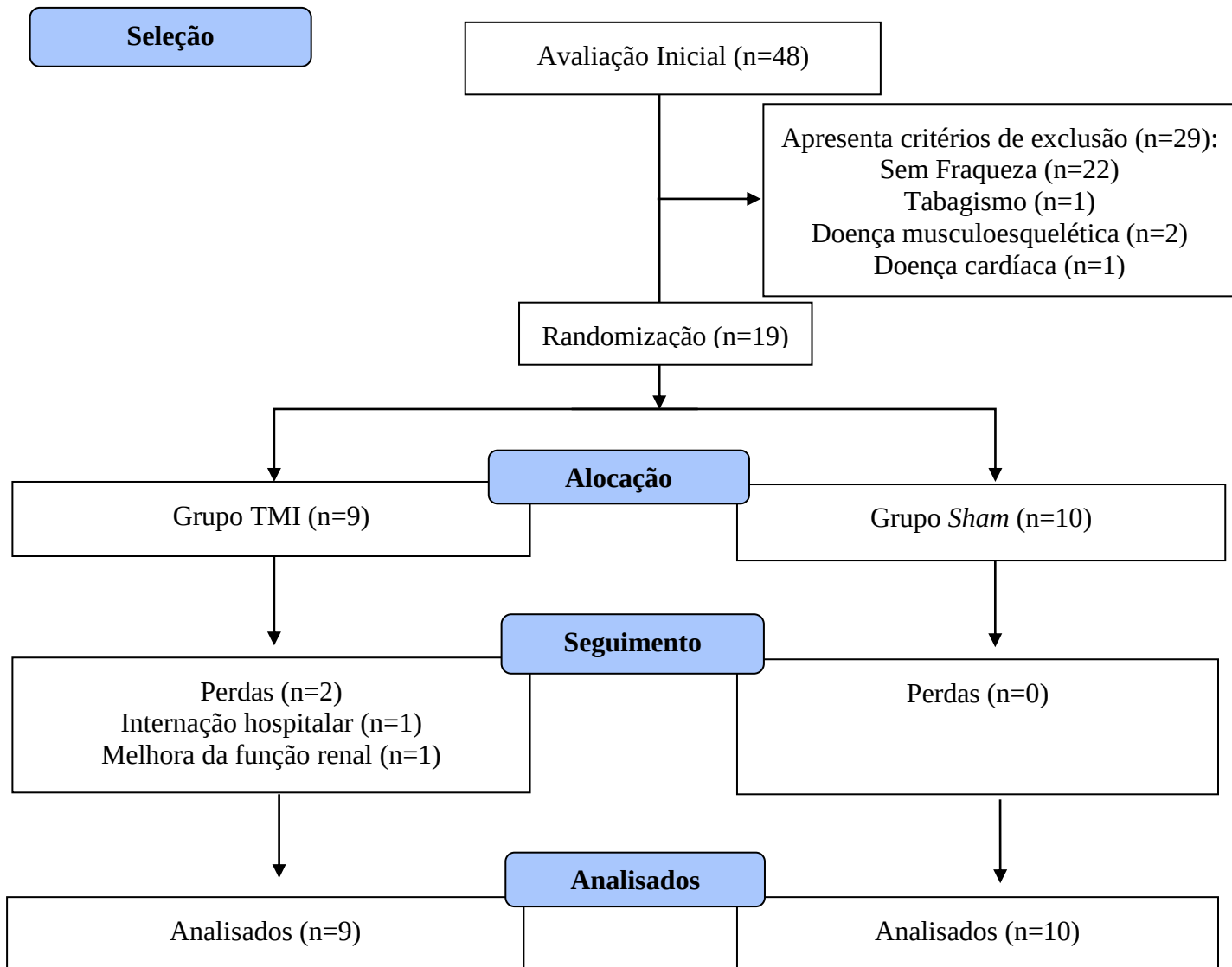


Figura 1. Fluxograma de captação e acompanhamento dos participantes

**Tabela 1.** Características iniciais dos pacientes com DRC em HD dos grupos TMI e Sham.

| Variáveis                              | TMI (n= 9)               | Sham (n=10)              | p valor |
|----------------------------------------|--------------------------|--------------------------|---------|
|                                        | Média (IC95%)            | Média (IC95%)            |         |
| Idade (anos)                           | 47,44 (41,81 – 53,08)    | 48,40 (38,97 – 57,83)    | 0,850   |
| IMC (kg/m <sup>2</sup> )               | 25,51 (22,10 – 28,93)    | 25,34 (21,33 – 29,35)    | 0,941   |
| Tempo DRC (meses)                      | 84,00 (38,52 – 129,48)   | 60,00 (27,75 – 159,00)   | 0,768   |
| Tempo HD (meses)                       | 80,67 (39,22 – 122,12)   | 68,10 (21,20 – 115,00)   | 0,656   |
| PI <sub>máx</sub> (cmH <sub>2</sub> O) | - 49,22 (41,39 – 57,06)  | - 48,30 (42,62 – 53,98)  | 0,828   |
| PE <sub>máx</sub> (cmH <sub>2</sub> O) | 67,11 (50,57 – 83,65)    | 64,90 (48,99 – 80,81)    | 0,829   |
| CVF (%)                                | 69,44 (65,48 – 73,40)    | 71,20 (60,63 – 81,76)    | 0,740   |
| VEF <sub>1</sub> (%)                   | 67,88 (63,81 – 71,96)    | 72,60 (61,22 – 83,97)    | 0,410   |
| VEF <sub>1</sub> //CVF (%)             | 98,11 (95,09 – 101,12)   | 102,50 (94,98 – 110,01)  | 0,255   |
| Distância percorrida TC6M (m)          | 461,33 (383,05 – 539,61) | 480,00 (424,87 – 535,12) | 0,659   |
| Distância percorrida TC6M (%)          | 76,36 (64,16 – 88,55)    | 84,33 (75,66 – 93,00)    | 0,237   |
| Espessura CRF (mm)                     | 1,99 (1,77 – 2,20)       | 1,86 (1,48 – 2,25)       | 0,545   |
| Espessura CPT (mm)                     | 4,55 (3,83 – 5,27)       | 3,94 (3,12 – 4,76)       | 0,223   |
| Mobilidade diafragmática (mm)          | 63,22 (52,86 – 73,57)    | 58,95 (46,84 – 71,05)    | 0,554   |

Teste t de Student ou teste de Mann-Whitney

DRC= Doença renal crônica; HD= Hemodiálise; IMC= Índice de massa corporal; PI<sub>máx</sub>= pressão inspiratória máxima; PE<sub>máx</sub>= pressão expiratória máxima; CVF= Capacidade vital forçada; VEF<sub>1</sub>= Volume expiratório forçado no 1º segundo; TC6M= Teste de caminhada de seis minutos.

**Tabela 2.** Força muscular respiratória, capacidade funcional, espessura e mobilidade diafragmática nos grupos TMI e *Sham* após intervenção.

| Variáveis                              | TMI (n= 9)               | Sham (n=10)              |         |
|----------------------------------------|--------------------------|--------------------------|---------|
|                                        | Média (IC95%)            | Média (IC95%)            | p valor |
| <b>Força muscular respiratória</b>     |                          |                          |         |
| PI <sub>máx</sub> (cmH <sub>2</sub> O) | - 87,56 (52,83 – 122,28) | - 77,20 (59,62 – 94,78)  | 0,537   |
| PE <sub>máx</sub> (cmH <sub>2</sub> O) | 85,44 (49,82 – 121,07)   | 88,50 (61,97 – 115,03)   | 0,875   |
| <b>TC6M</b>                            |                          |                          |         |
| DP (m)                                 | 459,66 (374,53 – 544,79) | 467,77 (407,10 – 528,44) | 0,860   |
| DP (% previsto)                        | 75,84 (63,50 – 88,18)    | 82,29 (71,79- 92,79)     | 0,372   |
| <b>Diafragma</b>                       |                          |                          |         |
| Espessura CRF (mm)                     | 1,99 (1,77 – 2,21)       | 1,89 (1,54 – 2,23)       | 0,628   |
| Espessura CPT (mm)                     | 4,82 (4,10 – 5,54)       | 4,24 (3,51 – 4,96)       | 0,214   |
| Mobilidade (mm)                        | 64,35 (52,68 – 76,01)    | 60,22 (50,28 – 70,15)    | 0,544   |

Teste t de Student para amostras independentes ou teste de Mann-Whitney

PI<sub>máx</sub>= pressão inspiratória máxima; PE<sub>máx</sub>= pressão expiratória máxima; DP=Distância percorrida; CRF= Capacidade residual funcional; CPT= Capacidade pulmonar total; TC6M= Teste de caminhada de seis minutos.

**Tabela 3.** Capacidade inspiratória e volume durante o TMI nos grupos TMI e *Sham* antes e após intervenção.

| Variáveis  | Grupo TMI (n=9)    |                    |       | Grupo <i>Sham</i> (n=10) |                    |       |         |
|------------|--------------------|--------------------|-------|--------------------------|--------------------|-------|---------|
|            | Média (IC95%)      |                    |       | Média (IC95%)            |                    |       |         |
|            | Pré                | Pós                | p     | Pré                      | Pós                | p     | p inter |
| CIpt(l)    | 1,68 (1,25 – 2,11) | 1,61 (1,26 – 1,97) | 0,571 | 1,55 (1,26 – 1,85)       | 1,64 (1,38 – 1,90) | 0,227 | 0,908   |
| CIctp(l)   | 0,60 (0,35 – 0,84) | 0,72 (0,48 – 0,95) | 0,064 | 0,77 (0,60 – 0,95)       | 0,73 (0,61 – 0,85) | 0,439 | 0,910   |
| CIcta (l)  | 0,35 (0,19 – 0,51) | 0,36 (0,13 – 0,60) | 0,896 | 0,34 (0,28 – 0,41)       | 0,33 (0,22 – 0,45) | 0,913 | 0,801   |
| CIab (l)   | 0,72 (0,46 – 0,99) | 0,63 (0,39 – 0,87) | 0,310 | 0,43 (0,15 – 0,71)       | 0,56 (0,31 – 0,81) | 0,052 | 0,634   |
| <b>TMI</b> |                    |                    |       |                          |                    |       |         |
| Vpt (l)    | 1,58 (1,17 – 1,99) | 1,44 (1,06 – 1,82) | 0,210 | 1,42 (1,05 – 1,80)       | 1,44 (1,13 – 1,75) | 0,899 | 0,680   |
| Vctp (l)   | 0,44 (0,11 – 0,76) | 0,36 (0,02 – 0,69) | 0,335 | 0,51 (0,28 – 0,74)       | 0,47 (0,20 – 0,74) | 0,755 | 0,727   |
| Vcta (l)   | 0,25 (0,12 – 0,39) | 0,27 (0,01 – 0,54) | 0,888 | 0,23 (0,13 – 0,33)       | 0,17 (0,07 – 0,27) | 0,215 | 0,253   |
| Vab (l)    | 0,75 (0,37 – 1,13) | 0,81 (0,42 – 1,19) | 0,549 | 0,54 (0,22 – 0,87)       | 0,54 (0,24 – 0,83) | 0,921 | 0,128   |

p=Testes t de Student pareado ou Teste de Wilcoxon; p inter=Teste t de Student para amostras independentes ou Teste de Mann-Whitney.

CIpt= capacidade inspiratória da parede torácica; CIctp= capacidade inspiratória da caixa torácica pulmonar; CIcta= capacidade inspiratória da caixa torácica abdominal; CIab= capacidade inspiratória do abdômen; Vpt= volume da parede torácica durante o TMI; Vctp= volume da caixa torácica pulmonar durante o TMI; Vcta= volume da caixa torácica abdominal durante o TMI; Vab= volume do abdômen durante o TMI.

**Tabela 4:** Escore dos domínios do KDQOL-SF nos momentos pré e pós intervenção nos grupos TMI e *Sham*.

| Domínio                         | Grupo TMI      |                |       | Grupo Sham     |                |       |         |
|---------------------------------|----------------|----------------|-------|----------------|----------------|-------|---------|
|                                 | Média (IC95%)  |                |       | Média (IC95%)  |                |       |         |
|                                 | Pré            | Pós            | p     | Pré            | Pós            | p     | p inter |
| Lista de sintomas/problemas     | 72 (53 - 84)   | 79 (72 - 87)   | 0,059 | 90 (77 - 94)   | 89 (76 - 92)   | 0,574 | 0,506   |
| Efeitos da doença renal         | 67 (50 - 83)   | 76 (64 - 87)   | 0,055 | 72 (57 - 86)   | 69 (51 - 88)   | 0,644 | 0,662   |
| Sobrecarga da doença renal      | 65 (44 - 86)   | 68 (54 - 83)   | 0,578 | 54 (31 - 77)   | 63 (39 - 86)   | 0,209 | 0,357   |
| Papel profissional              | 0 (0 - 50)     | 0 (0 - 25)     | 0,655 | 0 (0 - 25)     | 0 (0 - 62)     | 0,655 | 0,661   |
| Função cognitiva                | 86 (66 - 96)   | 86 (63 - 100)  | 0,593 | 93 (80 - 95)   | 96 (88 - 100)  | 0,618 | 0,400   |
| Qualidade de interação social   | 100 (60 - 100) | 93 (50 - 100)  | 0,180 | 96 (78 - 100)  | 93 (71 - 100)  | 0,931 | 0,905   |
| Função sexual                   | 100 (18 - 100) | 100 (0 - 100)  | 0,317 | 31 (0 - 75)    | 56 (0 - 100)   | 0,414 | 0,720   |
| Sono                            | 90 (52 - 95)   | 90 (60 - 98)   | 0,498 | 77 (51 - 91)   | 76 (66 - 100)  | 0,123 | 0,720   |
| Suporte Social                  | 100 (83 - 100) | 100 (75 - 100) | 1     | 75 (62 - 100)  | 91 (66 - 100)  | 0,336 | 0,604   |
| Estímulo pela equipe da diálise | 0 (0 - 25)     | 0 (0 - 62)     | 0,180 | 100 (84 - 100) | 100 (90 - 100) | 0,713 | 0,001   |
| Satisfação do paciente          | 50 (41 - 58)   | 50 (33 - 75)   | 0,655 | 83 (75 - 100)  | 83 (86 - 100)  | 0,546 | 0,010   |
| Funcionamento Físico            | 58 (36 - 81)   | 66 (46 - 86)   | 0,105 | 67 (52 - 81)   | 73 (56 - 89)   | 0,265 | 0,579   |
| Função Física                   | 0 (0 - 62)     | 0 (0 - 100)    | 0,655 | 25 (0 - 100)   | 25 (18 - 75)   | 0,317 | 0,604   |
| Bem-estar emocional             | 75 (54 - 96)   | 70 (46 - 94)   | 0,194 | 75 (57 - 93)   | 74 (55 - 92)   | 0,758 | 0,887   |
| Função Social                   | 75 (37 - 100)  | 62 (37 - 100)  | 1     | 100 (65 - 100) | 100 (81 - 100) | 0,577 | 0,278   |
| Função Emocional                | 66 (0 - 100)   | 100 (0 - 100)  | 0,317 | 0 (0 - 100)    | 100 (50 - 100) | 0,052 | 0,780   |
| Dor                             | 64 (37 - 91)   | 68 (40 - 95)   | 0,535 | 69 (46 - 93)   | 64 (38 - 90)   | 0,695 | 0,832   |
| Vitalidade                      | 65 (45 - 87)   | 75 (60 - 80)   | 0,916 | 75 (45 - 91)   | 75 (45 - 95)   | 1     | 0,604   |
| Saúde Geral                     | 62 (48 - 76)   | 60 (41 - 78)   | 0,645 | 59 (41 - 77)   | 66 (43 - 88)   | 0,226 | 0,645   |

p=Testes t de Student pareado ou Teste de Wilcoxon. p inter=Teste t de Student para amostras independentes ou Teste de Mann-Whitney.



## APÊNDICE D: CARTA DE ANUÊNCIA



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
DEPARTAMENTO DE FISIOTERAPIA



### CARTA DE ANUÊNCIA

Declaramos para os devidos fins, que aceitaremos (o) a pesquisador (a) **Ana Irene Carlos de Medeiros**, a desenvolver o seu projeto de pesquisa **Efeitos do treinamento muscular inspiratório na força muscular respiratória, volumes da parede torácica, mobilidade e espessura diafragmática de pacientes com doença renal crônica terminal: Ensaio clínico randomizado**, que está sob a coordenação/orientação do(a) Prof. (a) **Dra. Patricia Érika de Melo Marinho** cujo objetivo é avaliar a eficácia de um programa de treinamento da musculatura inspiratória diário em pacientes com doença renal crônica terminal, nesta Instituição.

A aceitação está condicionada ao cumprimento do (a) pesquisador (a) aos requisitos da Resolução 466/12 e suas complementares, comprometendo-se a utilizar os dados e materiais coletados, exclusivamente para os fins da pesquisa.

Recife, em 21 / 08 / 2015

Nome/assinatura e carimbo do responsável pela Instituição ou pessoa por ele delegada

Profª Drª Kátia Karina do Monte Silva  
Chefe  
Departamento de Fisioterapia  
SIN SIAPE - 2536520 - CREFITO - 7593-F



**HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA UFPE  
FILIAL DA EMPRESA BRASILEIRA DE  
SERVIÇOS HOSPITALARES**

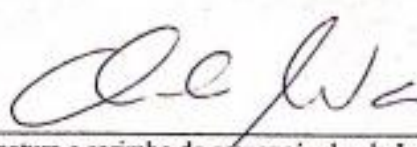
**EBSERH**  
EMPRESA BRASILEIRA DE SERVIÇOS HOSPITALARES

**CARTA DE ANUÊNCIA**

Declaramos para os devidos fins, que aceitaremos (o) a pesquisador (a) **Ana Irene Carlos de Medeiros**, a desenvolver o seu projeto de pesquisa **Efeitos do treinamento muscular inspiratório na força muscular respiratória, volumes da parede torácica, mobilidade e espessura diafragmática de pacientes com doença renal crônica terminal: Ensaio clínico randomizado**, que está sob a coordenação/orientação do(a) Prof. (a) **Dra Patrícia Érika de Melo Marinho** cujo objetivo é avaliar a eficácia de um programa de treinamento da musculatura inspiratória diário em pacientes com doença renal crônica terminal, nesta Instituição.

A aceitação está condicionada ao cumprimento do (a) pesquisador (a) aos requisitos da Resolução 466/12 e suas complementares, comprometendo-se a utilizar os dados e materiais coletados, exclusivamente para os fins da pesquisa.

Recife, em 18,08,2015

 **Dra. Lucila M. Valente**  
Coordenadora do  
Serviço de Nefrologia  
do HC - UFPE

Nome/assinatura e carimbo do responsável pela Instituição ou pessoa por ele delegada

HC-UFPE Av. Prof. Moraes Rego, s/n - Cidade Universitária - Recife/PE

CEP: 50670-420 Tel: (81) 2126.3953 / 2126.3984 Fax: 3453.3675

e-mail: hcdiretoria@ufpe.br



### CARTA DE ANUÊNCIA

Declaramos para os devidos fins, que aceitaremos (o) a pesquisador (a) **Ana Irene Carlos de Medeiros**, a desenvolver o seu projeto de pesquisa **Efeitos do treinamento muscular inspiratório na força muscular respiratória, volumes da parede torácica, mobilidade e espessura diafragmática de pacientes com doença renal crônica terminal: Ensaio clínico randomizado**, que está sob a coordenação/orientação do(a) Prof. (a) **Dra Patrícia Érika de Melo Marinho** cujo objetivo é avaliar a eficácia de um programa de treinamento da musculatura inspiratória diário em pacientes com doença renal crônica terminal, nesta Instituição.

A aceitação está condicionada ao cumprimento do (a) pesquisador (a) aos requisitos da Resolução 466/12 e suas complementares, comprometendo-se a utilizar os dados e materiais coletados, exclusivamente para os fins da pesquisa.

Recife, em 06 / 08 / 15.

  
Dr. Mário de Barros e Silva  
Nefrologista  
CRM 11.390

\_\_\_\_\_  
Nome/assinatura e carimbo do responsável pela Instituição ou pessoa por ele delegada



## CARTA DE ANUÊNCIA

Declaramos para os devidos fins, que aceitaremos (o) a pesquisador (a) **Ana Irene Carlos de Medeiros**, a desenvolver o seu projeto de pesquisa **Efeitos do treinamento muscular inspiratório na força muscular respiratória, volumes da parede torácica, mobilidade e espessura diafragmática de pacientes com doença renal crônica terminal: Ensaio clínico randomizado**, que está sob a coordenação/orientação do(a) Prof. (a) **Dra Patrícia Érika de Melo Marinho** cujo objetivo é avaliar a eficácia de um programa de treinamento da musculatura inspiratória diário em pacientes com doença renal crônica terminal, nesta Instituição.

E ainda, ressaltamos que a instituição acima citada, bem como o seu diretor médico **Dr Arthur Ferreira Tavares Neto**, não se responsabilizarão por qualquer despesa com os pacientes que optarem por participar da pesquisa, seja com transportes, alimentação ou qualquer outro tipo de ônus.

A aceitação está condicionada ao cumprimento do (a) pesquisador (a) aos requisitos da Resolução 466/12 e suas complementares, comprometendo-se a utilizar os dados e materiais coletados, exclusivamente para os fins da pesquisa.

Recife, em 10,03,16.

Dr. Arthur Ferreira Tavares Neto  
Nefrologia/Ortopedia/Manoia  
CRM 8338

*Arthur F. Tavares Neto*

Nome/assinatura e carimbo do responsável pela Instituição ou pessoa por ele delegada

NEFROCENTRO  
Av. Dezessete de agosto, 387 - Casa Forte, Recife - PE

Scanned by CamScanner





### CARTA DE ANUÊNCIA

Declaramos para os devidos fins, que aceitaremos a pesquisadora **Ana Irene Carlos de Medeiros**, mestranda da pós-graduação em Fisioterapia da Universidade Federal de Pernambuco a desenvolver o seu projeto de pesquisa intitulado de "Efeitos do Treinamento Muscular Inspiratório na Força Muscular Respiratória, Volumes da Parede Torácica, Mobilidade e Espessura Diafragmática de Pacientes com Doença Renal Crônica Terminal: Ensaio Clínico Randomizado.", que está sob a orientação da Professora Patrícia Érica de Melo Marinho e Co-orientador Dr. Frederico Castelo Branco e Daniella Cunha Brandão, cujo objetivo é avaliar os efeitos do treinamento muscular inspiratório diário na força muscular inspiratório diário na força muscular respiratória, volumes da parede torácica, mobilidade e espessura diafragmática de pacientes com DRCT. Esta autorização está condicionada ao cumprimento do pesquisador aos requisitos da Resolução 466/12 e suas complementares, comprometendo-se o mesmo a utilizar os dados pessoais dos sujeitos da pesquisa, exclusivamente para os fins científicos, mantendo o sigilo e garantindo a não utilização das informações em prejuízo das pessoas e/ou das comunidades.

Antes de iniciar a coleta de dados o pesquisador deverá apresentar a esta Instituição o parecer Consubstanciado devidamente aprovado, emitido por Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos, Credenciado ao Sistema CEP/CONEP.

Recife, 05 de Julho de 2016

  
**Real Hospital Português**  
**Dra. Maria do Carmo Lencastre**  
 Diretora Técnica  
 Dra. Maria do Carmo Lencastre  
 Diretora Médico/ Técnica - RHP



**REAL HOSPITAL PORTUGUÊS DE BENEFICÊNCIA EM PE**  
 Av. Agamenon Magalhães, Nº 4760 Paissandu - Recife / PE  
 CEP:52.010-902 CGC: 10.892.164/0001-24 Fone: (81) 3416-1122

**APÊNDICE E: TCLE**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA**

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Convidamos o (a) Sr. (a) para participar como voluntário (a) da pesquisa “EFEITOS DO TREINAMENTO MUSCULAR INSPIRATÓRIO NA FORÇA MUSCULAR RESPIRATÓRIA, VOLUMES DA PAREDE TORÁCICA, MOBILIDADE E ESPESSURA DIAFRAGMÁTICA DE PACIENTES COM DOENÇA RENAL CRÔNICA TERMINAL: ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO”, que está sob a responsabilidade da pesquisadora Ana Irene Carlos de Medeiros, Rua Gaspar Perez, 860, Iputinga, Recife, CEP: 50670-350, Telefone: (84)98897-7367, Email: anairenem@hotmail.com e está sob a orientação da Prof. Dra. Patrícia Érika de Melo Marinho, telefone: (81) 99106-9204, e-mail: patmarinho@yahoo.com.br e da Prof. Dra. Daniella Cunha Brandão, telefone: (81) 98135-9335, email: daniellacunha@hotmail.com.

Este Termo de Consentimento pode conter alguns tópicos que o/a senhor/a não entenda. Caso haja alguma dúvida, pergunte à pessoa a quem está lhe entrevistando, para que o/a senhor/a esteja bem esclarecido (a) sobre tudo que está respondendo. Após ser esclarecido (a) sobre as informações a seguir, caso aceite em fazer parte do estudo, rubrique as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável. Em caso de recusa o (a) Sr. (a) não será penalizado (a) de forma alguma. Também garantimos que o (a) Senhor (a) tem o direito de retirar o consentimento da sua participação em qualquer fase da pesquisa, sem qualquer penalidade.

**INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:**

- Descrição da pesquisa: Essa pesquisa tem como objetivo avaliar os efeitos do Treinamento Muscular Inspiratório na força muscular dos músculos respiratórios, volumes da parede torácica e espessura do diafragma de pacientes com Doença Renal Crônica Terminal. Caso decida aceitar o convite, você será submetido (a) a uma avaliação inicial, com avaliação da qualidade de vida, da força dos músculos da respiração, da função respiratória, dos volumes da caixa torácica, da movimentação e espessura do diafragma e da capacidade funcional. Os questionários serão realizados sob forma de entrevista em um local reservado para manter sua privacidade, enquanto a avaliação dos parâmetros respiratórios e capacidade funcional ocorrerá através de testes específicos. Os testes respiratórios, manovacuometria e espirometria, ocorrem através de seu esforço para “puxar o ar para dentro dos pulmões” e “soltar o ar”; a pletismografia será realizada com o/a senhor/a sentado em uma maca com câmeras ao redor que vão gravar o movimento da sua respiração; a ultrassonografia será realizada com o/a senhor/a deitado, onde o avaliador colocará um dispositivo sobre a pele da sua barriga para registrar imagens do músculo diafragma; e o teste de caminhada de seis minutos é realizado em um corredor de 30 metros, onde o senhor/a será orientado a “caminhar o mais rápido que puder” por um período de 6 minutos. Posteriormente você participará de um sorteio para direcionar qual exercício realizará na pesquisa, podendo participar do grupo TMI (com aumento da carga), ou grupo Sham (sem carga).

- O treinamento dos músculos da respiração terá duração de 8 semanas, será realizado em sua casa, através de um aparelho que será emprestado durante o período da pesquisa. O/a senhor/a deverá realizar o exercício sentado, com o aparelho na boca e uso de um clipe no nariz, de forma que realizará respirações profundas (de acordo com a orientação do pesquisador) por um período de 15 minutos, 2 vezes ao dia, todos os dias, fazendo o registro em um diário que também será entregue.

Você comparecerá ao laboratório de Fisioterapia Cardiopulmonar da UFPE uma vez por semana para realização da avaliação da força dos músculos da respiração através da Manovacuometria, e no final das 8 semanas será realizada a reavaliação, onde serão repetidos todos os testes do primeiro dia.

- Os riscos desta pesquisa são cansaço da respiração e fadiga muscular devido ao esforço na realização dos testes. No entanto, os riscos são mínimos visto que os procedimentos ocorrerão de forma cautelosa por examinadores treinados e capacitados, sendo realizado descanso da musculatura entre os testes e durante a realização do TMI.
- Os benefícios proporcionados ao senhor (a) serão a avaliação respiratória e funcional e a realização do TMI, que pode melhorar a força muscular respiratória, capacidade funcional e qualidade de vida.

As informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa (gravações, questionários e fotos), ficarão armazenados em computador pessoal, sob a responsabilidade da pesquisadora Ana Irene Carlos de Medeiros, no endereço acima informado pelo período de 5 anos.

O (a) senhor (a) não pagará nada para participar desta pesquisa. Se houver necessidade de alguma despesa, como ressarcimento de transporte, as despesas para a sua participação serão assumidas pelos pesquisadores. Fica também garantida indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extrajudicial.

Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da UFPE no endereço: **(Avenida da Engenharia s/n – 1º Andar, sala 4 - Cidade Universitária, Recife-PE, CEP: 50740-600, Tel.: (81) 2126.8588 – e-mail: cepccs@ufpe.br).**

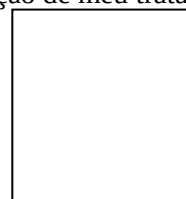
\_\_\_\_\_  
(assinatura do pesquisador)

### **CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO VOLUNTÁRIO (A)**

Eu, \_\_\_\_\_, CPF \_\_\_\_\_, abaixo assinado, após a leitura (ou a escuta da leitura) deste documento e de ter tido a oportunidade de conversar e ter esclarecido as minhas dúvidas com o pesquisador responsável, concordo em participar do estudo “EFEITOS DO TREINAMENTO MUSCULAR INSPIRATÓRIO NA FORÇA MUSCULAR RESPIRATÓRIA, VOLUMES DA PAREDE TORÁCICA, MOBILIDADE E ESPESSURA DIAFRAGMÁTICA DE PACIENTES COM DOENÇA RENAL CRONICA TERMINAL: ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO”, como voluntário (a). Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pelo(a) pesquisador (a) sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade ou interrupção de meu tratamento.

Recife, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

Assinatura do participante: \_\_\_\_\_



Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e o aceite do voluntário em participar.

|             |             |
|-------------|-------------|
| Nome:       | Nome:       |
| Assinatura: | Assinatura: |

## APÊNDICE F: FICHA DE AVALIAÇÃO



### UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA

EFEITOS DO TREINAMENTO MUSCULAR INSPIRATÓRIO DIÁRIO SOBRE A FORÇA  
MUSCULAR RESPIRATÓRIA, OS VOLUMES DA CAIXA TORÁCICA, A MOBILIDADE E  
ESPESURA DIAFRAGMÁTICA DE PACIENTES EM HEMODIÁLISE: ENSAIO CLÍNICO  
RANDOMIZADO

|                                                                                                                                                                                           |  |                                      |                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--------------------------------------|--------------------------|
| <b>DATA DA AVALIAÇÃO:</b> __/__/__                                                                                                                                                        |  | <b>DATA DA REAVALIAÇÃO:</b> __/__/__ |                          |
| <b>NOME:</b> _____                                                                                                                                                                        |  |                                      | <b>SEXO:</b> ( ) F ( ) M |
| <b>IDADE:</b> ____ anos                                                                                                                                                                   |  | <b>DN:</b> __/__/__                  |                          |
| <b>RAÇA:</b> ( ) BRANCO ( ) AMARELO ( ) PARDO ( ) NEGRO                                                                                                                                   |  |                                      |                          |
| <b>RENDA:</b> ( ) A – Acima de 20 SM ( ) B – 10 a 20 SM ( ) C – 4 a 10 SM<br>( ) D – 2 a 4 SM ( ) E – Até 2 SM                                                                            |  |                                      |                          |
| <b>ESCOLARIDADE:</b> ( ) ANALFABETO ( ) PRIMÁRIO COMPLETO ( ) FUNDAMENTAL<br>COMPLETO ( ) MÉDIO COMPLETO ( ) SUPERIOR COMPLETO                                                            |  |                                      |                          |
| <b>ENDEREÇO:</b> _____                                                                                                                                                                    |  |                                      |                          |
| <b>TELEFONE:</b> _____                                                                                                                                                                    |  | <b>TELEFONE DE FAMILIAR:</b> _____   |                          |
| <b>CAUSA DA DOENÇA RENAL:</b> _____                                                                                                                                                       |  |                                      |                          |
| <b>TEMPO DE DIAGNÓSTICO DA DOENÇA RENAL:</b> _____                                                                                                                                        |  |                                      |                          |
| <b>TEMPO DE HEMODIÁLISE:</b> _____                                                                                                                                                        |  |                                      |                          |
| <b>REALIZOU ALGUMA CIRURGIA:</b> ( ) SIM ( ) NÃO                                                                                                                                          |  |                                      |                          |
| <b>QUAL:</b> _____                                                                                                                                                                        |  |                                      |                          |
| <b>DOENÇAS PREGRESSAS OU ATUAIS:</b><br>( ) HIPERTENSÃO ( ) DIABETES ( ) DISLIPIDEMIA ( ) CARDIOPATIA<br>( ) PNEUMOPATIA ( ) ALTERAÇÕES MUSCULOESQUELÉTICAS ( ) OUTRAS,<br>QUAL?<br>_____ |  |                                      |                          |



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>MEDICAMENTOS EM USO:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>EXERCÍCIO FÍSICO:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| ( ) NÃO ( ) SIM, > 150 minutos semanais ( ) SIM, < 150 minutos semanais                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>ETILISTA:</b> ( ) SIM ( ) NÃO Quanto tempo: Se parou, há quanto tempo:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>TABAGISTA:</b> ( ) SIM ( ) NÃO<br>Quanto tempo:<br>Quantos cigarros/dia:<br>Se parou, há quanto tempo:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>PESO:</b> _____ kg <b>ALTURA:</b> _____ m <b>IMC:</b> _____ kg/m <sup>2</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>ESPIROMETRIA:</b> <table style="width: 100%; margin-top: 20px;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <b>CVF INICIAL</b><br/>           1º: _____<br/>           2º: _____<br/>           3º: _____<br/> <b>VEF<sub>1</sub> INICIAL</b><br/>           1º: _____<br/>           2º: _____<br/>           3º: _____<br/> <b>PFE INICIAL</b><br/>           1º: _____<br/>           2º: _____<br/>           3º: _____<br/> <b>VEF<sub>1</sub>/CVC INICIAL</b><br/>           1º: _____<br/>           2º: _____<br/>           3º: _____         </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <b>CVF FINAL</b><br/>           1º: _____<br/>           2º: _____<br/>           3º: _____<br/> <b>VEF<sub>1</sub> FINAL</b><br/>           1º: _____<br/>           2º: _____<br/>           3º: _____<br/> <b>PFE FINAL</b><br/>           1º: _____<br/>           2º: _____<br/>           3º: _____<br/> <b>VEF<sub>1</sub>/CVF FINAL</b><br/>           1º: _____<br/>           2º: _____<br/>           3º: _____         </td> </tr> </table> |                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>CVF INICIAL</b><br>1º: _____<br>2º: _____<br>3º: _____<br><b>VEF<sub>1</sub> INICIAL</b><br>1º: _____<br>2º: _____<br>3º: _____<br><b>PFE INICIAL</b><br>1º: _____<br>2º: _____<br>3º: _____<br><b>VEF<sub>1</sub>/CVC INICIAL</b><br>1º: _____<br>2º: _____<br>3º: _____ | <b>CVF FINAL</b><br>1º: _____<br>2º: _____<br>3º: _____<br><b>VEF<sub>1</sub> FINAL</b><br>1º: _____<br>2º: _____<br>3º: _____<br><b>PFE FINAL</b><br>1º: _____<br>2º: _____<br>3º: _____<br><b>VEF<sub>1</sub>/CVF FINAL</b><br>1º: _____<br>2º: _____<br>3º: _____ |
| <b>CVF INICIAL</b><br>1º: _____<br>2º: _____<br>3º: _____<br><b>VEF<sub>1</sub> INICIAL</b><br>1º: _____<br>2º: _____<br>3º: _____<br><b>PFE INICIAL</b><br>1º: _____<br>2º: _____<br>3º: _____<br><b>VEF<sub>1</sub>/CVC INICIAL</b><br>1º: _____<br>2º: _____<br>3º: _____                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <b>CVF FINAL</b><br>1º: _____<br>2º: _____<br>3º: _____<br><b>VEF<sub>1</sub> FINAL</b><br>1º: _____<br>2º: _____<br>3º: _____<br><b>PFE FINAL</b><br>1º: _____<br>2º: _____<br>3º: _____<br><b>VEF<sub>1</sub>/CVF FINAL</b><br>1º: _____<br>2º: _____<br>3º: _____ |                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>MANOVACUOMETRIA</b> <table style="width: 100%; margin-top: 20px;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <b>PIMÁX INICIAL</b><br/>           1º: _____<br/>           2º: _____<br/>           3º: _____<br/> <br/> <b>PEMÁX INICIAL</b><br/>           1º: _____<br/>           2º: _____<br/>           3º: _____         </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <b>PIMÁX FINAL</b><br/>           1º: _____<br/>           2º: _____<br/>           3º: _____<br/> <br/> <b>PEMÁX FINAL</b><br/>           1º: _____<br/>           2º: _____<br/>           3º: _____         </td> </tr> </table>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>PIMÁX INICIAL</b><br>1º: _____<br>2º: _____<br>3º: _____<br><br><b>PEMÁX INICIAL</b><br>1º: _____<br>2º: _____<br>3º: _____                                                                                                                                               | <b>PIMÁX FINAL</b><br>1º: _____<br>2º: _____<br>3º: _____<br><br><b>PEMÁX FINAL</b><br>1º: _____<br>2º: _____<br>3º: _____                                                                                                                                           |
| <b>PIMÁX INICIAL</b><br>1º: _____<br>2º: _____<br>3º: _____<br><br><b>PEMÁX INICIAL</b><br>1º: _____<br>2º: _____<br>3º: _____                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>PIMÁX FINAL</b><br>1º: _____<br>2º: _____<br>3º: _____<br><br><b>PEMÁX FINAL</b><br>1º: _____<br>2º: _____<br>3º: _____                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                      |

|                                      |           |           |                            |           |           |
|--------------------------------------|-----------|-----------|----------------------------|-----------|-----------|
| <b>ULTRASSONOGRAFIA DO DIAFRAGMÁ</b> |           |           |                            |           |           |
| MOBILIDADE INICIAL                   |           |           | MOBILIDADE FINAL           |           |           |
| 1º: _____                            |           |           | 1º: _____                  |           |           |
| 2º: _____                            |           |           | 2º: _____                  |           |           |
| 3º: _____                            |           |           | 3º: _____                  |           |           |
| 4º: _____                            |           |           | 4º: _____                  |           |           |
| 5º: _____                            |           |           | 5º: _____                  |           |           |
| ESPESSURA INICIAL                    |           |           | ESPESSURA FINAL            |           |           |
| CRF                                  | CPT       | PImáx     | CRF                        | CPT       | PImáx     |
| 1º: _____                            | 1º: _____ | 1º: _____ | 1º: _____                  | 1º: _____ | 1º: _____ |
| 2º: _____                            | 2º: _____ | 2º: _____ | 2º: _____                  | 2º: _____ | 2º: _____ |
| 3º: _____                            | 3º: _____ | 3º: _____ | 3º: _____                  | 3º: _____ | 3º: _____ |
| 4º: _____                            | 4º: _____ | 4º: _____ | 4º: _____                  | 4º: _____ | 4º: _____ |
| 5º: _____                            | 5º: _____ | 5º: _____ | 5º: _____                  | 5º: _____ | 5º: _____ |
| TAXA DE ESPESSAMENTO INICIAL         |           |           | TAXA DE ESPESSAMENTO FINAL |           |           |
| 1º: _____                            |           |           | 1º: _____                  |           |           |
| 2º: _____                            |           |           | 2º: _____                  |           |           |
| 3º: _____                            |           |           | 3º: _____                  |           |           |
| 4º: _____                            |           |           | 4º: _____                  |           |           |
| 5º: _____                            |           |           | 5º: _____                  |           |           |
| <b>OBSERVAÇÕES:</b>                  |           |           |                            |           |           |
| _____                                |           |           |                            |           |           |
| _____                                |           |           |                            |           |           |
| _____                                |           |           |                            |           |           |
| _____                                |           |           |                            |           |           |

## APÊNDICE G: TESTE DE CAMINHADA DE SEIS MINUTOS



### UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA

EFEITOS DO TREINAMENTO MUSCULAR INSPIRATÓRIO DIÁRIO SOBRE A FORÇA MUSCULAR RESPIRATÓRIA, OS VOLUMES DA CAIXA TORÁCICA, A MOBILIDADE E ESPESSURA DIAFRAGMÁTICA DE PACIENTES EM HEMODIÁLISE: ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO

### TESTE DE CAMINHADA DE SEIS MINUTOS

( ) INICIAL \_\_/\_\_/\_\_ ( ) FINAL \_\_/\_\_/\_\_

Nome: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_

Distância prevista: \_\_\_\_\_ Limite inferior: \_\_\_\_\_ FCmáx: \_\_\_\_\_

|                 | FC | PA | StO2 | FR | BORG |
|-----------------|----|----|------|----|------|
| Repouso         |    |    |      |    |      |
| 6 minutos       |    |    |      |    |      |
| 2 min (repouso) |    |    |      |    |      |

Distância Percorrida: \_\_\_\_\_

Parou ou fez pausa antes dos seis minutos? Sim ( ) Não ( )

Sintomas durante ou ao final do teste? Sim ( ) Não ( ) Qual? \_\_\_\_\_

## APÊNDICE H: DIÁRIO DE TREINAMENTO

# Diário de

# TMI



Nome: \_\_\_\_\_

**Diário de Treino**

Pesquisa: "Efeitos do treinamento muscular inspiratório diário sobre a força muscular respiratória, os volumes da caixa torácica, a mobilidade e espessura diafragmática de pacientes em hemodiálise."

Responsável: Ft. Ana Irene Carlos de Medeiros – LACAP - UFPE

Contato: (81) 99837-8940/ (84) 98897-7367 ou [anaiarenem@hotmail.com](mailto:anaiarenem@hotmail.com)

Endereço: Departamento de Fisioterapia - Av. Jorn. Anibal Fernandes, s/n

Cidade Universitária, Recife-PE

**Dados do Paciente**

Nome: \_\_\_\_\_

Endereço: \_\_\_\_\_

Telefone: \_\_\_\_\_ Estado Civil: \_\_\_\_\_ Ocupação: \_\_\_\_\_

### Informações ao paciente:

Estimado paciente,

O seu treinamento deverá ser realizado DUAS vezes ao dia, no momento que lhe for mais conveniente.

Para iniciar o treino, você deverá estar sentado, com os dois pés apoiados no chão e com as costas apoiadas na cadeira mantendo uma boa postura. Depois deverá acoplar o dispositivo (POWER-breathe) em sua boca, não permitindo vazamentos e utilizando o clipe nasal. A partir daí, deverá realizar 3 séries de 30 respirações profundas, com intervalo de um minuto entre cada série, completando, então, 90 respirações por período de treinamento.

Este "Diário de Treino" é composto por sessenta páginas, as quais deverão ser preenchidas diariamente, DUAS vezes ao dia, com informações sobre cada treinamento.

Caso haja alguma dúvida ou dificuldade na realização dos treinos, você deverá informar a fisioterapeuta responsável pela pesquisa através de ligações (que podem ser a cobrar) ou consulta no laboratório LACAP, localizado na UFPE.

Lembre-se que sua participação está sendo responsável pela construção e solidificação de conhecimentos científicos, por isso, agradecemos sua disponibilidade e compreensão!

### ESCALA DE BORG ADAPTADA PERCEPÇÃO DE ESFORÇO

|    |                  |                                                                                      |
|----|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 0  | REPOUSO          |  |
| 1  | DEMASIADO LEVE   |  |
| 2  | MUITO LEVE       |                                                                                      |
| 3  | MUITO LEVE-LEVE  |                                                                                      |
| 4  | LEVE             |  |
| 5  | LEVE-MODERADO    |                                                                                      |
| 6  | MODERADO         |  |
| 7  | MODERADO-INTENSO |                                                                                      |
| 8  | INTENSO          |  |
| 9  | MUITO INTENSO    |                                                                                      |
| 10 | EXAUSTIVO        |  |

[www.motoboccardio.com.br](http://www.motoboccardio.com.br)

**TREINO 1**

Dia \_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

Dificuldade: \_\_\_\_\_

Intercorrência: [ ] Não Sim: [ ] Dor [ ] Náuseas [ ] Cansaço

Observações do treino:

---

---

---

**TREINO 2**

Dificuldade: \_\_\_\_\_

Intercorrência: [ ] Não Sim: [ ] Dor [ ] Náuseas [ ] Cansaço

Observações do treino:

---

---

---

---

**TREINO 1**

Dia \_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

Dificuldade: \_\_\_\_\_

Intercorrência: [ ] Não Sim: [ ] Dor [ ] Náuseas [ ] Cansaço

Observações do treino:

---

---

---

**TREINO 2**

Dificuldade: \_\_\_\_\_

Intercorrência: [ ] Não Sim: [ ] Dor [ ] Náuseas [ ] Cansaço

Observações do treino:

---

---

---

---

**TREINO 1**

Dia \_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

Dificuldade:

( ) 😊 ( ) 😐 ( ) 😐 ( ) 😐 ( ) 😐 ( ) 👎

Observações do treino:

**TREINO 2**

Dificuldade:

( ) 😊 ( ) 😐 ( ) 😐 ( ) 😐 ( ) 😐 ( ) 👎

Observações do treino:

**TREINO 1**

Dia \_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

Dificuldade:

( ) 😊 ( ) 😐 ( ) 😐 ( ) 😐 ( ) 😐 ( ) 👎

Observações do treino:

**TREINO 2**

Dificuldade:

( ) 😊 ( ) 😐 ( ) 😐 ( ) 😐 ( ) 😐 ( ) 👎

Observações do treino:

## APÊNDICE I – ESCALA PGIC

### PGIC ADAPTADO

Desde o início do tratamento nesta instituição até agora, ou seja, após finalizar o programa de 8 semanas de treinamento muscular inspiratório, como é que você descreve o seu grau de melhora e a sua satisfação com esse tipo de treinamento (selecione UMA opção):

- |                                                                              |                            |
|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| Sem alterações (ou a condição piorou)                                        | <input type="checkbox"/> 1 |
| Quase na mesma, sem qualquer alteração visível                               | <input type="checkbox"/> 2 |
| Ligeiramente melhor, mas, sem mudanças consideráveis                         | <input type="checkbox"/> 3 |
| Com algumas melhorias, mas a mudança não representou qualquer diferença real | <input type="checkbox"/> 4 |
| Moderadamente melhor, com mudança ligeira mas significativa                  | <input type="checkbox"/> 5 |
| Melhor, e com melhorias que fizeram uma diferença real e útil                | <input type="checkbox"/> 6 |
| Muito melhor, e com uma melhoria considerável que fez toda a diferença       | <input type="checkbox"/> 7 |



## ANEXOS

## ANEXO I: APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA E PESQUISA

|                                                                |               |                                                                              |                                                                                     |
|----------------------------------------------------------------|---------------|------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Comitê de Ética<br>em Pesquisa<br>Envolvendo<br>Serres Humanos | 2023-000-1744 | UNIVERSIDADE FEDERAL DE<br>PERNAMBUCO CENTRO DE<br>CIÊNCIAS DA SAÚDE / UFPE- |  |
|----------------------------------------------------------------|---------------|------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|

### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** EFEITOS DO TREINAMENTO MUSCULAR INSPIRATÓRIO NA FORÇA MUSCULAR RESPIRATÓRIA, VOLUMES DA PAREDE TORÁCICA, MOBILIDADE E ESPESSURA DIAFRAGMÁTICA DE PACIENTES COM DOENÇA RENAL CRÔNICA TERMINAL: ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO

**Pesquisador:** ANA IRENE CARLOS DE MEDEIROS

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 48538315.4.0000.5208

**Instituição Proponente:** Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 1.266.297

#### Apresentação do Projeto:

Projeto de pesquisa apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da Universidade Federal de Pernambuco para qualificação para obtenção de grau de mestre. Trata-se de um ensaio clínico controlado e randomizado, que será realizada no Laboratório de Fisioterapia Cardiopulmonar, do Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), no período de outubro de 2015 a novembro de 2016. Serão recrutados pacientes com Doença Renal Crônica Terminal (Estágio 5D) que realizam hemodiálise nos centros de referência em Hemodiálise da cidade de Recife-PE. Será realizada a randomização por blocos através do software randomization.com, onde uma terceira pessoa que não participará das outras etapas da pesquisa executará o processo e entregará os envelopes opacos e numerados ao pesquisador responsável pelo treinamento, garantindo assim o sigilo de alocação. O paciente poderá ser alocado no grupo TMI ou grupo sham. - Grupo TMI (n=20): Constituído por participantes que realizarão o protocolo de treinamento muscular inspiratório (TMI) com carga incremental. - Grupo sham (n=20): Constituído por participantes que realizarão o protocolo de TMI sem carga incremental, ou seja, sem verdadeiro valor de treino. Os participantes serão submetidos aos seguintes instrumentos de avaliação antes e após a intervenção: Ficha de Avaliação Global; questionário de qualidade de vida

|           |                                                          |
|-----------|----------------------------------------------------------|
| Endereço: | Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do CCS |
| Bairro:   | Cidade Universitária CEP: 50.740-600                     |
| UF:       | PE Município: RECIFE                                     |
| Telefone: | (81)2128-8588 E-mail: cepccs@ufpe.br                     |

Comitê de Ética  
em Pesquisa  
Envolvendo  
Serres Humanos



UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
PERNAMBUCO CENTRO DE  
CIÊNCIAS DA SAÚDE / UFPE-



Continuação do Protocolo: 1.206.297

– Kidney Disease Quality of Life Instrument Short Form; manovacuometria; espirometria; ultrassonografia do diafragma; pletismografia optoeletrônica e teste de caminhada de 6 minutos. Para realização da intervenção, será utilizado o treinador respiratório POWER-breathe® Classic Light que oferece resistência a inspiração, com carga variando de 10 a 90cmH<sub>2</sub>O. Os participantes irão realizar o treino 2 vezes de 15 minutos ao dia (30 minutos/dia), 7 dias por semana, por um período de 8 semanas. O grupo experimental realizará o TMI com carga de 50% da P<sub>imáx</sub>. Semanalmente, os pacientes comparecerão ao Laboratório de Fisioterapia Cardiopulmonar para avaliação da P<sub>imáx</sub> e ajuste da carga, realizando uma sessão do treino na presença do terapeuta, enquanto as demais sessões serão realizadas pelo participante em domicílio e registradas no diário de treinamento, que será entregue no dia da avaliação inicial. Já o grupo sham realizará o TMI sem carga, mas será submetido aos mesmos procedimentos do grupo experimental (simulação do ajuste de carga) para garantir o cegamento do estudo. Os encontros semanais para ajuste de carga ocorrerão 24h após a primeira sessão de hemodiálise da semana.

#### Objetivo da Pesquisa:

Objetivo geral: Avaliar os efeitos do treinamento muscular inspiratório diário na força muscular respiratória, volumes da parede torácica, mobilidade e espessura diafragmática de pacientes com DRCT.

Específicos: Caracterizar os pacientes renais crônicos terminais em relação aos dados sociodemográficos e clínicos; Avaliar a força muscular inspiratória e expiratória de pacientes com DRCT antes e após a intervenção; Mensurar a espessura, mobilidade e taxa de espessamento do diafragma de pacientes com DRCT antes e após a intervenção; Analisar o padrão respiratório e a distribuição tricompartimental do volume da parede torácica de pacientes com DRCT antes e após a intervenção; Avaliar a função pulmonar de pacientes com DRCT antes e após a intervenção; Mensurar a capacidade funcional de pacientes com DRCT antes e após a intervenção; Avaliar os domínios da qualidade de vida de pacientes com DRCT antes e após a intervenção; Comparar a força muscular respiratória, espessura, mobilidade e taxa de espessamento do diafragma, volumes da parede torácica, função pulmonar, capacidade funcional e qualidade de vida em pacientes com DRCT entre os grupos; Correlacionar a força muscular inspiratória com a espessura e mobilidade do diafragma e com os volumes da parede torácica em pacientes com DRCT após a intervenção.

Endereço: Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do CCS  
Bairro: Cidade Universitária CEP: 50.740-800  
UF: PE Município: RECIFE  
Telefone: (81)2126-8588

E-mail: cepccs@ufpe.br

|                                                                |  |                                                                              |  |
|----------------------------------------------------------------|--|------------------------------------------------------------------------------|--|
| Comitê de Ética<br>em Pesquisa<br>Envolvendo<br>Serres Humanos |  | UNIVERSIDADE FEDERAL DE<br>PERNAMBUCO CENTRO DE<br>CIÊNCIAS DA SAÚDE / UFPE- |  |
|----------------------------------------------------------------|--|------------------------------------------------------------------------------|--|

Continuação do Parecer: 1.206.297

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

**Riscos:** Dispneia e fadiga muscular, devido ao esforço na realização dos testes ou durante o treinamento. No entanto, os riscos são mínimos visto que os procedimentos ocorrerão de forma cautelosa por examinadores treinados e capacitados, sendo realizado descanso da musculatura entre os testes e durante a realização do TMI.

**Benefícios:** Avaliação respiratória e funcional e a realização do TMI, que pode melhorar a força muscular respiratória, função pulmonar e capacidade funcional.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

A pesquisa atende os requisitos e apresenta todos os documentos solicitados por este comitê.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Sem considerações

**Recomendações:**

Não se aplica.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Aprovado

**Considerações Finais a critério do CEP:**

O Protocolo foi avaliado na reunião do CEP e está APROVADO para iniciar a coleta de dados. Informamos que a APROVAÇÃO DEFINITIVA do projeto só será dada após o envio do Relatório Final da pesquisa. O pesquisador deverá fazer o download do modelo de Relatório Final para enviá-lo via "Notificação", pela Plataforma Brasil. Siga as instruções do link "Para enviar Relatório Final", disponível no site do CEP/CCS/UFPE. Após apreciação desse relatório, o CEP emitirá novo Parecer Consubstanciado definitivo pelo sistema Plataforma Brasil.

Informamos, ainda, que o (a) pesquisador (a) deve desenvolver a pesquisa conforme delineada neste protocolo aprovado, exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao voluntário participante (Item V.3., da Resolução CNS/MS Nº 466/12).

Eventuais modificações nesta pesquisa devem ser solicitadas através de EMENDA ao projeto, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas.

Para projetos com mais de um ano de execução, é obrigatório que o pesquisador responsável pelo Protocolo de Pesquisa apresente a este Comitê de Ética relatórios parciais das atividades desenvolvidas no período de 12 meses a contar da data de sua aprovação (Item X.1.3.b., da Resolução CNS/MS Nº 466/12).

|           |                                                          |            |                |
|-----------|----------------------------------------------------------|------------|----------------|
| Endereço: | Av. de Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do CCS |            |                |
| Bairro:   | Cidade Universitária                                     | CEP:       | 50.740-800     |
| UF:       | PE                                                       | Município: | RECIFE         |
| Telefone: | (81)2126-8588                                            | E-mail:    | cepccs@ufpe.br |

## ANEXO II: KIDNEY DISEASE AND QUALITY OF LIFE SHORT FORM

### *Kidney Disease Quality of Life – Short Form (KDQOL-SF™)*

Nome: \_\_\_\_\_ Data: \_\_/\_\_/\_\_ ( ) Inicial ( )  
Final

Esta pesquisa inclui uma ampla variedade de questões sobre sua saúde e sua vida. Nós estamos interessados em saber como você se sente sobre cada uma destas questões.

#### Sua Saúde

1. Em geral, você diria que sua saúde é:

| Excelente | Muito boa | Boa | Regular | Ruim |
|-----------|-----------|-----|---------|------|
| 1         | 2         | 3   | 4       | 5    |

2. Comparada a um ano atrás, como você classificaria sua saúde em geral agora?

| Muito melhor<br>agora | Um pouco<br>melhor agora | Aproximadamente<br>igual | Um pouco pior<br>agora | Muito pior agora |
|-----------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|------------------|
| 1                     | 2                        | 3                        | 4                      | 5                |

3. Os seguinte itens são sobre atividades que você poderia fazer atualmente durante um dia comum. Devido a sua saúde, você tem dificuldade para fazer estas atividades? Neste caso quanto?

| Atividades                                                                                                                   | Sim,<br>dificulta<br>muito | Sim,<br>dificulta<br>um pouco | Não, não<br>dificulta nada |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-------------------------------|----------------------------|
| a. Atividades vigorosas que exigem muito esforço, tais como correr, levantar objetos pesados, participar de esportes árduos. | 1                          | 2                             | 3                          |
| b. Atividades moderadas, tais como mover uma mesa, passar aspirador de pó, jogar bola, varrer a casa.                        | 1                          | 2                             | 3                          |
| c. Levantar ou carregar documentos                                                                                           | 1                          | 2                             | 3                          |
| d. Subir vários lances de escadas.                                                                                           | 1                          | 2                             | 3                          |
| e. Subir um lance de escada.                                                                                                 | 1                          | 2                             | 3                          |
| f. Curvar-se, ajoelhar-se ou dobrar-se.                                                                                      | 1                          | 2                             | 3                          |
| g. Caminhar mais de um quilometro.                                                                                           | 1                          | 2                             | 3                          |
| h. Caminhar vários quilômetros.                                                                                              | 1                          | 2                             | 3                          |
| i. Caminhar um quarteirão.                                                                                                   | 1                          | 2                             | 3                          |
| j. Tomar banho ou vestir-se                                                                                                  | 1                          | 2                             | 3                          |

4. Durante as últimas quatro semanas, você teve algum dos seguintes problemas com o seu trabalho ou com alguma atividade diária regular por consequência de sua saúde física? (circule uma em cada linha)

|  |     |     |
|--|-----|-----|
|  | Sim | Não |
|--|-----|-----|

|                                                                                                                  |   |   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|
| a. Você diminuiu a quantidade de tempo que dedicava ao seu trabalho ou a outras atividades?                      | 1 | 2 |
| b. Fez menos coisas do que gostaria?                                                                             | 1 | 2 |
| c. Esteve limitado no seu tipo de trabalho ou em outras atividades?                                              | 1 | 2 |
| d. Teve dificuldade em realizar seu trabalho ou outras atividades (por exemplo, necessitou de um esforço extra?) | 1 | 2 |

5. Durante as últimas quatro semanas, você teve algum dos seguintes problemas com o seu trabalho ou outra atividade diária, por consequência de algum problema emocional (como sentir-se deprimido ou ocioso)? (circule um em cada linha)

|                                                                                            | Sim | Não |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|
| a. Você diminuiu a quantidade de tempo que dedicava a seu trabalho ou a outras atividades? | 1   | 2   |
| b. Fez menos coisas do que gostaria?                                                       | 1   | 2   |
| c. Não trabalhou ou não fez qualquer das atividades com tanto cuidado como geralmente faz? | 1   | 2   |

6. Durante as últimas quatro semanas, de que maneira sua saúde física ou problemas emocionais interferiram nas suas atividades sociais normais, em relação a sua família, seus vizinhos, e seus amigos? (circule uma)

| Nada | Um pouco | Moderadamente | Bastante | Extremamente |
|------|----------|---------------|----------|--------------|
| 1    | 2        | 3             | 4        | 5            |

7. Quanta dor no corpo você teve durante as ultimas quatro semanas? (circule uma)

| Nenhuma | Muito leve | Leve | Moderada | Intensa | Muito Intensa |
|---------|------------|------|----------|---------|---------------|
| 1       | 2          | 3    | 4        | 5       | 6             |

8. Durante as últimas quatro semanas, quanta dor interferiu em seu trabalho normal (incluindo tanto o trabalho fora de casa como dentro de casa)? (circule uma)

| Nada | Um pouco | Moderadamente | Bastante | Extremamente |
|------|----------|---------------|----------|--------------|
| 1    | 2        | 3             | 4        | 5            |

9. Estas questões são sobre como você se sente e como tudo tem acontecido com você durante as últimas quatro semanas. É importante responder da forma mais próxima da sua realidade. (circule um numero para cada uma)

|                                                                                       | Todo tempo | A maior parte do tempo | Uma boa parte do tempo | Alguma parte do tempo | Uma pequena parte do tempo | Nenhum momento |
|---------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------------------|------------------------|-----------------------|----------------------------|----------------|
| a. Quanto tempo você tem se sentido cheio de vigor, cheio de vontade, cheio de força? | 1          | 2                      | 3                      | 4                     | 5                          | 6              |
| b. Quanto tempo você tem se sentido uma pessoa muito nervosa?                         | 1          | 2                      | 3                      | 4                     | 5                          | 6              |

|                                                                           |   |   |   |   |   |   |
|---------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|---|
| c. Quanto tempo você tem se sentido tão deprimido que nada pode animá-lo? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| d. Quanto tempo você tem se sentido calmo ou tranquilo?                   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| e. Quanto tempo você tem se sentido com muita energia?                    | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| f. Quanto tempo você tem se sentido desanimado ou abatido?                | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| g. Quanto tempo você tem se sentido esgotado?                             | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| h. Quanto tempo você tem se sentido uma pessoa feliz?                     | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| i. Quanto tempo você tem se sentido cansado?                              | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |

10. Durante as últimas quatro semanas a sua saúde física ou problemas emocionais interferiram com suas atividades sociais por quanto tempo (por exemplo: visitar amigos, parentes, etc.)? (circule uma)

| Todo tempo | A maior parte do tempo | Alguma parte do tempo | Uma pequena parte do tempo | Nenhum momento |
|------------|------------------------|-----------------------|----------------------------|----------------|
| 1          | 2                      | 3                     | 4                          | 5              |

11. Por favor, escolha a resposta que melhor descreve até que ponto cada uma das seguintes declarações é verdadeira ou falsa para você.

|                                                                        | Sem dúvida verdadeiro | Geralmente verdade | Não sei | Geralment e falso | Sem dúvida falso |
|------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------|---------|-------------------|------------------|
| a. Parece que eu fico doente com mais facilidade do que outras pessoas | 1                     | 2                  | 3       | 4                 | 5                |
| b. Eu me sinto tão saudável quanto qualquer pessoa que conheço         | 1                     | 2                  | 3       | 4                 | 5                |
| c. Eu acho que a minha saúde vai piorar.                               | 1                     | 2                  | 3       | 4                 | 5                |
| d. Minha saúde é excelente.                                            | 1                     | 2                  | 3       | 4                 | 5                |

### Sua Doença Renal

12. Até que ponto cada uma das seguintes declarações é verdadeira ou falsa para você?

|                                                         | Sem dúvida verdadeiro | Geralmente verdade | Não sei | Geralment e falso | Sem dúvida falso |
|---------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------|---------|-------------------|------------------|
| a. Minha doença renal interfere demais com a minha vida | 1                     | 2                  | 3       | 4                 | 5                |

|                                                             |   |   |   |   |   |
|-------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|
| b. Muito do meu tempo é gasto com minha doença renal        | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| c. Eu me sinto decepcionado ao lidar com minha doença renal | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| d. Eu me sinto um peso para minha família                   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

13. Estas questões são sobre como você se sente e como tem sido sua vida nas 4 últimas semanas. Para cada questão, por favor assinale a resposta que mais se aproxima de como você tem se sentido. Quanto tempo durante as 4 últimas semanas...

|                                                                       | Nenhum momento | Uma pequena parte do tempo | Alguma parte do tempo | Uma boa parte do tempo | A maior parte do tempo | Todo o tempo |
|-----------------------------------------------------------------------|----------------|----------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|--------------|
| a. Você se isolou ( se afastou) das pessoas ao seu redor?             | 1              | 2                          | 3                     | 4                      | 5                      | 6            |
| b. Você demorou para reagir às coisas que foram ditas ou aconteceram? | 1              | 2                          | 3                     | 4                      | 5                      | 6            |
| c. Você se irritou com as pessoas próximas?                           | 1              | 2                          | 3                     | 4                      | 5                      | 6            |
| d. Você teve dificuldade para concentrar-se ou pensar?                | 1              | 2                          | 3                     | 4                      | 5                      | 6            |
| e. Você se relacionou bem com as outras pessoas?                      | 1              | 2                          | 3                     | 4                      | 5                      | 6            |
| f. Você se sentiu confuso?                                            | 1              | 2                          | 3                     | 4                      | 5                      | 6            |

14. Durante as 4 últimas semanas, quanto você se incomodou com cada um dos seguintes problemas?

|                                              | Não me incomodei de forma alguma | Fiquei um pouco incomodado | Incomodei-me de forma moderada | Muito incomodado | Extremamente incomodado |
|----------------------------------------------|----------------------------------|----------------------------|--------------------------------|------------------|-------------------------|
| a. Dores musculares?                         | 1                                | 2                          | 3                              | 4                | 5                       |
| b. Dor no peito?                             | 1                                | 2                          | 3                              | 4                | 5                       |
| c. Cãibras?                                  | 1                                | 2                          | 3                              | 4                | 5                       |
| d. Coceira na pele?                          | 1                                | 2                          | 3                              | 4                | 5                       |
| e. Pele seca?                                | 1                                | 2                          | 3                              | 4                | 5                       |
| f. Falta de ar?                              | 1                                | 2                          | 3                              | 4                | 5                       |
| g. Fraqueza ou tontura?                      | 1                                | 2                          | 3                              | 4                | 5                       |
| h. Falta de apetite?                         | 1                                | 2                          | 3                              | 4                | 5                       |
| i. Esgotamento (muito cansaço)?              | 1                                | 2                          | 3                              | 4                | 5                       |
| j. Dormência nas mãos ou pés (formigamento)? | 1                                | 2                          | 3                              | 4                | 5                       |
| k. Vontade de vomitar ou                     | 1                                | 2                          | 3                              | 4                | 5                       |



|                                                                                            |   |   |   |   |   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|
| indisposição estomacal?                                                                    |   |   |   |   |   |
| l. SOMENTE PACIENTES EM HEMODIÁLISE. Problemas com sua via de acesso (fístula ou cateter)? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| m. SOMENTE PACIENTES EM DIÁLISE PERITONEAL. Problemas com seu catéter?                     | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

### Efeitos da Doença Renal em sua vida diária

15. Algumas pessoas ficam incomodadas com os efeitos da doença renal em suas vidas diárias, enquanto outras não. Até que ponto a doença renal lhe incomoda em cada uma das seguintes áreas?

|                                                          | Não incomoda nada | Incomoda um pouco | Incomoda de forma moderada | Incomoda muito | Incomoda extremamente |
|----------------------------------------------------------|-------------------|-------------------|----------------------------|----------------|-----------------------|
| a. Limitação de líquido?                                 | 1                 | 2                 | 3                          | 4              | 5                     |
| b. Limitação alimentar?                                  | 1                 | 2                 | 3                          | 4              | 5                     |
| c. Sua capacidade de trabalhar em casa?                  | 1                 | 2                 | 3                          | 4              | 5                     |
| d. Sua capacidade de viajar?                             | 1                 | 2                 | 3                          | 4              | 5                     |
| e. Depender dos médicos e outros profissionais da saúde? | 1                 | 2                 | 3                          | 4              | 5                     |
| f. Estresse ou preocupações causadas pela doença renal?  | 1                 | 2                 | 3                          | 4              | 5                     |
| g. Sua vida sexual?                                      | 1                 | 2                 | 3                          | 4              | 5                     |
| h. Sua aparência pessoal?                                | 1                 | 2                 | 3                          | 4              | 5                     |

As próximas três questões são pessoais e estão relacionadas à sua atividade sexual, mas suas respostas são importantes para o entendimento do impacto da doença renal na vida das pessoas.

16. Você teve alguma atividade sexual nas últimas 4 semanas? (circule um número)

Não.....1

Sim.....2

Se respondeu NÃO, pule para a questão 17.

Nas últimas 4 semanas, você teve problema em:

|                                | Nenhum problema | Pouco problema | Um problema | Muito problema | Problema enorme |
|--------------------------------|-----------------|----------------|-------------|----------------|-----------------|
| a. Ter satisfação sexual?      | 1               | 2              | 3           | 4              | 5               |
| b. Ficar sexualmente excitado? | 1               | 2              | 3           | 4              | 5               |

17. Para a questão seguinte, por favor avalie seu sono, usando uma escala variando de 0, (representando “muito ruim”) à 10, (representando “muito bom”)

Se você acha que seu sono está meio termo entre “muito ruim” e “muito bom,” por favor marque um X abaixo do número 5. Se você acha que seu sono está em um nível melhor do que 5, marque um X abaixo do 6. Se você acha que seu sono está pior do que 5, marque

um X abaixo do 4 (e assim por diante).

Em uma escala de 0 a 10, como você avaliaria seu sono em geral? [Marque um X abaixo do número.

|                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Muito ruim               |                          |                          |                          |                          | Muito bom                |                          |                          |                          |                          |                          |
| *                        |                          |                          |                          |                          | *                        |                          |                          |                          |                          |                          |
| 0                        | 1                        | 2                        | 3                        | 4                        | 5                        | 6                        | 7                        | 8                        | 9                        | 10                       |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

18. Com que frequência, durante as 4 últimas semanas você...

|                                                                     | Nenhu<br>m<br>mome<br>nto | Uma<br>pequena<br>parte do<br>tempo | Alguma<br>parte do<br>tempo | Uma<br>boa<br>parte do<br>tempo | A maior<br>parte do<br>tempo | Todo o<br>tempo |
|---------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|------------------------------|-----------------|
| a. Acordou durante a noite e teve dificuldade para voltar a dormir? | 1                         | 2                                   | 3                           | 4                               | 5                            | 6               |
| b. Dormiu pelo tempo necessário?                                    | 1                         | 2                                   | 3                           | 4                               | 5                            | 6               |
| c. Teve dificuldade para ficar acordado durante o dia?              | 1                         | 2                                   | 3                           | 4                               | 5                            | 6               |

19. Em relação à sua família e amigos, até que ponto você está satisfeito com...

|                                                                   | Muito<br>insatisfeito | Um pouco<br>insatisfeito | Um pouco<br>satisfeito | Muito<br>satisfeito |
|-------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------------|------------------------|---------------------|
| a. A quantidade de tempo que você passa com sua família e amigos? | 1                     | 2                        | 3                      | 4                   |
| b. O apoio que você recebe de sua família e amigos?               | 1                     | 2                        | 3                      | 4                   |

20. Durante as 4 últimas semanas, você recebeu dinheiro para trabalhar?

|                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|
| Sim                        | Não                        |
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 |

21. Sua saúde o impossibilitou de ter um trabalho pago?

|                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|
| Sim                        | Não                        |
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 |

22. No geral, como você avaliaria sua saúde?

|                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                           |                           |
|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| A pior possível<br>(tão ruim ou pior<br>do que estar<br>morto)<br>* | Meio termo entre pior e<br>melhor                                                                                                                                                                                                                         | A melhor<br>possível<br>* |
| 0                                                                   | 1   2   3   4   5   6   7   8   9                                                                                                                                                                                                                         | 10                        |
| <input type="checkbox"/>                                            | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>  |

Satisfação com o tratamento

23. Pense a respeito dos cuidados que você recebe na diálise. Em termos de satisfação, como você classificaria a amizade e o interesse deles demonstrado em você como pessoa?

|                            |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Muito<br>ruim              | Ruim                       | Regular                    | Bom                        | Muito bom                  | Excelente                  | O melhor                   |
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |

24. Quanto cada uma das afirmações a seguir é verdadeira ou falsa?

|                                                                             | Sem dúvida verdadeiro | Geralmente verdadeiro | Não sei | Geralmente falso | Sem dúvida falso |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|---------|------------------|------------------|
| a. O pessoal da diálise me encorajou a ser o (a) mais independente possível | 1                     | 2                     | 3       | 4                | 5                |
| b. O pessoal da diálise ajudou-me a lidar com minha doença renal            | 1                     | 2                     | 3       | 4                | 5                |

**Obrigado por você completar estas questões!**

**ANEXO III: ESCALA DE BORG MODIFICADA**

**0 NENHUMA**

**0,5 MUITO, MUITO LEVE**

**1 MUITO LEVE**

**2 LEVE**

**3 MODERADA**

**4 POUCO FORTE**

**5 FORTE**

**6**

**7 MUITO FORTE**

**8**

**9 MUITO, MUITO FORTE**

**10 MÁXIMO, NÃO AGUENTO MAIS**