

Artigo Original

Função pulmonar e força muscular respiratória em pacientes com doença renal crônica submetidos à hemodiálise*

Pulmonary function and respiratory muscle strength
in chronic renal failure patients on hemodialysis

Demetria Kovelis¹, Fábio Pitta², Vanessa Suziane Probst³, Celeide Pinto Aguiar Peres⁴,
Vinicius Daher Alvares Delfino⁵, Altair Jacob Mocelin⁵, Antônio Fernando Brunetto²

Resumo

Objetivo: Avaliar a função pulmonar e a força muscular respiratória de pacientes com doença renal crônica e correlacioná-las com a variação de peso ligada à realização de hemodiálise; estudar a correlação entre o tempo de hemodiálise e possíveis alterações respiratórias.

Métodos: Foram avaliados 17 pacientes (mediana de idade, 47 anos; intervalo interquartilico, 41-52 anos) submetidos a três sessões semanais de hemodiálise (mediana de tempo, 27 meses; intervalo interquartilico, 14-55). Doze eram do sexo masculino. Realizaram espirometria e mensuração das pressões máximas inspiratória (PI_{máx}) e expiratória (PE_{máx}) antes e após a primeira sessão semanal de hemodiálise. O peso corporal foi quantificado antes e após as três sessões semanais. **Resultados:** Oito pacientes apresentaram distúrbio restritivo leve antes da primeira sessão de hemodiálise. Desses, 2 normalizaram após a sessão. Houve aumento da capacidade vital forçada ($p = 0,02$) e diminuição de peso ($p = 0,0001$) ao final da primeira sessão semanal. A variação de peso durante três dias sem hemodiálise tendeu a se correlacionar com a variação da capacidade vital forçada na primeira sessão ($r = 0,47$; $p = 0,055$). O tempo de hemodiálise correlacionou-se com os valores da porcentagem do predito da PI_{máx} ($r = -0,53$; $p = 0,03$) e com a PE_{máx} ($r = -0,63$; $p = 0,006$) pré-diálise. **Conclusões:** O maior ganho de peso no período interdialítico está associado com a piora da função pulmonar, que pode ser quase totalmente revertida com hemodiálise. Além disso, o maior tempo de hemodiálise está associado à diminuição da força muscular respiratória.

Descritores: Espirometria; Músculos respiratórios/fisiopatologia; Doença renal crônica; Diálise renal.

Abstract

Objective: To evaluate pulmonary function and respiratory muscle strength in chronic renal failure patients, correlating these variables with hemodialysis-related weight fluctuation; to study the correlation between the duration hemodialysis and potential respiratory alterations.

Methods: Seventeen patients (median age, 47 years; interquartile range, 41-52 years), submitted to three weekly hemodialysis sessions for a median of 27 months (interquartile range, 14-55) were evaluated. Twelve of the patients were male. The patients underwent spirometry. Maximal inspiratory pressure (MIP) and maximal expiratory pressure (MEP) were measured prior to and after the first hemodialysis session of the week. Body weight was quantified prior to and after each of the three weekly sessions. **Results:** Before the first hemodialysis session of the week, 8 patients presented mild restrictive defect, which normalized after the session in 2 of those patients. After dialysis, there was a significant increase in forced vital capacity ($p = 0.02$) and a significant decrease in body weight ($p = 0.0001$). Weight fluctuation over 3 days without hemodialysis tended to correlate with the variation in forced vital capacity in the first weekly session ($r = 0.47$; $p = 0.055$). Duration of hemodialysis correlated with predialysis MIP ($r = -0.3$; $p = 0.03$) and MEP ($r = -0.63$; $p = 0.006$). **Conclusions:** More pronounced weight gain in the interdialytic period is associated with worsening of lung function, which is almost fully reversible by hemodialysis. In addition, longer duration of hemodialysis is associated with decreased respiratory muscle strength.

Keywords: Spirometry; Respiratory muscles/physiopathology; Kidney failure, chronic; Renal dialysis.

* Trabalho realizado no Instituto do Rim, Universidade Estadual de Londrina – UEL – Londrina (PR) Brasil.

1. Fisioterapeuta. Laboratório de Pesquisa em Fisioterapia Pulmonar – LFIP – Departamento de Fisioterapia, Universidade Estadual de Londrina – UEL – Londrina (PR) Brasil.

2. Professor do Departamento de Fisioterapia, Universidade Estadual de Londrina – UEL – Londrina (PR) Brasil.

3. Pesquisadora colaboradora junto ao Laboratório de Pesquisa em Fisioterapia Pulmonar –LFIP– Departamento de Fisioterapia, Universidade Estadual de Londrina – UEL – Londrina (PR) Brasil.

4. Docente da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE – Cascavel (PR) Brasil.

5. Professor Associado, Universidade Estadual de Londrina – UEL – Londrina (PR) Brasil.

Endereço para correspondência: Antonio Fernando Brunetto, Departamento de Fisioterapia, CCS Hospital Universitário, Universidade Estadual de Londrina, Av. Robert Koch, 60, Vila Operária, CEP 86038-440, Londrina, PR, Brasil.

Tel 55 43 3371-2288. E-mail: dkovelis@yahoo.com.br

Apoio financeiro: Este estudo recebeu apoio financeiro do Centro Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Recebido para publicação em 15/10/2007. Aprovado, após revisão, em 6/3/2008.

Introdução

Pacientes com doença renal crônica (DRC) apresentam não apenas uma perda progressiva e irreversível da função renal, mas uma complexa síndrome com diversos efeitos nos sistemas cardiovascular, nervoso, respiratório, músculo-esquelético, imunológico e endócrino-metabólico.⁽¹⁾ O sistema respiratório é especificamente afetado tanto pela doença como pelo tratamento (hemodiálise ou diálise peritoneal).⁽²⁾ De fato, alguns autores relataram que 75% dos pacientes que realizavam hemodiálise por um longo período de tempo apresentavam alterações espirométricas de caráter restritivo.⁽³⁾ Outro estudo comparou a função pulmonar em grupos de indivíduos que realizavam hemodiálise, diálise peritoneal e transplantados, mostrando que a restrição pulmonar é a disfunção mais encontrada em todos os grupos. Desses, o grupo de pacientes submetidos à hemodiálise apresentou maior frequência de achados anormais em radiograma de tórax, tais como espessamento da trama brônquica, hipotransparência e congestão venosa pulmonar.⁽⁴⁾ Pacientes com DRC também apresentam diminuição da *endurance* e força muscular respiratória quando comparados a indivíduos saudáveis.^(4,5)

Além da redução da função pulmonar e da força muscular respiratória, pacientes com DRC submetidos à hemodiálise apresentam variação de peso devido à sobrecarga de líquido corporal no período interdialítico.⁽⁶⁾ Essa sobrecarga, em associação com um possível aumento da permeabilidade capilar pulmonar, pode resultar em edema pulmonar e efusão pleural,^(7,8) alterações essas que poderiam explicar—pelo menos em parte—a redução da função pulmonar. No entanto, a relação da variação de peso no período interdialítico com a redução da função pulmonar e da força muscular respiratória nessa população não foi estudada detalhadamente.

O objetivo principal do presente estudo foi avaliar a função pulmonar e a força muscular respiratória em pacientes com DRC submetidos à hemodiálise, como também investigar a relação entre uma potencial redução nessas variáveis e a variação de peso ligada à realização de hemodiálise nessa população. Além disso, este estudo também objetivou estudar a correlação do tempo de tratamento por hemodiálise com as possíveis alterações espirométricas e de força muscular respiratória nessa população.

Métodos

Amostra

Participaram do estudo, por uma amostra de conveniência, 17 pacientes com DRC. As características da amostra estudada são mostradas na Tabela 1. Além do diagnóstico de DRC, outros critérios de inclusão foram a ausência de doença respiratória crônica, cérebro-vascular e/ou reumática de acordo com a história relatada pelo paciente em entrevista inicial realizada antes das avaliações. Os critérios de exclusão foram instabilidade hemodinâmica no dia da avaliação; presença de alterações cardíacas severas de acordo com avaliação eletrocardiográfica recente constante no prontuário; e não-colaboração com os testes. Os pacientes realizavam tratamento de hemodiálise três vezes por semana em um serviço de hemodiálise na cidade de Londrina (PR). As sessões de hemodiálise dos pacientes estudados eram realizadas às segundas, quartas e sextas-feiras ou às terças, quintas e sábados, sendo em ambos os casos chamadas de 1ª, 2ª e 3ª sessões, respectivamente. Portanto, antes da 1ª sessão semanal de hemodiálise houve um período interdialítico de três dias, enquanto que nas outras duas sessões semanais o período interdialítico foi de dois dias. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Estadual de Londrina – Hospital Universitário. Os pacientes consentiram formalmente com os procedimentos do estudo ao assinarem o termo de compromisso esclarecido antes de sua inclusão.

Procedimentos

Os pacientes foram submetidos à avaliação da função pulmonar (espirometria), pressões respirató-

Tabela 1 – Caracterização da amostra dos 17 pacientes com doença renal crônica em tratamento por hemodiálise incluídos no estudo.

Pacientes com doença renal crônica	
n	17
Sexo, M/F	12/5
Idade, anos	47 (41-52) ^a
Tempo de tratamento, meses	27 (14-55) ^a
IMC, kg/m ²	26 (23-28) ^a

IMC: índice de massa corpórea (relativo ao peso corpóreo medido antes da primeira sessão semanal de hemodiálise).

^aResultados expressos em mediana (intervalo interquartilico).

rias máximas e mensuração do peso. As avaliações foram realizadas aproximadamente uma hora antes e imediatamente após a 1ª sessão semanal de hemodiálise, com exceção da mensuração do peso corporal, que foi realizada aproximadamente uma hora antes e imediatamente após as três sessões de hemodiálise da semana.

A espirometria foi realizada com o aparelho Pony Graphics (Cosmed, Roma, Itália) e a técnica utilizada seguiu os padrões descritos pela *American Thoracic Society*.⁽⁹⁾ As variáveis espirométricas utilizadas foram a capacidade vital forçada (CVF) e o volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF_1). Os valores preditos foram calculados de acordo com Pereira et al.,⁽¹⁰⁾ e a classificação quanto ao comprometimento pulmonar foi realizada de acordo com as Diretrizes Brasileiras de Espirometria.⁽¹¹⁾ Valores obtidos de CVF (em L) abaixo do limite inferior individual de normalidade caracterizaram a presença de redução da CVF, e distúrbio restritivo foi inferido quando a CVF estava reduzida na presença de relação VEF_1/CVF normal ou elevada. Além das variáveis mencionadas, foram obtidos dados diferenciais tais como variação da CVF na 1ª sessão semanal de hemodiálise.

As pressões respiratórias máximas foram avaliadas com um manovacuômetro analógico (Makil, Londrina, Brasil), de acordo com a técnica descrita por Black e Hyatt.⁽¹²⁾ Foram utilizados os maiores valores de pressão inspiratória e expiratória máximas ($PI_{máx}$ e $PE_{máx}$, respectivamente), e os valores preditos foram calculados segundo Neder et al.⁽¹³⁾

A mensuração do peso corporal foi realizada com a orientação ao paciente para que retirasse os sapatos, permanecendo com roupas leves. Teve-se o cuidado de retirar qualquer objeto que pudesse comprometer a mensuração. Foi utilizada uma balança do tipo eletrônica, modelo LD 1001-5 (Líder, Araçatuba, Brasil), com sensibilidade mínima de 1 kg e máxima de 300 kg. A partir das mensurações realizadas, foram obtidos dados diferenciais, tais como a variação percentual da diferença de peso observada entre os valores após a 1ª sessão e antes da 1ª sessão semanal de hemodiálise (perda de peso durante a 1ª sessão semanal), bem como a variação percentual da diferença de peso entre os valores antes da 1ª sessão e após a 3ª sessão semanal (ganho de peso no maior período interdialítico—três dias).

Análise estatística

O software estatístico utilizado foi o GraphPad Prism 3.0 (GraphPad Software Inc., San Diego, CA, EUA). Devido ao tamanho da amostra, utilizamos análise estatística não-paramétrica, e os resultados foram apresentados como mediana e intervalo interquartilico (II). A análise das variáveis espirométricas e pressões respiratórias máximas antes e após a hemodiálise foi feita com o teste de Wilcoxon. As comparações dos valores de peso da 1ª, 2ª e 3ª sessões e da variação de peso nos três períodos interdialíticos ($n = 16$) foram realizadas através do teste de Friedman, com o teste de Dunn como respectivo pós-teste. As correlações foram avaliadas através do coeficiente de correlação de Spearman. Todas as análises tiveram como nível de significância $p < 0,05$.

Resultados

Dos 17 pacientes avaliados, 9 (53%) apresentaram função ventilatória normal, e os outros

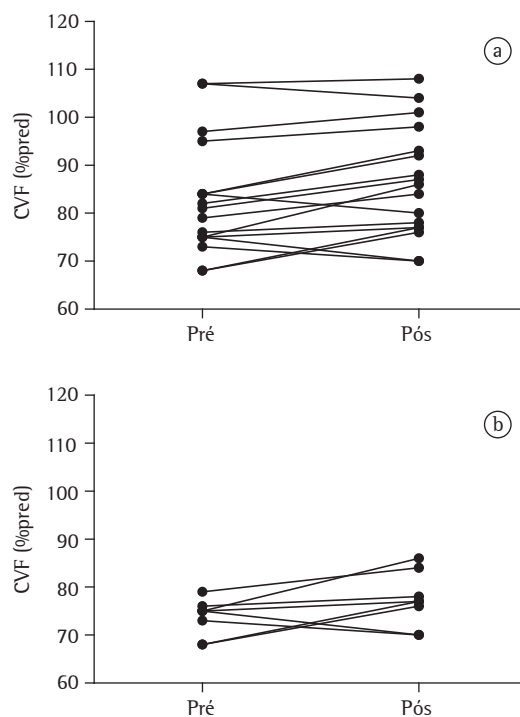


Figura 1 – Valores da capacidade vital forçada (CVF) em porcentagem do valor predito (%pred) antes e após a primeira sessão semanal de hemodiálise em a) todo o grupo, b) pacientes que apresentaram distúrbio restritivo leve na espirometria pré-hemodiálise.

8 (47%) apresentaram distúrbio restritivo leve antes da sessão de hemodiálise. Dos 8 pacientes com distúrbio restritivo na espirometria, apenas 2 obtiveram normalização desse após a hemodiálise, conforme demonstrado na Figura 1. Dos 17 pacientes, apenas 1 era tabagista, com história de 5 anos-maço, e 5 eram ex-tabagistas, com mediana de 7 anos-maço (II, 5-46).

Os pacientes do presente estudo apresentaram um aumento da CVF ($p = 0,02$) ao final da 1ª sessão semanal de hemodiálise (Tabela 2). A Plmáx e PEmáx não apresentaram alterações estatisticamente significantes (Tabela 2).

Em relação ao peso corporal, ocorreu diminuição de peso ($p = 0,0001$) ao final da 1ª sessão semanal de hemodiálise (Tabela 2). Houve diferença estatisticamente significativa entre a mediana dos valores de peso antes da 1ª (69 kg; II, 57-83), 2ª (69 kg; II, 55-82) e 3ª (68 kg; II, 57-78) sessões semanais de hemodiálise (teste de Friedman $p = 0,0002$; pós-teste de Dunn, 1ª vs. 2ª [$p < 0,01$] e 1ª vs. 3ª [$p < 0,001$]). A mediana de ganho de peso foi maior no período interdialítico de 3 dias (3,3 kg; II, 2,3-3,8) quando comparado à dos períodos interdialíticos de dois dias (2,2kg; II, 1,8-2,8; e 2,1 kg; II, 1,6-2,9, respectivamente; teste de Friedman $p = 0,0002$; pós-teste de Dunn do período interdialítico de três dias vs. períodos interdialíticos de dois dias: $p < 0,01$ e $p < 0,001$, respectivamente).

Não houve correlação entre a variação da CVF com a variação percentual de perda de peso obser-

vada na 1ª sessão semanal de hemodiálise. No entanto, a variação percentual de ganho de peso no maior período interdialítico apresentou tendência de correlação com a variação da CVF antes e após a 1ª sessão semanal ($r = 0,47$; $p = 0,055$).

O tempo de tratamento por hemodiálise correlacionou-se negativamente e significativamente com a Plmáx ($r = -0,53$; $p = 0,03$) e PEmáx ($r = -0,63$; $p = 0,006$), analisadas em termos de porcentagem dos valores preditos, conforme mostra a Figura 2. Não houve correlação significativa do tempo de tratamento com as variáveis espirométricas analisadas ($-0,42 < r < 0,16$; $p > 0,05$ para todas) e com a idade ($r = 0,27$; $p = 0,30$).

Discussão

A função pulmonar, a força muscular respiratória e a variação de peso foram avaliadas em pacientes com DRC submetidos à hemodiálise. Como um dos resultados principais, o estudo demonstrou correlação entre a perda de força muscular respiratória e o tempo de tratamento por hemodiálise. Além disso, de modo geral, os pacientes obtiveram melhora da CVF e diminuição do peso ao final da 1ª sessão semanal de hemodiálise. Os resultados mostraram também que a variação da CVF intra-sessão de hemodiálise tende a correlacionar-se com a variação de peso no maior período interdialítico. Em um estudo, alguns autores demonstraram que não houve diferença significativa na capacidade vital medida antes e após a sessão de hemodiálise.⁽¹⁴⁾ Porém, naquele mesmo estudo, os autores não esclarecem a ordem semanal das sessões em que os testes foram realizados.⁽¹⁴⁾ Tal fato é relevante, uma vez que demonstramos no presente estudo que o ganho de peso corporal antes da 1ª sessão semanal de hemodiálise (período interdialítico de três dias) é maior quando comparado aos outros dias de hemodiálise da semana (período interdialítico de dois dias). Este ganho de peso observado no período interdialítico de três dias correspondeu a $4,4 \pm 2,6\%$ do peso corpóreo, valor esse em acordo com a literatura atual.⁽¹⁴⁻¹⁶⁾ A variação da CVF antes e após a sessão de hemodiálise parece ser dependente do ganho de peso durante o período interdialítico imediatamente anterior. Cabe-nos salientar que a variação da função respiratória no presente estudo esteve associada à perda de peso durante o procedimento de hemodiálise, porém não se pode excluir dessa

Tabela 2 – Valores das variáveis espirométricas, pressões respiratórias máximas e peso corporal antes e após a primeira sessão semanal de hemodiálise dos pacientes com doença renal crônica.

	Primeira sessão semanal de hemodiálise		
	Antes	Após	p
Peso, kg ^a	72 ± 20	69 ± 19	0,0001*
CVF, % predito ^b	81 (75-90)	86 (77-95)	0,02*
VEF ₁ , % predito ^b	83 (74-95)	87 (77-96)	0,07
VEF ₁ /CVF ^b	89 (81-100)	82 (81-102)	0,42
Plmáx, % predito ^b	90 (65-113)	95 (68-110)	0,67
PEmáx, % predito ^b	99 (86-112)	91 (80-117)	0,57

CVF: capacidade vital forçada; VEF₁: volume expiratório forçado no primeiro segundo; Plmáx: pressão inspiratória máxima; PEmáx: pressão expiratória máxima. * $p < 0,05$. ^aResultados expressos em média ± desvio-padrão. ^bResultados expressos em mediana (intervalo interquartilico).

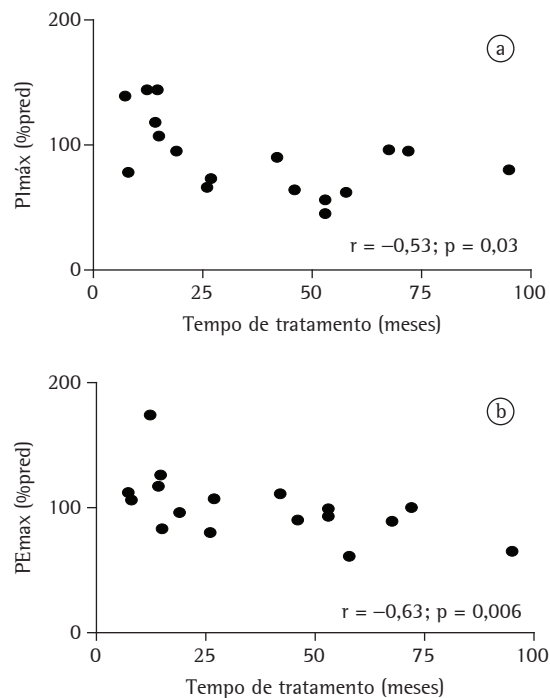


Figura 2 - Correlação da a) pressão inspiratória máxima (PImáx) em porcentagem do valor predito (%opred) e, b) pressão expiratória máxima (PEmáx) em %opred, com o tempo de tratamento por hemodiálise em meses.

variação os efeitos da hemodiálise na depuração das toxinas urêmicas, na normalização dos eletrólitos séricos e no controle da acidose metabólica.

O tempo de tratamento por hemodiálise não apresentou correlação estatisticamente significativa com as variáveis espirométricas no presente estudo, assim como previamente descrito.⁽¹⁴⁾ Os presentes resultados também estão de acordo com os de outros autores, que compararam um grupo de pacientes que realizava hemodiálise há menos de 12 meses com outro com mais de 5 anos de tratamento e concluíram que não houve diferença na CVF e VEF₁ entre os grupos.⁽³⁾ Visto que o nosso estudo e os dois acima citados apresentam amostras com tamanho relativamente reduzido,^(3,14) estudos mais sólidos podem confirmar no futuro a hipótese levantada pelo presente trabalho de que os efeitos deletérios no sistema respiratório causados pelo tratamento a longo prazo por hemodiálise são mais acentuados na musculatura respiratória do que na função pulmonar propriamente dita. Ainda no que diz respeito à avaliação da função pulmonar em

pacientes tratados por hemodiálise, uma limitação do presente estudo é o fato de que os pacientes não realizaram espirometria em todos os dias de tratamento da semana. Isso permitiria saber se a capacidade pulmonar do paciente em hemodiálise aumenta até o último dia de hemodiálise da semana, onde o paciente apresenta menor peso corporal. No entanto, limitações logísticas não permitiram tal avaliação. Futuros estudos podem ser focados nesse tópico. Outra limitação do presente estudo foi o fato de ter sido utilizado apenas o resultado da avaliação do eletrocardiograma como critério de exclusão para pacientes com alterações cardíacas severas. Apesar de esse teste ser um marcador de doença cardíaca, ele não é suficiente para analisar em profundidade a presença de déficit funcional cardíaco. No entanto, também não se pode afirmar com certeza que a presença de outro teste mais específico traria alguma diferença na seleção da amostra do estudo.

Segundo alguns autores,⁽¹⁷⁾ a hemodiálise promove a degradação da musculatura bem como das proteínas de todo o organismo. A fraqueza muscular generalizada encontrada nos pacientes que realizam hemodiálise afeta predominantemente os membros inferiores e a musculatura proximal,⁽¹⁸⁾ sugerindo um acometimento acentuado da musculatura respiratória. De fato, em dois estudos foi demonstrado que pacientes com DRC têm diminuição significativa da força muscular respiratória.^(4,5) Em outro estudo, mostrou-se também a redução da PImáx após sessões de hemodiálise.⁽¹⁹⁾ Os resultados desses trabalhos não foram replicados em nosso estudo, possivelmente por diferenças no tempo de tratamento por hemodiálise. Em comparação com o estudo acima citado,⁽¹⁹⁾ por exemplo, o tempo de tratamento por hemodiálise (85 ± 41 meses) foi marcadamente menor em nosso estudo (mediana, 27 meses; II, 14-55). Visto que o presente estudo mostrou uma correlação negativa e significativa entre PImáx e PEmáx com o tempo de tratamento por hemodiálise (Figura 2), é esperado que os pacientes do estudo de Karacan et al.⁽⁴⁾ tenham de fato uma redução mais acentuada da PImáx. Esses fatos sugerem que, apesar de não haver mudanças agudas na função muscular respiratória durante uma sessão de hemodiálise em pacientes com menor tempo de tratamento, com a evolução da doença e o longo período de tratamento, os pacientes apresentam diminuição progressiva da força dos

músculos respiratórios. Tal informação, inédita na literatura atual, deve encorajar a implantação de programas de treinamento para prevenir a atrofia e perda de força muscular nessa população, influenciando de forma positiva em sua evolução clínica.⁽²⁰⁾ Efeitos positivos da atividade física, como redução de stress, ansiedade e hostilidade já foram demonstrados,⁽²¹⁾ porém a literatura científica ainda carece de estudos envolvendo intervenções que objetivem especificamente a força muscular e a capacidade de exercício em pacientes que realizam hemodiálise.

Em resumo, o presente estudo mostrou que o maior ganho de peso no período interdialítico está associado com a piora da função pulmonar, que pode ser quase totalmente revertida com o tratamento por hemodiálise. Além disso, o maior tempo de tratamento por hemodiálise está associado à diminuição da força muscular respiratória. Portanto, é de grande relevância a realização de trabalhos científicos que aprofundem o conhecimento sobre complicações respiratórias advindas do tratamento hemodialítico em pacientes com DRC e que proponham tratamento para tentar minimizar ou reverter tais complicações.

Agradecimentos

Os autores agradecem às fisioterapeutas Amanda Carla Arnaut e Leticia Setsuko Yamamoto, a todos os profissionais do Instituto do Rim e aos pacientes envolvidos no desenvolvimento do estudo.

Referências

- Riella MC, editor. Princípios de nefrologia e distúrbios hidroeletrólíticos. 2nd ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1996.
- Prezant DJ. Effect of uremia and its treatment on pulmonary function. *Lung*. 1990;168(1):1-14.
- Herrero JA, Alvarez-Sala JL, Coronel F, Moratilla C, Gámez C, Sánchez-Alarcos JM, et al. Pulmonary diffusing capacity in chronic dialysis patients. *Respir.Med*. 2002;96(7):487-92.
- Karacan O, Tatal E, Colak T, Sezer S, Eyüboğlu FO, Haberal M. Pulmonary function in renal transplant recipients and end-stage renal disease patients undergoing maintenance dialysis. *Transplant Proc*. 2006;38(2):396-400.
- Bark H, Heimer D, Chaimovitz C, Mostoslavski M. Effect of chronic renal failure on respiratory muscle strength. *Respiration*. 1988;54(3):153-61.
- Welch JL, Perkins SM, Johnson CS, Kraus MA. Patterns of interdialytic weight gain during the first year of hemodialysis. *Nephrol Nurs J*. 2006;33(5):493-9.
- Wallin CJ, Jacobson SH, Leksell LG. Subclinical pulmonary oedema and intermittent haemodialysis. *Nephrol Dial Transplant*. 1996;11(11):2269-75.
- Bush A, Gabriel R. Pulmonary function in chronic renal failure: effects of dialysis and transplantation. *Thorax*. 1991;46(6):424-8.
- American Thoracic Society. Lung function testing: selection of reference values and interpretative strategies. *Am Rev Respir Dis*. 1991;144(5):1202-18.
- Pereira CA, Barreto SP, Simões JG, Pereira FW, Gerstler JG, Nakatani J. Valores de referência para a espirometria em uma amostra da população brasileira adulta. *J Pneumol*. 1992;18(1):10-22.
- Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia. Diretrizes para Testes de Função Pulmonar. *J Pneumol*. 2002;28(3):1-238.
- Black LF, Hyatt RE. Maximal respiratory pressures: normal values and relationship to age and sex. *Am.Rev Respir Dis*. 1969;99(5):696-02.
- Neder JA, Andreoni S, Lerario MC, Nery LE. Reference values for lung function tests. II. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. *Braz J Med Biol Res*. 1999;32(6):719-27.
- Lang SM, Becker A, Fischer R, Huber RM, Schiffel H. Acute effects of hemodialysis on lung function in patients with end-stage renal disease. *Wien Klin Wochenschr*. 2006;118(3-4):108-13.
- Taskapan H, Ulu R, Gullu H, Taskapan MC, Yildirim Z, Kosar F, et al. Interdialytic weight gain and pulmonary membrane diffusing capacity in patients on hemodialysis. *Int Urol Nephrol*. 2004;36(4):583-6.
- Levin NW, Zhu F, Keen M. Interdialytic weight gain and dry weight. *Blood Purif*. 2001;19(2):217-21.
- Ikizler TA, Pupim LB, Brouillette JR, Levenhagen DK, Farmer K, Hakim RM, et al. Hemodialysis stimulates muscle and whole body protein loss and alters substrate oxidation. *Am.J.Physiol Endocrinol Metab*. 2002;282(1):E107-E116.
- Vieira WP, Gomes KW, Frota NB, Andrade JE, Vieira RM, Moura FE, et al. Manifestações musculoesqueléticas em pacientes submetidos a hemodiálise. *Rev Bras Reumatol*. 2005;45(6):357-64.
- Karacan O, Tatal E, Uyar M, Eyüboğlu FO, Sezer S, Ozdemir FN. Pulmonary function in uremic patients on long-term hemodialysis. *Ren Fail*. 2004;26(3):273-8.
- Johansen KL, Shubert T, Doyle J, Soher B, Sakkas GK, Kent-Braun JA. Muscle atrophy in patients receiving hemodialysis: effects on muscle strength, muscle quality and physical function. *Kidney Int*. 2003;63(1):291-97.
- Auslander GK, Buchs A. Evaluating an activity intervention with hemodialysis patients in Israel. *Soc Work Health Care*. 2002;35(1-2):407-23.