

Efeitos do treinamento muscular inspiratório nos pacientes em hemodiálise

Effects of inspiratory muscle training in hemodialysis patients

Autores

Vanessa Giendruczak da Silva^{1,2}

Carolina Amaral⁴

Mariane Borba Monteiro^{1,4}

Daniela Meirelles do Nascimento^{1,4}

Jaqueline Regina Boschetti³

¹Rede Metodista de Educação do Sul – IPA

²Instituto de Cardiologia de Porto Alegre FUC

³Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS

⁴Unidade do Serviço de Hemodiálise da Irmandade da Santa Casa de Misericórdia de Porto Alegre

Data de submissão: 26/07/2010

Data de aprovação: 29/12/2010

Correspondência para:

Vanessa Giendruczak da Silva

Rua Cipó, 850/240, Bairro Passo d'Areia
Porto Alegre – RS – Brasil
CEP: 91360-370

E-mail: fisiot_vanessa@yahoo.com.br

O referido estudo foi realizado na Irmandade da Santa Casa de Misericórdia de Porto Alegre.

Os autores declaram a inexistência de conflitos de interesse.

RESUMO

Introdução: A doença renal crônica associada ao tratamento hemodialítico pode apresentar uma diversidade de complicações músculo-esqueléticas, além de trazer repercussões à função pulmonar. **Objetivo:** Avaliar os efeitos do treinamento muscular inspiratório na força muscular inspiratória, função pulmonar e capacidade funcional em pacientes com insuficiência renal crônica submetidos à hemodiálise. **Método:** Ensaio clínico não controlado, composto por 15 indivíduos com diagnóstico médico de insuficiência renal crônica, submetidos à hemodiálise. Foram avaliados pressões inspiratória máxima (PI_{max}) e expiratória máxima (PE_{max}) através da manovacuometria; função pulmonar pela espirometria e a capacidade funcional através da distância percorrida e consumo de oxigênio obtido no teste da caminhada dos seis minutos (TC6M). No período de oito semanas, foi aplicado o protocolo de treinamento muscular respiratório (TMI) durante a sessão de hemodiálise, com carga estabelecida de 40% da PI_{max} e uma frequência semanal de três dias alternados. **Resultados:** Houve um aumento significativo na variável distância percorrida após o treinamento (455 ± 98 versus 558 ± 121 ; $p = 0,003$). Não foram encontradas diferenças estatísticas na comparação antes e após treinamento nas demais variáveis do estudo. **Conclusão:** O estudo não apresentou diferença estatística na força muscular respiratória, na função pulmonar e no consumo de oxigênio. Observou-se apenas um aumento na distância do TC6M.

Palavras-chave: insuficiência renal crônica, fisioterapia (especialidade), unidades hospitalares de hemodiálise, falência renal crônica, diálise renal, terapia respiratória.

[J Bras Nefrol 2011;33(1): 62-68]©Elsevier Editora Ltda.

ABSTRACT

Introduction: Chronic kidney disease associated with hemodialysis can have a variety of musculoskeletal complications, in addition to repercussions in pulmonary function. **Objective:** To evaluate the effects of inspiratory muscle training on inspiratory muscle strength, pulmonary function, and functional capacity in patients with chronic kidney failure undergoing hemodialysis. **Method:** Non-controlled clinical trial, comprising 15 individuals diagnosed with chronic kidney failure and undergoing hemodialysis. Maximum inspiratory (PI_{max}) and expiratory (PE_{max}) pressures were assessed by use of pressure vacuum meter reading. Pulmonary function was assessed by use of spirometry. Functional capacity was assessed by use of walked distance and oxygen consumption obtained in the six-minute walk test (6MWT). For eight weeks, the inspiratory muscle training (IMT) protocol was applied during hemodialysis sessions, with load set to 40% of PI_{max} and weekly frequency of three alternate days. **Results:** A significant increase in the walked distance was observed after training (455.5 ± 98 versus 557.8 ± 121.0 ; $p = 0.003$). No statistically significant difference was observed in the other variables when comparing their pre- and post-training values. **Conclusion:** The study showed no statistically significant difference in respiratory muscle strength, pulmonary function, and oxygen consumption. An increase in the walked distance was observed in the 6MWT.

Keywords: chronic kidney failure, physical therapy (specialty), hospital dialysis unit, kidney dialysis, respiratory therapy.

INTRODUÇÃO

A doença renal crônica (DRC) é a deterioração persistente e progressiva da taxa de filtração glomerular, com consequente síndrome urêmica, apresentada por um conjunto de transtornos que afetam diversos sistemas do organismo.¹ Essa deterioração renal pode estar relacionada com diabetes mellitus, nefrosclerose hipertensiva, tabagismo, síndrome coronariana aguda e dislipidemia.² Ainda, a DRC representa o estágio irreversível da insuficiência renal, para o qual os pacientes necessitam de tratamento dialítico ou mesmo transplante renal para manutenção de suas vidas.³

O Censo de Diálise da Sociedade Brasileira de Nefrologia de 2009 estimou em 77.589 o número de pacientes em diálise no Brasil e destes, 86,7% representam o sistema único de saúde (SUS). Os últimos dados mostram uma tendência para a redução desta taxa de crescimento no último período analisado. A redução do ritmo de crescimento detectada poderia ser explicada de duas formas: por uma real redução no número de pacientes em diálise no último ano (pouco provável) ou mais provavelmente por uma imprecisão na estimativa de 2008, devido a um percentual de respostas dos Centros de Diálise abaixo de 50%.⁴

A hemodiálise (HD) substitui parcialmente a função renal, reverte os sintomas urêmicos e preserva a vida dos pacientes com doença renal crônica (DRC) em estágio final, porém alterações degenerativas persistem como, por exemplo, a desnutrição, que pode estar presente em pacientes com DRC, agravando a perda muscular e predispondo a situações de fadiga, com aumento da frequência e trabalho respiratórios.^{5,6,7} Entre as alterações pulmonares encontradas, as mais frequentes são as desordens obstrutivas, como a limitação ao fluxo aéreo nas vias aéreas distais^{8,9} e reduzida capacidade de difusão pulmonar.^{9,10} Além disso, estudos da década de 80 observaram um consumo de oxigênio (VO_2) reduzido nos pacientes com DRC, sendo semelhantes ao de indivíduos sedentários.¹¹⁻¹⁵ No entanto, os efeitos fisiológicos e as possíveis alterações pulmonares crônicas decorrentes do tratamento com terapia de substituição renal nos pacientes nefropatas ainda são pouco conhecidos.^{9,10,16}

Marchesan, Krug, Moreira *et al.* (2008) realizaram um estudo com treinamento de força muscular respiratória em pacientes com DRC submetidos à HD através da utilização da manovacuometria. Os dados obtidos após 15 semanas de treinamento foi uma melhora, estatisticamente significativa ($p < 0,05$), nas variáveis resistência aeróbica, pressões inspiratória e expiratória máxima $PI_{máx}$ e $PE_{máx}$ no grupo experimental.¹⁷

Desta forma, o objetivo deste estudo consiste em avaliar os efeitos do treinamento muscular inspiratório (TMI) com relação à força muscular inspiratória, função pulmonar e capacidade funcional em pacientes com DRC submetidos à HD, bem como, correlacionar as variáveis distância percorrida, $PI_{máx}$ e consumo de VO_2 .

MÉTODO

A pesquisa caracteriza-se por um ensaio clínico não controlado com amostra de conveniência, composta por indivíduos com diagnóstico clínico de DRC, submetidos à HD no período de abril a setembro de 2007, no Ambulatório de Hemodiálise da Policlínica Santa Clara do Complexo Hospitalar Santa Casa de Porto Alegre/RS.

Foram incluídos no estudo pacientes submetidos à HD por um período mínimo de três meses e frequência mínima de terapia dialítica de três vezes por semana. Os critérios de exclusão préestabelecidos foram: diálise por cateter em artéria femoral ou cateter na veia jugular; pressão arterial (PA) $\geq 220/110$ mmHg ou $\leq 100/60$ mmHg; pressão arterial média (PAM) < 60 mmHg; uso de anti-hipertensivo até uma hora antes da hemodiálise; diabéticos não controlados; angina classe III e IV; arritmias cardíacas; além de confusão mental, presença de comorbidades e alterações osteoarticulares ou musculoesqueléticas que limitassem o teste de caminhada dos seis minutos (TC6M) e o TMI.

Todos os pacientes assinaram espontaneamente o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE).

Inicialmente, foram convidados a participar do estudo 102 pacientes, destes, 27 aceitaram participar. Os demais indivíduos convidados negaram-se a participar por indisponibilidade de horário e/ou falta de interesse. Além disso, oito pacientes foram excluídos: três por alterações osteoarticulares e musculoesqueléticas, um por apresentar cateter na veia jugular direita, dois devido à resposta hipertensiva durante a realização da manovacuometria, assim como na espirometria, e dois por apresentarem comorbidades. Quatro pacientes foram considerados perdas: um óbito, um devido à retirada do TCLE e dois por baixa adesão ao protocolo, resultando em uma amostra de 15 pacientes.

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa do Centro Universitário Metodista IPA e do Complexo Hospitalar Santa Casa de Misericórdia de Porto Alegre/RS.

O protocolo de avaliação teve início após o primeiro contato com os pacientes para a assinatura do TCLE e o preenchimento dos dados individuais da ficha de avaliação fisioterapêutica. Entre os dados coletados, havia as seguintes informações: dados de identificação, aspectos clínicos (queixa principal, etiologia e ano do diagnóstico da IRC, tempo e frequência semanal do tratamento dialítico) e exame físico (sinais vitais, ausculta cardíaca e pulmonar, tipo de tórax, tipo muscular respiratório, mobilidade torácica, expansibilidade pulmonar, altura, peso corporal, índice de massa corporal e biotipo corporal).

Todos os indivíduos foram submetidos ao mesmo protocolo de avaliação, sendo mensurados, $PI_{\text{máx}}$, $PE_{\text{máx}}$, função pulmonar e capacidade funcional antes e ao término de oito semanas de intervenção com TMI. Os indivíduos foram avaliados duas horas antes da realização da HD, sem interferência na rotina semanal dos indivíduos (segunda, quarta, sexta ou terça, quinta e sábado).

A $PI_{\text{máx}}$ e $PE_{\text{máx}}$ foram mensuradas através da manovacuometria, com a utilização de um manovacuômetro digital da marca Globalmed® (modelo MVD 300, Brasil) previamente revisado e calibrado. A $PI_{\text{máx}}$ foi mensurada a partir do volume residual e a $PE_{\text{máx}}$ a partir da capacidade pulmonar total.¹⁸

A função pulmonar foi avaliada pela espirometria, através do espirômetro da marca MR (modelo Spirodoc, Itália). Os volumes pulmonares espirométricos, como capacidade vital forçada (CVF), volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF_1) e índice de Tiffenau (VEF_1 / CVF), foram mensurados a partir da capacidade pulmonar total.¹⁹

Ambos os testes foram realizados com o paciente na posição sentada e seguiram as recomendações das Diretrizes para Testes de Função Pulmonar.^{18,19}

A capacidade funcional foi verificada através do cálculo do $VO_{2\text{ máx}}$ indireto ($VO_{2\text{ máx}} = -2,344 + 0,044 \times \text{distância}$)²⁰ a partir do TC6M. Para a mensuração da saturação periférica de oxigênio (SpO_2) e frequência cardíaca (FC), foi utilizado um oxímetro (Nonin® modelo 9500, Estados Unidos) posicionado no dedo indicador do paciente. Para a mensuração da pressão arterial (PA), foi utilizado um esfigmomanômetro aneróide (BIC® modelo Máster 040, Brasil) e um estetoscópio (BIC®, modelo Standart, Brasil) com o paciente na posição sentada, com braço semifletido e apoiado na altura do coração.²¹

Foi utilizada também para o TC6M a escala de Borg modificada, que é um marcador descritivo de esforço físico subjetivo de dispnéia e de fadiga em membros inferiores (MsIs) graduada em uma escala que varia de

0 a 10.²² Para a realização do TC6M foi utilizado um corredor plano, de 27 metros de comprimento.

Os pacientes foram orientados a caminhar na sua velocidade máxima, sem desacelerar e a completar o maior número de voltas possível. No início e imediatamente após o 6º minuto do teste, foram mensuradas as variáveis: FC, frequência respiratória (FR), SpO_2 e sensação de dispnéia e esforço em MsIs por meio da escala de Borg modificada. Ao final do teste, foi registrada a distância percorrida.

Após o período de avaliação, os pacientes iniciaram com o protocolo de TMI durante a diálise, utilizando o aparelho Threshold Loaded IMT®. Esse treinamento teve duração total de oito semanas, com frequência semanal de três dias alternados, não modificando a rotina do ambulatório de hemodiálise.

O Threshold Loaded IMT® é um incentivador respiratório de carga pressórica linear em que o paciente faz uso de um clipe nasal e respira por um bucal com uma resistência no ramo inspiratório.^{23,24}

Os pacientes realizaram o TMI na posição sentada, com carga estabelecida de 40% da $PI_{\text{máx}}$ mensurada no dia da avaliação. As manobras foram realizadas em uma série de cinco repetições, com intervalos de um minuto entre elas, totalizando 15 minutos de treinamento nas primeiras quatro semanas. A duração do TMI foi aumentada até que as sessões de exercício completassem 30 minutos nas últimas quatro semanas, seguindo o protocolo adaptado de Riedemann (2005).²⁵

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados utilizados para realizar a análise estatística foram armazenados em uma planilha do Microsoft Excel 2003 com média e desvio padrão ($MD \pm DP$). Para as variáveis contínuas e com distribuição normal foi utilizado o teste t para amostras pareadas e para as variáveis contínuas com distribuição anormal foi utilizado o teste de Wilcoxon. Para verificar a existência de correlação entre duas ou mais variáveis, foi utilizado o teste de correlação de Pearson. Para essas análises foi utilizado o programa SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) 15.0. O nível de significância adotado foi de $p < 0,05$.

RESULTADOS

A pesquisa foi realizada com quinze indivíduos ($n = 15$) com IRC, sendo oito homens (53,3%), apresentando idade entre 21 e 73 anos com média de $45,0 \pm 13,7$ anos submetidos à hemodiálise três vezes por semana durante $61,4 \pm 32,3$ meses. As características do grupo estudado encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1 CARACTERÍSTICA DA AMOSTRA

Variáveis Amostra (n = 15)	
Gênero	
Masculino n (%)	8 (53,3)
Feminino n (%)	7 (46,7)
Cor	
Branco n (%)	9 (60,0)
Negro n (%)	6 (40,0)
Idade (anos)*	45,0 ± 13,7
Peso (kg)*	69,0 ± 11,0
Altura (cm)*	1,68 ± 0,1
IMC (kg/m ²)*	20,4 ± 3,0
Tempo de HD (meses)*	61,40 ± 32,3

HD: hemodiálise, IMC: índice de massa corporal; *: dados expressos em média ± desvio padrão.

Dentre as causas mais frequentes da DRC na amostra estudada, pode-se ressaltar: rins policísticos (33,3%), hipertensão arterial sistêmica (20%), glomerulonefrite crônica (13,3%), nefrite crônica (6,6%), diabetes mellitus (6,6%), uropatia obstrutiva (6,6%) e etiologia desconhecida (13,3%).

Os pacientes não apresentaram variações significativas dos níveis de hemoglobina antes e após o treinamento (11,3 ± 1,3 g/dl *versus* 11,1 ± 1,6 g/dl; p = 0,44) (Tabela 1).

A Tabela 2 apresenta os resultados da manovacuometria e espirometria antes e após o treinamento. Nenhuma dessas variáveis apresentou diferença estatisticamente significativa após o treinamento.

Na tabela 3 estão demonstrados os dados obtidos através do TC6M antes e após o TMI. Não foram observadas diferenças estatisticamente significativas nas variáveis FR, FC, SpO₂, sensação de fadiga dos MsIs e VO_{2 máx} após o treinamento. No entanto, houve

Tabela 2 VARIÁVEIS DA MANOVACUÔMETRIA E ESPIROMETRIA

	Pré-treinamento	Pós-treinamento	p*
PI _{máx} (cmH ₂ O)	69,7 ± 30,3	119,8 ± 114,7	0,074
PE _{máx} (cmH ₂ O)	96,4 ± 36,4	101 ± 40,3	0,320
CVF (L)	4,0 ± 0,9	4,0 ± 1,2	0,825
VEF ₁ (L)	2,4 ± 0,8	2,6 ± 0,9	0,284
VEF ₁ / CVF	60,9 ± 19,2	64,3 ± 26,5	0,664

As variáveis estão expressas em média ± desvio padrão; *: teste t pareado para amostras de distribuição normal. Teste estatisticamente significativo quando p < 0,05. PI_{máx}: Pressão Inspiratória Máxima, PE_{máx}: Pressão Expiratória Máxima, CVF: Capacidade Vital Forçada, VEF1: Volume Expiratório Forçado no primeiro segundo e VEF1 / CVF (%): Índice de Tiffenau.

Tabela 3 VARIÁVEIS DO TESTE DE CAMINHADA DOS 6 MINUTOS

	Variáveis Pré-treinamento		Pós-treinamento		p
	Início	Final	Início	Final	
FR	20,3 ± 3,1	24,1 ± 3,6	19,8 ± 2,8	24,2 ± 4,6	0,947
FC	84,6 ± 11,0	98,9 ± 26,2	82,0 ± 9,3	91,6 ± 24,7	0,438
SpO ₂	95,8 ± 4,8	95,4 ± 3,3	98,2 ± 0,7	96,6 ± 2,6	0,278
Borg dispneia	0,6 ± 1,0	1,0 ± 1,4	0,2 ± 0,5	0,2 ± 0,5	0,046
Borg MsIs	0,4 ± 1,0	2,2 ± 2,2	1,3 ± 2,3	1,6 ± 2,0	0,461
PAS (mmHg)	155,3 ± 18,0	162,0 ± 22,7	154,6 ± 26,1	150,0 ± 37,0	0,293
PAD (mmHg)	95,3 ± 27,2	96,0 ± 26,4	90 ± 10,6	93,3 ± 16,3	0,738
Distância percorrida (m)	455,5 ± 98,8		557,8 ± 121,0		0,003
VO _{2 máx} (mL.kg.min)	1087,9 ± 236,1		1149,1 ± 454,1		0,592

As variáveis estão expressas em média ± desvio padrão; FR: frequência respiratória, FC: frequência cardíaca, SpO₂: saturação periférica de oxigênio, PAS: pressão arterial sistólica, PAD: pressão arterial diastólica e VO₂: consumo de oxigênio. Teste t pareado para amostras de distribuição normal; teste estatisticamente significativo quando p < 0,05.

uma melhora estatisticamente significativa na sensação de dispnéia ($p = 0,046$) e distância percorrida ($p = 0,003$).

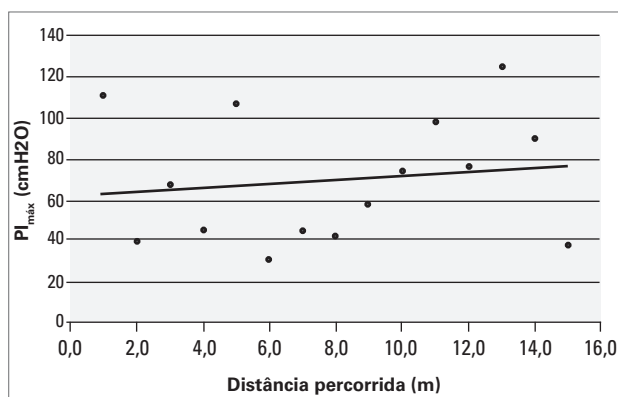
Neste estudo foi encontrada correlação estatisticamente significativa entre a distância percorrida e a $PI_{máx}$ antes do treinamento ($r = 0,578$, $p = 0,024$), de acordo com a Figura 1. As mesmas variáveis, após dois meses de intervenção, também apresentaram correlação positiva ($r = 0,741$; $p = 0,002$), conforme Figura 2. Houve correlação significativa entre o $VO_{2máx}$ e a $PI_{máx}$ antes e após a intervenção ($r = 0,578$ e $p = 0,024$; $r = 0,603$ e $p = 0,017$, respectivamente).

DISCUSSÃO

Pacientes em tratamento hemodialítico apresentam muitas anormalidades, possivelmente devido às adaptações das células às alterações do ambiente interno. Entre elas, encontramos mudanças nos capilares, enzimas, proteínas contráteis^{9,26} e também anormalidades mitocondriais.^{9,27} Além disso, os pacientes que realizam tratamento dialítico podem apresentar diminuição da funcionalidade e da aptidão física,^{2,9,28-30} com diminuição da força muscular periférica.^{9,31-33} Desta forma, a fraqueza muscular presente nos pacientes com DRC submetidos à HD pode ser decorrente da presença da atrofia muscular. Esse fato interfere no funcionamento e na estrutura normal das fibras musculoesqueléticas.^{9,31}

Os mecanismos potenciais pelos quais a doença renal crônica pode interferir negativamente na musculatura esquelética são multifatoriais e complexos, podendo ser resultantes das alterações existentes na perfusão muscular, nas transferências de substratos e no catabolismo intermediado por fatores como a acidose metabólica, uso de corticoesteróides e liberação de citocinas pró-inflamatórias.^{9,27}

Figura 1. Correlação entre $PI_{máx}$ e distância percorrida antes do treinamento.



Teste de correlação de Pearson; $r = 0,578$; $p = 0,024$.

As alterações na função respiratória estão entre as condições mais frequentes apresentadas por esses pacientes.^{8,9,10} Contudo, apesar das repercussões pulmonares advindas da DRC, os efeitos fisiológicos e as possíveis alterações pulmonares presentes nos pacientes em tratamento com terapia de substituição renal ainda são pouco conhecidos.^{9,10,16}

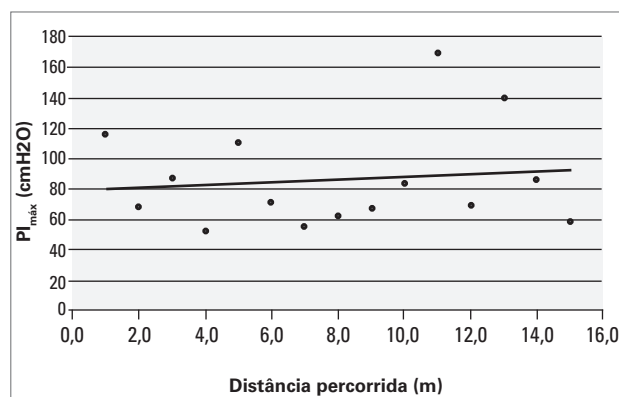
No estudo de Bush e Gabriel (1991), foram analisados pacientes com vários graus de IRC que participavam de um programa de HD há 2,1 anos, comparando-os com pacientes que não realizavam tratamento dialítico. A análise indicou anormalidades na capacidade de difusão pulmonar em 70% dos pacientes que realizavam a terapia de substituição.^{9,16}

Em 2008, Schardong, Lukrafka e Garcia avaliaram a função pulmonar, a força muscular respiratória e a qualidade de vida em 30 pacientes com DRC e que realizavam HD. Os autores encontraram diminuição nos valores da função pulmonar, assim como, valores abaixo do previsto para $PI_{máx}$ e nenhum paciente atingiu valores de normalidade para $PE_{máx}$.⁹ No presente estudo, a função pulmonar não apresentou diferença estatisticamente significativa na comparação antes e após TMI, provavelmente este achado deva-se ao fato de que o TMI destina-se à melhora da força inspiratória e não dos volumes e capacidades pulmonares.

Apesar da escassez de estudos que analisam o TMI em pacientes com IRC, já está bem documentada a efetividade desta abordagem em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC), os quais, assim como os pacientes com DRC, apresentam alterações sistêmicas que predisõem à fraqueza muscular.^{25,34-38}

Marchesan *et al.* (2008) estudaram 11 pacientes com IRC, que realizavam HD, na cidade de Cruz Alta – RS. Destes, seis constituíram o grupo controle

Figura 2. Correlação entre $PI_{máx}$ e distância percorrida após o treinamento.



Teste de correlação de Pearson; $r = 0,741$; $p = 0,002$.

(GC) e cinco o grupo experimental (GE). O treinamento muscular respiratório foi realizado com o GE utilizando-se um manovacuômetro, com limite operacional de +300 cmH₂O a -300 cmH₂O. O mesmo foi prescrito a partir dos valores individuais obtidos na prova de manovacuometria. A intensidade progrediu a cada 15 sessões de treinamento, tendo iniciado com 50% da carga máxima (CM); passando para 55% até a 30ª sessão e a partir da 31ª a 45ª sessão foi utilizado 60% da CM. O treinamento foi realizado também durante a HD, assim como na presente pesquisa. Esse estudo foi realizado em um período de 15 semanas, em que os pacientes realizaram trinta manobras inspiratórias (PI_{máx}) e trinta manobras expiratórias (PE_{máx}), com frequência de três vezes na semana e duração de aproximadamente 20 minutos. Os autores encontraram aumento significativo da PI_{máx} (p = 0,04) para o GE, comparado com o GC. Na comparação intragrupo, verificou-se um aumento significativo (p < 0,05) somente para o GE, nas variáveis: PI_{máx} e PE_{máx} e resistência aeróbia, através da manovacuometria e TC6M, respectivamente.¹⁷

Na presente pesquisa, a média da PI_{máx} para o treinamento foi de 27,0 ± 11,6 cmH₂O e, após dois meses de intervenção, observou-se um aumento da PI_{máx}, embora estatisticamente não tenha sido identificada uma diferença significativa para essa variável. Houve um aumento significativo da distância percorrida no TC6M e essa melhora no desempenho não poderia ser justificada por mudanças no controle da anemia, já que o nível de hemoglobina permaneceu constante entre os dois momentos de avaliação. A correlação positiva e significativa obtida entre a distância percorrida e a PI_{máx} após o treinamento sugere que a força muscular inspiratória contribui com a tolerância ao exercício e capacidade funcional.

O conjunto de adaptações morfológicas e funcionais decorrentes do treinamento físico permite ao organismo maior capacidade para responder a esse estresse.³⁹ O aumento do débito cardíaco, proporcional à intensidade do exercício, é essencial para suprir as grandes quantidades de oxigênio e outros nutrientes necessários aos músculos ativos.⁴⁰ Embora este estudo não tenha demonstrado alterações significativas no VO_{2máx}, houve correlação positiva e significativa entre essa variável e a PI_{máx}. Esse fato pode estar associado às condições cardiovasculares da população estudada, ainda capaz de produzir aumento do débito cardíaco (DC) e, portanto, da oferta de oxigênio para os tecidos periféricos.

Sugere-se que novos estudos possam ser realizados, com medidas diretas de DC e diferença arteriovenosa

de oxigênio no intuito de melhor investigar os efeitos do TMI nessas variáveis com pacientes com DRC submetidos à HD. Também se faz necessário estudos que avaliem a melhora da função pulmonar desses pacientes por meio de técnicas de fisioterapia respiratória para melhora dos volumes e capacidades pulmonares.

LIMITAÇÃO DO ESTUDO

Muitos pacientes negaram-se a participar do estudo devido ao longo tempo de seguimento, prejudicando assim o tamanho da amostra. Outro fator relevante para o estudo seria a pesquisa com um grupo controle e a seleção de pacientes jovens com menos comorbidades do que a média da população em HD. Além disso, o estudo poderia ter avaliado o aspecto nutricional e a reação inflamatória desses indivíduos.

CONCLUSÃO

O TMI por oito semanas proporcionou aumento significativo da distância percorrida no TC6M pelos pacientes em HD, mas sem alteração nos demais parâmetros avaliados.³

REFERÊNCIAS

1. Sehgal AR. Doença Renal Terminal: causas e consequências. Epidemiologia e resultados da doença renal terminal. *In*: Hrick DE, Sedor JR, Ganz MB, editores. Segredos em Nefrologia: respostas necessárias ao dia a dia em rounds, na clínica, em exames, orais e escritos. Porto Alegre: Artmed 2002, pp. 177-78.
2. Martins MRI, Cestarino CB. Qualidade de vida de pessoas com doença renal crônica em tratamento hemodialítico. *Rev Latino Am Enfermagem* 2005; 13:670-6.
3. Cheema BSB, Sing MAF. Exercise training in patients receiving maintenance hemodialysis: a systematic review of clinical trials. *Am J Nephrol* 2005; 25:352-364.
4. Censo de Diálise da Sociedade Brasileira de Nefrologia 2009 [página na internet]. Local de publicação: Disponível em: <http://www.sbn.org.br/leigos/index.php?censo>.
5. Kamimura MA, Draibe SA, Sigulem DM, Cuppari L. Métodos de avaliação da composição corporal em pacientes submetidos à hemodiálise. *Rev Nutr* 2004; 17:97-105.
6. Machado MGR. Treinamento muscular respiratório. *In*: Azeredo CAC, editor. Fisioterapia Respiratória Moderna, 4 ed. São Paulo: Manole, 2002, pp. 207-21.
7. Regenga MM. Fisioterapia no paciente cardiopata grave na terapia intensiva. *In*: Regenga MM, editor. Fisioterapia em Cardiologia: da unidade de terapia intensiva à reabilitação. São Paulo: Roca, 2000, pp. 47-65.
8. Mahmoud BL, Abdulkader A, El-Sharkawy MS, Khalil HH. Assessment of pulmonary functions in chronic renal failure patients with different haemodialysis regimens. *J Egypt Soc Parasitol* 2004; 34:1025-40.
9. Schardong JT, Lukrafka LJ, Garcia DV. Avaliação da

- função pulmonar e da qualidade de vida em pacientes com doença renal crônica submetidos à hemodiálise. *J Bras Nefrol* 2008; 30:40-7.
10. Herrero JA, Alvarez-Sala JL, Coronel F *et al.* Pulmonary diffusing capacity in chronic dialysis Patients. *Respir Méd* 2002; 96:487-92.
 11. Painter P, Messer-Rehak D, Hanson P, Zimmerman SW, Glasse NR. Exercise capacity in hemodialysis, CAPD, and renal transplant patients. *Nephron* 1986; 42:47-51.
 12. Latos D, Strimel D, Drews M, Allison TG. Acid-base and electrolyte changes following maximal and sub-maximal exercise in hemodialysis patients. *Am J Kidney Dis* 1987; 10:439-45.
 13. Barnea H, Drory Y, Iaina A *et al.* Exercise tolerance in patients on chronic hemodialysis. *Isr J Med Sci* 1980; 16:17-21.
 14. Kettner-Melsheimer A, Weiss M, Huber W. Physical work capacity in chronic renal disease. *Int J Artif Organs* 1987; 10:23-30.
 15. Johansen KL. Exercise and chronic kidney disease. *Sort Méd* 2005; 35:485-99.
 16. Bush A, Gabriel R. Pulmonary function in chronic renal failure: effects of dialysis and transplantation. *Torax* 1991; 46:424-8.
 17. Marchesan M, Krug RR, Moreira PR, Krug MR. Efeitos do treinamento de força muscular respiratória na capacidade funcional de pacientes com insuficiência renal crônica. *Revista Digital Buenos Aires* 2008; 13:119 [acesso em 20 maio 2008; <http://www.efdeportes.com/>].
 18. Souza RB. Pressões respiratórias estáticas máximas. *J Pneumol* 2002; 28:S155-65.
 19. Pereira CAC. Espirometria. *J Pneumol* 2002; 8:S1-82.
 20. Chatterjee S; Chatterjee P; Mukherjee PS; Bandyopadhyay A. Validity of Queen's College Step Test for Use with Young Indian Men. *Br J Sports Med* 2004;(38): 289-91.
 21. Mion Jr D, Machado CA, Gomes MAM *et al.* IV Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial. *Arq Bras Cardiol* 2004; 82:S7-22.
 22. Silva LCC, Rubim AS, Silva LMC. Teste de exercício cardiopulmonar - fase I (Teste da caminhada dos seis minutos). In: Silva CCL, Rubim AS, editores. Avaliação funcional pulmonar. Rio de Janeiro: Revinter; 2000, pp. 60-64.
 23. Costa D. Cinesioterapia, reeducação funcional respiratória e reabilitação pulmonar. In: Costa, D (editor). *Fisioterapia Respiratória Básica*. São Paulo: Atheneu; 2004, pp. 71-84.
 24. Webber BA, Pryor JA, Bethune DD, Potter HM, McKenzie D. Técnicas Fisioterápicas. In: Pryor, J.A; Webber, B.A, editores. *Fisioterapia para problemas respiratórios e cardíacos*. 2 ed. São Paulo: Guanabara Koogan; 2002, pp. 97-145.
 25. Serón P, Riedemann P, Munoz S, Doussoulin A, Villarroel P, Cea X. Effect of inspiratory muscle training on muscle strength and quality of life in patients with chronic airflow limitation: a randomized controlled trial. *Rev. Arch Bronconeumol* 2005; 41:601-6.
 26. Kouidi E, Albani M, Natsis K *et al.* The effects of exercise training on muscle atrophy in haemodialysis patients. *Nephrol Dial Transplant* 1998; 13:685-99.
 27. Adams GR, Vaziri ND. Skeletal muscle dysfunction in chronic renal failure: effects of exercise. *Am J Physiol Renal Physiol* 2006; 290:753-61.
 28. Perneger TV, Leski M, Chopard-Storermann C, Martin PY. Assessment of health status in chronic hemodialysis patients. *J Nephrol* 2003; 16:252-9.
 29. Blake C, Codd M, Cassidy A, O'Meara YM. Physical function, employment and quality of life in end-stage renal disease. *J Nephrol* 2000; 13:141-9.
 30. Vázquez I, Valderrábano F, Jofré R *et al.* Psychosocial factors and quality of life in young hemodialysis patients with low comorbidity. *J Nephrol* 2003; 16:886-94.
 31. Prezant DJ. Effect of uremia and its treatment on pulmonary function. *Lung* 1990; 168:1-14.
 32. Kouidi E, Lacovides A, Iordanidis P *et al.* Exercise renal rehabilitation program: psychosocial effects. *Nephron* 1997; 77:152-8.
 33. Oh-Park M, Fast A, Gopal S *et al.* Exercise for the dialyzed: aerobic and strength training during hemodialysis. *Am J Phys Med Rehabil* 2002; 81:814-21.
 34. Beckerman M, Magadle R, Weiner M, Weiner P. The effects of 1 Yr of specific inspiratory muscle training in patients with COPD. *Chest* 2005; 128:3177-82.
 35. Larson J, Klim M, Sharp J, Larson D. Inspiratory muscle training with a pressure threshold breathing device in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am Rev Res Dis* 1988; 138:689-96.
 36. Belman MJ, Shadmehar R. Targeted resistive ventilatory muscle training in chronic obstructive pulmonary disease. *J Appl Physiol* 1988; 65:2726-35.
 37. Weiner P, Magadle R, Beckerman M, Weiner M, Berar-Yanay N. Comparison of specific expiratory, inspiratory, and combined muscle training programs in COPD. *Chest* 2003; 124:1357-64.
 38. Magadle R, McConnell A, Beckerman M, Weiner P. Inspiratory muscle training in pulmonary rehabilitation program in COPD patients. *Respiratory Medicine* 2007; 101:1500-5.
 39. Nóbrega LCA, Castro TRR, Negrão EC *et al.* Diretriz de reabilitação cardíaca. *Arq Bras Cardiol* 2005; 84:431-40.
 40. Guyton AC, Hall JE. Fluxo sanguíneo muscular e débito cardíaco, durante o Exercício Tratado de Fisiologia Médica, 10ª edição. In: Guyton AC, Hall JE editores. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002, pp. 213-21.