

Efeito do exercício aeróbico durante as sessões de hemodiálise na variabilidade da frequência cardíaca e na função ventricular esquerda em pacientes com doença renal crônica

Effects of aerobic training during hemodialysis on heart rate variability and left ventricular function in end-stage renal disease patients

Autores

Maycon de Moura Reboredo¹
 Bruno do Valle Pinheiro²
 José Alberto Neder³
 Maria Priscila Wermelinger Ávila⁴
 Maria Lídia de Borges Araujo e Ribeiro⁵
 Adriano Fernandes de Mendonça⁴
 Mariane Vaz de Mello⁴
 Ana Clara Cattete Bainha⁴
 José Dondici Filho²
 Rogério Baumgratz de Paula²

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais
²Departamento de Clínica Médica da Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF
³Escola Paulista de Medicina da Universidade Federal de São Paulo
⁴Fisioterapia da UFJF
⁵Medicina da UFJF

O referido trabalho foi realizado na UFJF - Núcleo Interdisciplinar de Estudos e Pesquisas em Nefrologia (NIEPEN).

Data de submissão: 12/07/2010
 Data de aprovação: 22/08/2010

Correspondência para:

Dr. Maycon de Moura Reboredo
 Rua José Lourenço Khelmer, 1300 - sobreloja, São Pedro, Juiz de Fora – MG – Brasil.
 CEP: 36036-330
 E-mail: mayconreboredo@yahoo.com.br

Suporte Financeiro:

Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais - FAPEMIG (APO-02452-09), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES e Fundação IMEPEN (Instituto Mineiro de Estudos e Pesquisas em Nefrologia).

RESUMO

Introdução: Pacientes com doença renal crônica (DRC) sob tratamento hemodialítico apresentam diminuição da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) que representa um fator de risco independente para a mortalidade cardíaca, especialmente a morte súbita. **Objetivo:** Avaliar o efeito do exercício aeróbico, realizado durante as sessões de hemodiálise, na VFC e na função ventricular esquerda de pacientes portadores de DRC. **Métodos:** Foram avaliados 22 pacientes randomizados em dois grupos: exercício (n = 11; 49,6 ± 10,6 anos; 4 homens) e controle (n = 11; 43,5 ± 12,8; 4 homens). Os pacientes do grupo-exercício foram submetidos a três sessões semanais de exercício aeróbico, realizado nas duas horas iniciais da hemodiálise, durante 12 semanas. Para a análise da VFC e da função ventricular esquerda, todos os pacientes foram submetidos aos exames de Holter de 24 horas e ecocardiograma, respectivamente. **Resultados:** Após 12 semanas de protocolo, não foi observada diferença significativa em nenhum dos parâmetros da VFC nos domínios do tempo e da frequência em ambos os grupos. A fração de ejeção aumentou de modo não significativa nos pacientes do grupo-exercício (67,5 ± 12,6% vs. 70,4 ± 12%) e diminuiu não significativamente nos pacientes do grupo-controle (73,6 ± 8,4% vs. 71,4 ± 7,6%). **Conclusão:** A realização de 12 semanas de exercício aeróbico, durante as sessões de hemodiálise, não modificou a VFC e não promoveu melhora significativa na função ventricular esquerda.

Palavras-chave: exercício, diálise renal, frequência cardíaca, função ventricular esquerda.

[J Bras Nefrol 2010;32(4): 372-379]©Elsevier Editora Ltda.

ABSTRACT

Introduction: Decreased heart rate variability (HRV) in patients with end stage renal disease (ESRD) undergoing hemodialysis is predictive of cardiac death, especially due to sudden death. **Objective:** To evaluate the effects of aerobic training during hemodialysis on HRV and left ventricular function in ESRD patients. **Methods:** Twenty two patients were randomized into two groups: exercise (n = 11; 49.6 ± 10.6 years; 4 men) and control (n = 11; 43.5 ± 12.8; 4 men). Patients assigned to the exercise group were submitted to aerobic training, performed during the first two hours of hemodialysis, three times weekly, for 12 weeks. HRV and left ventricular function were assessed by 24 hours Holter monitoring and echocardiography, respectively. **Results:** After 12 weeks of protocol, no significant differences were observed in time and frequency domains measures of HRV in both groups. The ejection fraction improved non-significantly in exercise group (67.5 ± 12.6% vs. 70.4 ± 12%) and decreased non-significantly in control group (73.6 ± 8.4% vs. 71.4 ± 7.6%). **Conclusion:** A 12-week aerobic training program performed during hemodialysis did not modify HRV and did not significantly improve the left ventricular function.

Keywords: exercise, renal dialysis, heart rate, ventricular function, left.

INTRODUÇÃO

A alta taxa de mortalidade na população de pacientes com doença renal crônica (DRC) em hemodiálise está associada principalmente à elevada prevalência de doenças cardiovasculares, incluindo a doença arterial coronariana, a hipertensão arterial, a hipertrofia ventricular esquerda e a insuficiência cardíaca.¹ Outro evento cardiovascular de relevância nestes pacientes é a ocorrência de arritmias cardíacas, que representam a principal causa de morte súbita.²

O desenvolvimento de arritmias cardíacas nos pacientes renais crônicos está associado à disfunção autonômica evidenciada pela redução da variabilidade da frequência cardíaca (VFC).³ Além disso, a diminuição da VFC representa um fator de risco independente para a mortalidade cardíaca nestes pacientes.^{4,5}

Deste modo, estratégias como a prática de atividade física têm sido implementadas com o objetivo de reduzir a mortalidade cardiovascular pelo aumento da VFC e melhora da função ventricular esquerda, especialmente na população de cardiopatas.^{6,7} Entretanto, poucos estudos avaliam estes parâmetros cardiovasculares nos pacientes renais crônicos em hemodiálise após um programa de exercícios.⁸⁻¹¹

O objetivo do presente estudo foi avaliar os efeitos do exercício aeróbico supervisionado, realizado durante as sessões de hemodiálise, na VFC e na função ventricular esquerda de pacientes com DRC.

MÉTODOS

PACIENTES

A amostra foi constituída dos pacientes portadores de DRC submetidos à hemodiálise no serviço de Nefrologia do Hospital Universitário da Universidade Federal de Juiz de Fora, três vezes por semana, totalizando 12 horas semanais, por um período mínimo de seis meses. Durante as sessões de hemodiálise, foi utilizado membrana de Polissulfona e banho com as seguintes características: sódio - 138,0 mEq/L, potássio - 2,0 mEq/L, cálcio - 2,5 mEq/L, magnésio - 1,0 mEq/L, cloreto - 108,5 mEq/L, acetato - 3,0 mEq/L, bicarbonato - 32,0 mEq/L. Foram incluídos pacientes adultos, de ambos os sexos e que não praticavam atividade física de forma regular há pelo menos seis meses.

Os critérios de exclusão foram: *diabetes mellitus*, angina instável, hipertensão arterial descontrolada (pressão arterial sistólica, PAS: \geq 200 mmHg e/ou pressão arterial diastólica, PAD: \geq 120 mmHg), uso

de antiarrítmicos, pneumopatias graves, infecção sistêmica aguda, osteodistrofia renal grave, distúrbios neurológicos e musculoesqueléticos incapacitantes.

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Juiz de Fora e todos os pacientes que concordaram em participar do estudo assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido.

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Inicialmente, os pacientes incluídos no estudo foram randomizados em dois grupos: exercício e controle. Os pacientes do grupo-exercício foram submetidos a três sessões semanais de exercício aeróbico, realizado durante as sessões de hemodiálise, durante 12 semanas, enquanto os pacientes do grupo-controle permaneceram em tratamento dialítico habitual.

No período basal e após 12 semanas de estudo, todos os pacientes foram submetidos aos exames de Holter e de ecocardiograma, conduzidos por examinadores que não tinham conhecimento dos grupos, além de uma coleta de amostra sanguínea.

EXAME DE HOLTER E AVALIAÇÃO DA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA

O exame de Holter foi realizado por 24 horas, no período interdialítico, utilizando um monitor de Holter digital (DMS 300-7, Compact Flash Card Holter Recorder, DMS, Nevada, EUA). Os dados armazenados foram processados pelo *software* Cardio Scan 8.0 para análise da VFC. Batimentos anormais e áreas de artefato foram automaticamente e manualmente identificados e excluídos da análise. A análise da VFC foi realizada nos domínios do tempo e da frequência.

Para a análise no domínio do tempo, os intervalos R-R normais foram chamados de iNN. A partir dos iNN, foram obtidos alguns parâmetros por métodos estatísticos para análise da VFC no domínio do tempo: média dos desvios-padrão dos iNN a cada cinco minutos (índice SDNN), a raiz média quadrática das diferenças dos iNN sucessivos (RMSSD) e a porcentagem dos iNN sucessivos com diferença de duração superior a 50 ms (pNN50).¹²

Na avaliação da VFC no domínio da frequência, foram utilizadas as bandas de baixa frequência (BF), compreendida entre 0,04 e 0,15 Hz, e alta frequência (AF), compreendida entre 0,15 e 0,40 Hz. Foi obtida, também, a relação BF/AF.¹²

Os betabloqueadores foram suspensos por quatro dias antes da realização do exame.

EXAME DE ECOCARDIOGRAMA

O exame de ecocardiograma foi realizado no período interdialítico, por um único cardiologista, no modo M e bidimensional com técnica Doppler (*VIVID 3 - GE Healthcare*, Milwaukee, Wisconsin, EUA). Os dados anatômicos e funcionais foram obtidos em repouso com a utilização de um transdutor linear de 3,5 MHz, colocado no terceiro ou quarto espaços intercostais esquerdos. As medidas foram obtidas e analisadas de acordo com as normas da *American Society of Echocardiography*.¹³

O índice de massa do ventrículo esquerdo foi obtido corrigindo-se a massa do ventrículo esquerdo pela superfície corporal.^{14,15} A classificação geométrica do ventrículo esquerdo baseou-se na avaliação da massa do ventrículo esquerdo e do índice de espessura relativa da parede.¹⁵ Os seguintes índices foram mensurados para avaliação da função ventricular esquerda: volume diastólico final, volume sistólico final, volume sistólico e fração de ejeção.

DADOS LABORATORIAIS

Foram avaliados os valores de hemoglobina (g/dL), Kt/V (índice da eficiência da hemodiálise), creatinina (mg/dL), fósforo (mg/dL), potássio (mEq/L), cálcio (mg/dL) e albumina (g/dL). As coletas sanguíneas foram realizadas antes da sessão de hemodiálise, sem orientação de jejum.

EXERCÍCIO AERÓBICO

O treinamento aeróbico foi supervisionado, realizado nas duas horas iniciais da hemodiálise, com duração média de uma hora. O treinamento foi composto de três etapas: aquecimento, condicionamento e resfriamento. Foi utilizado um cicloergômetro eletromagnético horizontal (*Movement*, BM 4000, Brudden Equipamentos Ltda, São Paulo, Brasil) para a realização do exercício aeróbico.

No aquecimento, foram realizados exercícios de alongamentos dos membros inferiores por aproximadamente 10 minutos, além de atividade aeróbica com a menor carga (4,9 N·m) e com baixa rotação (até 35 rpm), com duração de cinco minutos. Na etapa de condicionamento, foi realizado o exercício aeróbico por até 35 minutos. O tempo de exercício foi individual de acordo com a resposta de cada paciente, sendo que estes iniciaram com o tempo tolerado e foram estimulados a aumentar até completarem os 35 minutos. A carga foi prescrita de acordo com a tolerância de cada paciente e estes foram orientados a permanecerem com uma rotação constante

durante todo o exercício aeróbico. A intensidade do treinamento foi determinada pela escala modificada de Borg, na qual os pacientes teriam que permanecer entre quatro e seis.¹⁶ No resfriamento, foi realizado de um a três minutos de exercício aeróbico com a carga de 4,9 N·m e com rotação baixa.

A pressão arterial foi monitorada no repouso, a cada cinco minutos do condicionamento e após o resfriamento. A frequência cardíaca foi monitorada continuamente por meio de um cardiofrequencímetro (Polar F1, Polar Electro Oy, Kempele, Finlândia).

Os critérios para interrupção do exercício aeróbico incluíam cansaço físico intenso, dor torácica, vertigem, palidez, lipotímia, taquicardia, hipotensão e fadiga de membros inferiores.

Quando os pacientes apresentaram alteração de pressão arterial (PAS > 180 mmHg e/ou PAD > 110 mmHg), ganho de peso interdialítico maior do que 5 kg, dificuldade no acesso vascular e alguma queixa significativa (dor, dispnéia, etc) antes do treinamento, os mesmos foram impedidos de realizar o exercício nesse dia ou enquanto persistiram tais alterações.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram expressos em média ± desvio-padrão ou mediana (intervalo interquartil), quando apropriado. Para comparação dos valores iniciais e finais em cada grupo foram realizados o teste *t* pareado e o teste de Wilcoxon, para os dados paramétricos e não paramétricos, respectivamente. As comparações entre os grupos foram realizadas pelo teste *t* não pareado ou o teste de Mann-Whitney, quando apropriados.

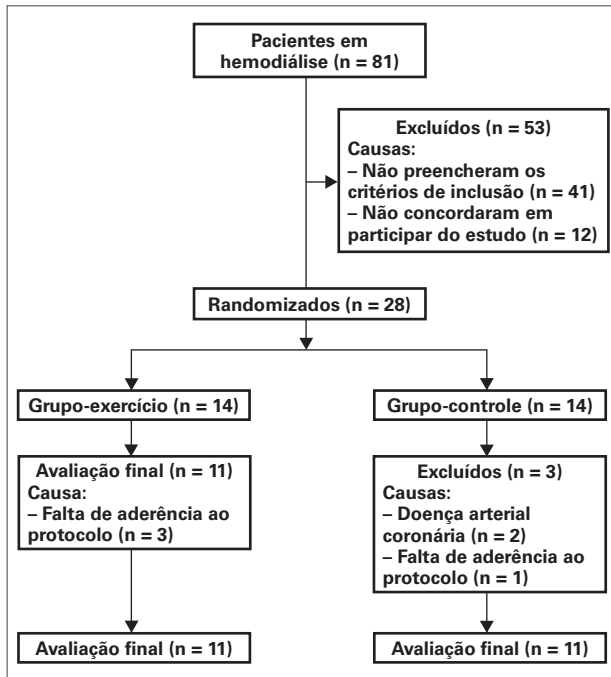
A diferença foi considerada estatisticamente significativa quando o valor de *p* foi menor do que 0,05. Todas as análises foram realizadas no programa *SPSS 13.0 for Windows* (SPSS Inc, Chicago, EUA).

RESULTADOS

CARACTERÍSTICAS DOS PACIENTES

Dos 81 pacientes em hemodiálise crônica, 28 preencheram os critérios de inclusão e concordaram em participar do estudo. Destes, 22 pacientes completaram o estudo, sendo 11 em cada grupo (Figura 1). Como pode ser observado na Tabela 1, não foi observada diferença significativa nas características clínicas e demográficas e nas medicações entre os grupos avaliados.

Após 12 semanas de protocolo, não foi observada diferença significativa no peso seco (grupo

Figura 1. Fluxograma dos pacientes ao longo do protocolo.

exercício: $59 \pm 4,6$ kg *vs.* $59,1 \pm 4,4$ kg; grupo controle $59,7 \pm 15,3$ kg *vs.* $59,6 \pm 15,4$ kg) e no ganho de peso interdialítico (grupo-exercício: $1,9 \pm 0,8$ kg *vs.* $2,2 \pm 0,9$ kg; grupo-controle $1,7 \pm 0,6$ kg *vs.* $1,6 \pm 0,8$ kg). Da mesma forma, os medicamentos anti-hipertensivos e os quelantes de fósforo foram mantidos em ambos os grupos.

EXERCÍCIO AERÓBICO

A aderência ao exercício nas 12 semanas de treinamento aeróbico foi de $75,3 \pm 15,2\%$, não tendo sido observadas complicações clínicas dignas de nota durante o treinamento. As principais causas de não realização do exercício foram relato de dor e cansaço físico, além de hipotensão arterial na pré-diálise.

VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA

Após 12 semanas de protocolo, não foi observada diferença significativa em nenhum dos parâmetros da VFC nos domínios do tempo e da frequência em ambos os grupos (Tabela 2).

Tabela 1 CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS E DEMOGRÁFICAS DOS GRUPOS EXERCÍCIO E CONTROLE

Características	Grupo-exercício (n = 11)	Grupo-controle (n = 11)	p
Idade (anos)	$49,6 \pm 10,6$	$43,5 \pm 12,8$	0,23
Sexo (homens/mulheres)	4/7	4/7	
Tempo de diálise (meses)	$41,9 \pm 42,4$	$60,1 \pm 54,4$	0,39
Peso seco (kg)	$59 \pm 4,6$	$59,7 \pm 15,3$	0,88
IMC (kg/m^2)	$22,6 \pm 2,3$	$22,9 \pm 4,1$	0,82
Etiologia da DRC (casos, %):			
Glomerulonefrite crônica	5 (45,5%)	7 (63,6%)	
Hipertensão arterial	2 (18,2%)	1 (9,1%)	
Amiloidose renal	2 (18,2%)	0	
Síndrome hemolítica urêmica	1 (9,1%)	0	
Uropatia obstrutiva	0	1 (9,1%)	
Lúpus eritematoso sistêmico	0	2 (18,2%)	
Indefinida	1 (9,1%)	0	
Anti-hipertensivos (casos, %):			
Bloqueadores do canal de cálcio	6 (54,5%)	5 (45,5%)	
Betabloqueadores	5 (45,5%)	4 (36,4%)	
IECA	6 (54,5%)	4 (36,4%)	
Bloqueadores de ação central	2 (18,2%)	3 (27,3%)	
Diuréticos	4 (36,4%)	3 (27,3%)	
Bloqueador do receptor AT1	1 (9,1%)	3 (27,3%)	
Quelantes de fósforo			
Acetato de cálcio	7 (63,6%)	7 (63,6%)	
Carbonato de cálcio	3 (27,3%)	1 (9,1%)	
Sevelamer	1 (9,1%)	3 (27,3%)	

IMC: índice de massa corporal; DRC: doença renal crônica; IECA: inibidores da enzima conversora de angiotensina.

Tabela 2

PARÂMETROS DA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA NOS DOMÍNIOS DO TEMPO E DA FREQUÊNCIA NO PERÍODO BASAL E AO FINAL DE 12 SEMANAS NOS GRUPOS EXERCÍCIO E CONTROLE

	Grupo-exercício (n = 11)		Grupo-controle (n = 11)	
	Basal	Semana 12	Basal	Semana 12
Domínio do tempo				
Índice SDNN (ms)	34,6 ± 10,6	32,6 ± 9,7	39,1 ± 10,2	40,4 ± 12,7
RMSSD (ms)	19,9 ± 10,1	21,4 ± 9,7	22,6 ± 8	24 ± 6,9
pNN50 (%)	1 (3)	1 (8)	2 (6)	4 (7)
Domínio da frequência				
BF (ms ²)	297,3 ± 163,7	302,1 ± 191,5	328,3 ± 139,6	416,7 ± 305,8
AF (ms ²)	73,7 (87,9)	81,4 (58,3)	118,1 (66,8)	108,2 (90,1)
BF/AF	3,7 (1,1)	4 (3,4)	3,2 (2,3)	3,3 (2,1)

Valores expressos em média ± desvio-padrão ou mediana (intervalo interquartil). BF: baixa frequência; AF: alta frequência.

DADOS ECOCARDIOGRÁFICOS

No período basal e ao final de 12 semanas, não foi observada diferença significativa nas variáveis obtidas no ecocardiograma entre os grupos exercício e controle. A maioria dos pacientes apresentou hipertrofia ventricular esquerda concêntrica (7 no grupo-exercício e 8 no controle), sendo que nos demais foi identificado remodelamento concêntrico.

Após o período de treinamento aeróbico, nenhum parâmetro ecocardiográfico apresentou aumento significativo (Tabela 3). A fração de ejeção aumentou em sete dos 11 pacientes do grupo-exercício e diminuiu na maioria dos pacientes do grupo-controle (Figura 2).

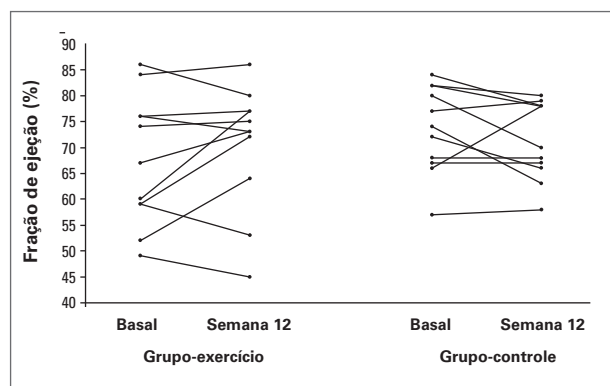
DADOS LABORATORIAIS

Após 12 semanas de protocolo, foi observado aumento significativo do potássio em ambos os grupos e da creatinina e da albumina no grupo-controle (Tabela 4).

DISCUSSÃO

No presente estudo, observamos que 12 semanas de treinamento aeróbico supervisionado e realizado durante as sessões de hemodiálise não modificou a VFC e não promoveu melhora significativa na função ventricular esquerda.

Figura 2. Dados individuais da fração de ejeção obtidos no ecocardiograma no período basal e ao final de 12 semanas nos grupos exercício e controle.

**Tabela 3**

VARIÁVEIS OBTIDAS NO EXAME DE ECOCARDIOGRAMA NO PERÍODO BASAL E AO FINAL DE 12 SEMANAS NOS GRUPOS EXERCÍCIO E CONTROLE.

	Grupo-exercício (n = 11)		Grupo-controle (n = 11)	
	Basal	Semana 12	Basal	Semana 12
IMVE (g/m ₂)	118,7 ± 25,7	120,9 ± 26,6	132,6 ± 49,1	131,3 ± 48,4
VDF (mL)	113 ± 50,7	133 ± 31,1	116,6 ± 36,5	117 ± 40,5
VSF (mL)	42,2 ± 29,3	44,6 ± 27,1	32,4 ± 20,4	35 ± 18,4
FE (%)	67,5 ± 12,6	70,4 ± 12	73,6 ± 8,4	71,4 ± 7,6
VS (mL)	74,9 ± 24,4	88,8 ± 15,8	84,2 ± 20,6	82 ± 27,1

Valores expressos em média ± desvio-padrão. IMVE: índice de massa do ventrículo esquerdo; VDF: volume diastólico final; VSF: volume sistólico final; FE: fração de ejeção; VS: volume sistólico.

Tabela 4 DADOS LABORATORIAIS NO PERÍODO BASAL E AO FINAL DE 12 SEMANAS NOS GRUPOS EXERCÍCIO E CONTROLE

	Grupo-exercício (n = 11)		Grupo-controle (n = 11)	
	Basal	Semana 12	Basal	Semana 12
Hemoglobina (g/dL)	10,6 ± 2,9	10,9 ± 2,8	11,4 ± 2	11,3 ± 2,6
Kt/V	1,6 ± 0,2	2,0 ± 0,8	1,6 ± 0,3	1,8 ± 0,7
Creatinina (mg/dL)	11,9 (4,3)	12,6 (4,7)	9,3 (3)	10,5 (3,3)*
Fósforo (mg/dL)	5,5 ± 2,1	4,9 ± 1,7	6,3 ± 1,2	5,9 ± 1,9
Potássio (mEq/L)	4,5 (0,6)	5,3 (1)*	4,7 (0,9)	5,2 (2)*
Cálcio (mg/dL)	9,8 (1,2)	9,8 (1,6)	10 (1,4)	10,2 (1)
Albumina (g/dL)	3,9 ± 0,3	3,9 ± 0,3	3,9 ± 0,4	4,1 ± 0,5*

Valores expressos em média ± desvio-padrão ou mediana (intervalo interquartil). *p < 0,05 com relação ao período basal; Kt/V: índice da eficiência da hemodiálise.

A análise da VFC é um método investigativo não invasivo que permite a avaliação da modulação autonômica exercida sobre o nodo sinusal e tem sido descrita como uma das técnicas mais sensíveis no diagnóstico da disfunção autonômica.^{3,12,17,18} A redução da VFC em pacientes com DRC é considerada um fator de risco para ocorrência de arritmias cardíacas e está associada à maior mortalidade cardiovascular.^{4,5} Neste sentido, Cashion *et al.*¹⁹ avaliaram pacientes em hemodiálise pelo Holter de 24 horas para o estudo da VFC nos domínios do tempo e da frequência e após um acompanhamento de dois anos, observaram que a redução dos parâmetros SDNN, BF e BF/AF foi preditora de morte cardiovascular, especialmente morte súbita. Nesta população, a redução da VFC está associada à lesão do sistema parassimpático devido ao comprometimento estrutural das artérias ou a alterações funcionais do sistema nervoso autônomo secundárias às toxinas urêmicas.¹⁸⁻²⁰

O aumento da VFC em pacientes renais crônicos tem sido observado com a realização de transplante renal e com a prática de programas de exercícios.^{10,11,21,22} No presente estudo, não foi observado aumento da VFC avaliada nos domínios do tempo e da frequência após 12 semanas de treinamento aeróbico. Este achado possivelmente está associado ao período de realização de exercícios. Contrariamente, Deligiannis *et al.*¹⁰ submetem 30 pacientes renais crônicos em hemodiálise a 24 semanas de exercício no período interdialítico e observaram aumento significativo da VFC avaliado pelo Holter de 24 horas. Em outro estudo, este mesmo grupo aplicou 40 semanas de exercício aeróbico e treinamento de força durante as sessões de hemodiálise e também observou melhora da VFC¹¹. Portanto, o tempo de treinamento parece estar relacionado com a melhora da VFC em pacientes renais crônicos.

A escolha do período de treinamento de 12 semanas neste estudo deveu-se aos benefícios observados em protocolos prévios desenvolvidos no nosso centro. Em um destes estudos, avaliamos o efeito de 12 semanas de exercício aeróbico intradiálitico em 14 pacientes renais crônicos. Após o período de treinamento, observamos redução da pressão arterial avaliada pela monitoração ambulatorial da pressão arterial de 24 horas, melhora da qualidade de vida por meio do questionário SF-36, aumento da capacidade funcional avaliada pelo teste de caminhada de seis minutos, além de melhora da anemia e do Kt/V²³. No presente estudo, não foi observado aumento significativo da hemoglobina e do Kt/V após as 12 semanas de exercício aeróbico. O aumento significativo do potássio em ambos os grupos e da creatinina e da albumina no grupo-controle não foi clinicamente relevante.

Além da VFC, também foi avaliada a função ventricular esquerda por meio do ecocardiograma de repouso. Embora não tenha sido observada melhora significativa na fração de ejeção após o período de treinamento, este parâmetro aumentou em sete dos 11 pacientes do grupo-exercício. A duração de treinamento também parece ter influenciado na melhora da função ventricular esquerda. Em concordância, Shalom *et al.*⁸ observaram que 12 semanas de exercício não foi acompanhado de melhora significativa na função ventricular esquerda. Por outro lado, em outros protocolos com maior duração de treinamento, foi observado aumento significativo da fração de ejeção.^{9,11} Em um destes estudos, os autores avaliaram a função ventricular esquerda, por meio de ecocardiograma de repouso e de *stress*, de 16 pacientes com DRC em hemodiálise submetidos a 24 semanas de atividade aeróbica e de treinamento de força, realizados no período interdialítico. Após o período de treinamento, ocorreram ganhos significantes na fração de

ejeção e no volume sistólico no ecocardiograma de repouso; enquanto que, no *stress*, foram observados aumentos significantes na fração de ejeção, no volume sistólico e no débito cardíaco⁹. Este resultado também foi confirmado após 40 semanas de exercício aeróbico e treinamento de força durante as sessões de hemodiálise.¹¹

O treinamento aeróbico realizado durante as sessões de hemodiálise por 12 semanas aplicado neste estudo não proporcionou melhora significativa nos parâmetros cardiovasculares avaliados. Pacientes renais crônicos, submetidos a um programa de exercício apresentam adaptações centrais como melhora da *performance* cardíaca, e principalmente melhora nos mecanismos periféricos, representados pelo ganho de força e resistência muscular, além de ajustes neurais evidenciados pelo aumento da velocidade de condução nervosa.^{24,25} Estes dados foram recentemente confirmados em um estudo desenvolvido por nosso grupo, no qual após 12 semanas de exercício aeróbico, realizado durante as sessões de hemodiálise, foi observada significativa melhora na cinética do consumo de oxigênio.²⁶ Assim, nossos dados permitem especular que o tempo de treinamento empregado no presente estudo proporcionou melhora nos mecanismos periféricos, embora não tenha trazido benefícios consistentes com relação aos mecanismos centrais. A discrepância entre nossos dados e as observações da literatura, permitem sugerir que a prescrição de exercícios aeróbicos para pacientes renais crônicos com vistas à avaliação da VFC deva ser realizada por períodos superiores a 12 semanas.

CONCLUSÃO

Doze semanas de treinamento aeróbico supervisionado e realizado durante as sessões de hemodiálise não modificaram a VFC e não promoveu melhora significativa na função ventricular esquerda. Novos protocolos com maior tempo de treinamento são necessários para avaliar os efeitos do exercício aeróbico nestes parâmetros cardiovasculares.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG (APQ-02452-09), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES e à Fundação IMEPEN (Instituto Mineiro de Estudos e Pesquisas em Nefrologia) pelo apoio financeiro. Ao cardiologista Paulo César Tostes pelo suporte na realização dos exames de Holter. Aos nefrologistas, à equipe de enfermagem e aos funcionários

do Serviço de Hemodiálise do HU – UFJF e da fundação IMEPEN, pela importante assistência durante este trabalho.

REFERÊNCIAS

1. Sarnak MJ, Levey AS. Epidemiology of cardiac disease in dialysis patients. *Semin Dial* 1999; 12:69-76.
2. Meiera P, Vogt P, Blanca E. Ventricular arrhythmias and sudden cardiac death in end-stage renal disease patients on chronic hemodialysis. *Nephron* 2001; 87:199-214.
3. Reed MJ, Robertson CE, Addison PS. Heart rate variability measurements and the prediction of ventricular arrhythmias. *QJM* 2005; 98:87-95.
4. Hayano J, Takahashi H, Toriyama T *et al.* Prognostic value of heart rate variability during long-term follow-up in chronic haemodialysis patients with end-stage renal disease. *Nephrol Dial Transplant* 1999; 14:1480-8.
5. Fukuta H, Hayano J, Ishihara S *et al.* Prognostic value of heart rate variability in patients with end-stage renal disease on chronic haemodialysis. *Nephrol Dial Transplant* 2003; 18:318-25.
6. Larsen AI, Gjesdal K, Hall C, Aukrust P, Aarsland T, Dickstein K. Effect of exercise training in patients with heart failure: a pilot study on autonomic balance assessed by heart rate variability. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 2004; 11:162-7.
7. Hagberg JM, Ehsani AA, Holloszy JO. Effect of 12 months of intense exercise training on stroke volume in patients with coronary artery disease. *Circulation* 1983; 67:1194-9.
8. Shalom R, Blumenthal JA, Williams RS, McMurray RG, Dennis VW. Feasibility and benefits of exercise training in patients on maintenance dialysis. *Kidney Int* 1984; 25:958-63.
9. Deligiannis A, Kouidi E, Tassoulas E, Gigis P, Tourkantonis A, Coats A. Cardiac effects of exercise rehabilitation in hemodialysis patients. *Int J Cardiol* 1999; 70:253-66.
10. Deligiannis A, Kouidi E, Tourkantonis A. Effects of physical training on heart rate variability in patients on hemodialysis. *Am J Cardiol* 1999; 84:197-202.
11. Kouidi EJ, Grekas DM, Deligiannis AP. Effects of exercise training on noninvasive cardiac measures in patients undergoing long-term hemodialysis: a randomized controlled trial. *Am J Kidney Dis* 2009; 54:511-21.
12. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of pacing and electrophysiology. Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. *Eur Heart J* 1996; 17:354-81.
13. Gottdiener JS, Bednarz J, Devereux R *et al.* American Society of Echocardiography recommendations for use of echocardiography in clinical trials: A report from the American Society of Echocardiography guidelines and standards committee and the task force on echocardiography in clinical trials. *J Am Soc Echocardiogr* 2004; 17:1086-119.
14. Devereux RB, Alonso DR, Lutas EM *et al.* Echocardiographic assessment of left ventricular hypertrophy: comparison to necropsy findings. *Am J Cardiol* 1986; 57:450-8.

15. Camarozano A, Rabischoffsky A, Maciel BC *et al.* Sociedade Brasileira de Cardiologia. Diretrizes das indicações da ecocardiografia. *Arq Bras Cardiol* 2009; 93:e265-e302.
16. Borg G. Psychophysical scaling with applications in physical work and the perception of exertion. *Scand J Work Environ Health* 1990; 16(Suppl1):55-8.
17. Kleiger RE, Stein PK, Bigger Jr. JT. **Heart rate variability: measurement and clinical utility.** *Ann Noninvasive Electrocardiol* 2005; 10:88-101.
18. Tory K, Suveges Z, Horvath E *et al.* Autonomic dysfunction in uremia assessed by heart rate variability. *Pediatr Nephrol* 2003; 18:1167-71.
19. Cashion AK, Holmes SL, Arheart KL, Acchiardo SR, Hathaway DK. Heart rate variability and mortality in patients with end stage renal disease. *Nephrol Nurs J* 2005; 32:173-84.
20. Kotanko P. Cause and consequences of sympathetic hyperactivity in chronic kidney disease. *Blood Purif* 2006; 24:95-9.
21. Hathaway DK, Wicks MN, Cashion AK, Cowan PA, Milstead EJ, Gaber AO. Heart rate variability and quality of life following kidney and pancreas-kidney transplantation. *Transplant Proc* 1999; 31:643-4.
22. Rubinger D, Sapoznikov D, Pollak A, Popovtzer MM, Luria MH. Heart rate variability during chronic hemodialysis and after renal transplantation: studies in patients without and with systemic amyloidosis. *J Am Soc Nephrol* 1999; 10:1972-81.
23. Reboredo MM, Henrique DMN, Faria RS, Chaoubah A, Bastos MG, Paula RB. Exercise training during hemodialysis reduces blood pressure and increases physical functioning and quality of life. *Artif Organs* 2010; 34:586-93.
24. 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.
25. Kouidi EJ. Central and peripheral adaptations to physical training in patients with end-stage renal disease. *Sports Med* 2001; 31:651-65.
26. Reboredo MM, Neder JA, Henrique DMN *et al.* Effects of aerobic training on the oxygen uptake kinetics at the onset of dynamic exercise in hemodialysis patients. *Am J Respir Crit Care Med* 2010; 181:A5325.