

Efeitos benéficos da reabilitação cardiopulmonar intradiálitica

Beneficial effects of intradialytic cardiopulmonary rehabilitation

Autores

Bruno Medeiros Guio¹
 Carlos Perez Gomes²
 Fabio Brandão da Costa²
 Adriana dos Santos de Oliveira²
 Marta Turano Duarte²
 Maurilo Leite Júnior²

¹ Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro.

² Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Data de submissão: 26/8/2016.

Data de aprovação: 19/10/2016.

Correspondência para:

Bruno Medeiros Guio.
 Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro.
 Rua Amaral, 102/503, Tijuca,
 Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
 CEP: 20541-155
 E-mail: brunoguo@gmail.com

DOI: 10.5935/0101-2800.20170051

RESUMO

Introdução: Pacientes em hemodiálise (HD) têm alta mortalidade e morbidade por complicações cardiovasculares, inclusive por redução da capacidade funcional e qualidade de vida. **Objetivo:** Analisar a evolução clínica e laboratorial de pacientes em HD ambulatorial submetidos à reabilitação cardiopulmonar (RCP) intradiálitica. **Métodos:** Avaliamos 14 pacientes em um estudo prospectivo por 8 meses, utilizando protocolo de RCP com exercícios aeróbicos intradiáliticos. Analisamos frequência cardíaca (FC), pressão arterial sistólica (PAS) e diastólica (PAD), saturação periférica de oxigênio (SpO₂) e escala de Borg modificada em todas as sessões de HD. Avaliamos função cardíaca por ecocardiograma, capacidade funcional (CF) pelo teste de caminhada de seis minutos (TC6M), e qualidade de vida pelo Questionário SF-36, antes e depois da RCP. Dados bioquímicos e de Kt/Vsp foram coletados dos prontuários. **Resultados:** Durante a RCP, os resultados de FC, PAS, PAD, SpO₂ e escala de Borg não mostraram alterações significativas. No TC6M observamos aumento progressivo da distância percorrida ($p < 0,001$) e redução na escala de Borg pós-TC6M entre D0-D180 ($p = 0,009$). Não houve alteração significativa nos testes bioquímicos e no Kt/Vsp. Houve aumento na fração de ejeção de $65,7 \pm 10,2$ para $73,6 \pm 10,1\%$ ($p = 0,028$) e no diâmetro diastólico do ventrículo esquerdo ($p = 0,027$). No questionário SF-36, houve melhora significativa nos domínios: limitação física ($p = 0,012$), dor ($p = 0,007$) e vitalidade ($p = 0,009$). **Conclusão:** A RCP intradiálitica nesta população foi segura e permitiu melhora objetiva da CF e tolerância ao exercício, melhora subjetiva na percepção do esforço, aumento significativo da função cardíaca, bem como melhoria na qualidade de vida em diferentes domínios.

Palavras-chave: doença renal crônica; diálise renal; qualidade de vida; exercício.

ABSTRACT

Introduction: Patients on hemodialysis (HD) present high mortality from cardiovascular complications and high morbidity, including decreasing functional capacity and quality of life. **Objective:** To analyze clinical and laboratory responses of patients in HD to intradialytic cardiopulmonary rehabilitation on an outpatient basis. **Methods:** We evaluated 14 patients in a prospective study for 8 months using cardiopulmonary rehabilitation protocol (CRehab) consisted of intradialytic aerobic exercise with a cycle ergometer. We analyzed heart rate (HR), systolic (SBP) and diastolic blood pressure (DBP), peripheral oxygen saturation (SpO₂) and modified Borg scale. We evaluated cardiac function by echocardiogram, functional capacity by six minutes walk test (6MWT), and quality of life by SF-36 survey, before and after CRehab. Biochemical data and Kt/Vsp were collected from medical records. **Results:** During CRehab, the results of HR, SBP, DBP, SpO₂ and Borg scale showed no significant changes. 6MWT test showed progressive increase in the distance covered ($p < 0.001$) as well as a reduction in the scale of Borg post-6MWT ($p = 0.009$). There was no significant change in any biochemical data or in Kt/Vsp. There was increase in left ventricular ejection from $65.7 \pm 10.2\%$ to $73.6 \pm 10.1\%$ ($p = 0.028$) and in left ventricular diastolic diameter ($p = 0.027$). According to SF-36 survey, patients showed improvement in three areas: physical role functioning ($p = 0.012$), bodily pain ($p = 0.007$) and vitality ($p = 0.009$). **Conclusion:** The intradialytic CRehab applied in this population was safe and allowed objective improvement of functional capacity and exercise tolerance, subjective improvement in the perception of effort, significant increase in cardiac function and better quality of life in different domains.

Keywords: renal insufficiency, chronic; renal dialysis; quality of life; exercise.

INTRODUÇÃO

A desnutrição e a inflamação crônica de pacientes com doença renal crônica (CKD) em hemodiálise estão intimamente relacionadas com a perda de massa muscular, com a diminuição resultante na capacidade de realizar atividades rotineiras.¹ Como consequência, na última década o uso de CRehab em pacientes em HD foi ainda mais considerado.² No entanto, embora a maioria dos programas de CRehab tenha sido aplicada nos períodos entre diálise (período interdialítico),³ exercícios durante a HD (programa intradialítico) podem ser de impacto significativo.²

Em geral, o exercício intradialítico é recomendado nas primeiras duas horas de HD, uma vez que a instabilidade cardiovascular com náuseas e vômitos pode ocorrer além da terceira hora, o que pode afetar a regularidade do treinamento. Apesar das evidências apontando para os benefícios claros dos exercícios aeróbicos para pacientes em HD, esta prática não é rotineiramente empregada nessa população, diferentemente do que é aplicado à doença obstrutiva pulmonar crônica e a insuficiência cardíaca.³ Portanto, o presente estudo tentou avaliar o impacto de um programa intradialítico aeróbio de médio prazo, sobre a capacidade funcional, qualidade de vida, tolerância ao exercício e função cardíaca de pacientes renais estáveis em um programa regular de HD.

MÉTODOS

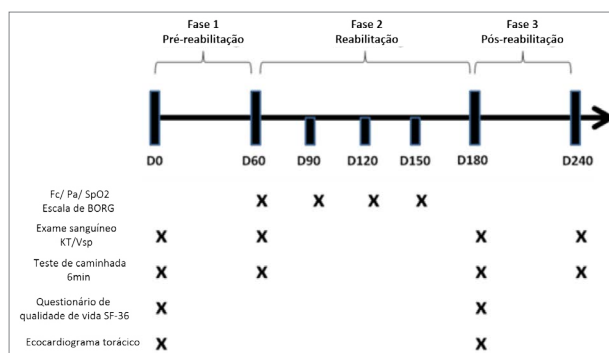
Este é um estudo prospectivo, não aleatorizado, envolvendo pacientes com DRC em estágio 5D em um programa regular de HD. Foram incluídos pacientes acima de 18 anos, em HD (4 horas, 3 vezes por semana) durante pelo menos 6 meses, utilizando fístula arteriovenosa. Foram excluídos os pacientes com doenças cardiovasculares, neurológicas, musculoesqueléticas e qualquer outra deficiência que impedisse o uso do cicloergômetro ou doença inflamatória/infecciosa ativa nos últimos 6 meses, e os pacientes que se tornaram agudamente doentes que necessitam de hospitalização.

A população inicial foi composta por 24 pacientes elegíveis, seguidos entre 2011 e 2015. Dos pacientes selecionados, 4 necessitaram hospitalização, 1 foi transplantado, 1 foi transferido para outra unidade, 1 teve lúpus eritematoso sistêmico recidivante e 3 abandonaram o estudo por razões particulares. Tivemos 14 pacientes durante todo o período do estudo.

FORMATO DO ESTUDO

Os pacientes foram avaliados durante 3 fases em um tempo total de 240 dias. Todos foram submetidos a ecocardiografia transtorácica, avaliação de capacidade funcional por teste de caminhada de seis minutos (6MWT, m)⁴ e questionário de qualidade de vida SF-36 (SF-36).⁵ Os dados laboratoriais foram coletados dos prontuários médicos. As 3 fases estão descritas na Figura 1.

Figura 1. Projeto do estudo. D = dia; FC = frequência cardíaca; PS = pressão sanguínea; SpO₂ = saturação periférica de oxigênio.



Fase I: Total de 60 dias sem CRehab intradialítico. Os pacientes foram regularmente dialisados e submetidos a testes laboratoriais de rotina, ecocardiografia e SF-36. O 6MWT foi realizado no início (valores basais) e no dia 60.

Fase II: Total de 120 dias com CRehab intradialítico em todas as sessões de HD. O CRehab foi realizado, começando após a primeira hora de HD. Durante o procedimento, os pacientes foram monitorados quanto às pressões arterial sistólica (PAS) e diastólica (PAD), frequência cardíaca (FC), saturação periférica de oxigênio (SpO₂) medida por oxímetro convencional (Octivotech 300C, Clinical Guard, Atlanta, EUA) e pela escala modificada de Borg,⁶ em todos os 4 momentos (0, 10, 20 e 30 min). O 6MWT foi realizado no dia 180.

Fase III: Total de 60 dias sem CRehab intradialítico. Os pacientes foram regularmente dialisados e submetidos a testes laboratoriais de rotina, ECHO e SF-36. O 6MWT foi realizado no dia 240.

PROTOCOLO DE CREHAB INTRADIALÍTICO

Segundo diretrizes nacionais⁷ e internacionais^{8,9} para CRehab, os pacientes foram submetidos a exercício aeróbio para os membros inferiores por 30 minutos. O uso do cicloergômetro (Original Pedlar, Battle Creek,

Fremont, EUA) para CRehab sempre foi iniciado após os primeiros 60 minutos de HD. Em alguns pacientes com menor capacidade funcional segundo o 6MWT, a progressão semanal do tempo foi introduzida até atingir o tempo total de 30 minutos. Para definir a dose do exercício, a fórmula de Karvonen foi aplicada para calcular a frequência cardíaca de treinamento (FCT), através de uma frequência cardíaca máxima (FCM)¹⁰ e usando 50-80% da frequência cardíaca de reserva (FCR).¹¹ Além disso, para garantir a segurança do paciente durante os procedimentos, a escala de Borg modificada foi usada a cada 10 minutos para medir a percepção do esforço.

TESTE DE CAPACIDADE FUNCIONAL (CF)

A avaliação da capacidade funcional foi realizada usando o teste 6MWT no período interdialítico segundo recomendações da American Thoracic Society e European Respiratory Society. O teste poderia ser interrompido em caso de dor torácica, falta de ar, cólicas, palidez ou tonturas. Antes e depois do procedimento, foram analisados sinais vitais, escala Borg e SpO₂. Caso os pacientes apresentassem níveis elevados de PAS (> 180 mmHg) e ou PAD (> 110 mmHg), o teste não seria conduzido.

EXAMES LABORATORIAIS, FUNÇÃO CARDÍACA E QUALIDADE DE VIDA

Os dados de bioquímica sérica, hemoglobina, eletrólitos e proteína C-reativa (PCR) foram obtidos a partir de exames laboratoriais de rotina. Os valores para KT/V foram calculados a partir da fórmula convencional¹² para os dias 0, 60, 180 e 240. A avaliação da função cardíaca foi realizada utilizando ecocardiografia bidimensional torácica (Acuson X300, Siemens, München, Alemanha). Foram descritos os seguintes parâmetros: diâmetros sistólico (DSVE) e diastólico (DDVE) do ventrículo esquerdo; parede posterior do ventrículo esquerdo (PPVE); fração de ejeção (FE). O SF-36⁵ foi utilizado para a avaliação da qualidade de vida.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Todos os valores obtidos foram apresentados como média ± desvio padrão (DP) ou mediana (intervalo interquartil: 25%, 75%) de acordo com a distribuição simétrica ou assimétrica das variáveis. Os valores foram analisados pelo teste-*t* de Student (pareado e não-pareado) para distribuição simétrica quantitativa, e

Mann-Whitney e Wilcoxon para variáveis de distribuição assimétrica. Esses testes foram utilizados para comparação de 2 grupos. Para análise comparativa de 3 ou mais grupos, foram utilizadas medidas repetidas de ANOVA unidirecional para distribuição simétrica e teste de Friedman para variáveis de distribuição assimétrica. Holm-Sidak foi usado para comparação entre pares de grupos como pós-teste. Os resultados foram considerados significativos quando $p < 0,05$.

RESULTADOS

Um total de quatorze pacientes, sendo 8 mulheres e 6 homens, foram avaliados. A idade média foi de 50,2 ± 15,2. Os pacientes eram etnicamente diversos com 3 brancos, 8 negros e 3 morenos ou mulatos. As causas das doenças renais foram as seguintes: hipertensão arterial (6), *diabetes mellitus* (4), glomerulonefrite crônica (2), desconhecida (2). O tempo médio em HD foi de 23 ± 10 meses. O peso corporal (kg) e o IMC (kg/m²) não foram significativamente diferentes comparando antes e após o estudo (67 ± 22 e 66 ± 18 kg, 22 ± 12 e 21 ± 10, respectivamente). Os resultados de exames de sangue e os valores de KT/Vsp estão expressos na Tabela 1 para os períodos D0, D60, D180 e D240. Não houve diferença significativa entre todos esses parâmetros.

A Tabela 2 descreve todos os sinais vitais, escala Borg modificada e SpO₂ com dados de todas as sessões de HD a cada 10 minutos durante o CRehab intradialítico. Não houve alteração significativa observada em todos os parâmetros analisados. A Figura 2 descreve os resultados do teste de FC conforme analisado pelas distâncias percorridas durante o 6MWT. Observou-se um aumento significativo da distância percorrida no período CRehab.

Por outro lado, após a interrupção do CRehab (D180 a D240), houve uma diminuição significativa da distância percorrida. Vale ressaltar que no dia 240, os pacientes ainda conseguiram caminhar por uma distância maior quando comparados aos momentos D0 e D60. A Tabela 3 mostra a análise comparativa em FC, SpO₂ e Borg em pré e pós 6MWT nos períodos D0, D60, D180 e D240. Os valores de FC mostraram aumento significativo entre pré e pós 6MWT, em todos os momentos, exceto em D60.

No entanto, ao analisar os momentos de pré-teste, observou-se uma diminuição significativa entre os momentos D0 e D240 ($p = 0,009$) e entre D60 e D240 ($p = 0,01$). Os valores para a escala Borg modificada foram diferentes quando comparados pré e pós

TABELA 1 PARÂMETROS LABORATORIAIS E DOSE DE HD (KT/VSP) EM DIFERENTES MOMENTOS DO ESTUDO (BASAL, 60 DIAS, 180 DIAS, 240 DIAS)

	D0	D60	D180	D240	Valor de p
Hb (g/dl)	11,2 (9,6;11,9)	11,0 (10,0;11,4)	11,5 (9,5; 12,1)	11,4 (10,9;12,3)	0,512
K (mEq/l)	4,9 (4,6;5,2)	5,0 (4,7;5,2)	5,1 (4,7;6,0)	5,1 (4,5;6,1)	0,509
Ca (mg/dl)	9,3 ± 1,2	9,6 ± 1,2	9,3 ± 0,9	9,2 ± 1,3	0,702
P (mg/dl)	5,3 (4,5;6,5)	4,3 (3,7;5,2)	4,4 (3,7;5,2)	4,7 (2,9;5,3)	0,197
Proteína C reativa (mg/dl)	8,6 (4,2;13,8)	10,6 (7,3;19,1)	7,1 (4,4;9,5)	8,5 (8,1;21,1)	0,395
KT/Vsp	1,5 (1,3;1,6)	1,3 (1,2;1,4)	1,4 (1,2;1,6)	1,4 (0,9;1,6)	0,113

Valores representados em mediana (intervalo interquartil: 25%, 75%).

TABELA 2 PARÂMETROS CLÍNICOS

	D60-90	D90-120	D120-150	D150-180	Valor de p
FC R	81,4 ± 8,1	81,5 ± 6,0	82,6 ± 10,6	82,6 ± 6,2	0,966
FC10	97,4 ± 9,2	103,2 ± 8,2	101,1 ± 13,6	96,4 ± 11,0	0,244
FC20	104,1 ± 13,8	110,0 ± 12,2	106,5 ± 16,4	102,0 ± 11,5	0,365
FC30	105,0 ± 13,2	111,9 ± 11,8	113,1 ± 13,4	104,4 ± 10,4	0,278
PAS R	136,3 ± 12,1	136,6 ± 12,8	138,9 ± 19,6	138,4 ± 9,2	0,951
PAS 10	144,5 ± 13,0	144,5 ± 12,1	149,5 ± 5,4	148,1 ± 7,3	0,573
PAS 20	147,7 ± 13,0	146,1 ± 12,2	148,8 ± 10,3	146,4 ± 7,7	0,926
PAS 30	156,8 ± 14,5	148,0 ± 13,1	139,5 ± 22,2	144,0 ± 8,7	0,574
PAD R	86,8 ± 9,9	85,9 ± 7,4	89,3 ± 7,3	90,9 ± 7,1	0,328
PAD 10	91,6 ± 5,8	88,1 ± 5,8	92,9 ± 5,6	89,8 ± 5,6	0,204
PAD 20	91,2 ± 7,4	89,6 ± 4,3	92,4 ± 6,5	89,1 ± 3,6	0,416
PAD 30	91,0 (87,7;96,4)	90,0 (87,0;92,1)	89,7 (87,4;97,8)	87,8 (83,7;89,4)	0,084
SpO ₂ R	96,8 ± 1,0	97,4 ± 0,6	96,5 ± 0,9	97,2 ± 0,8	0,050
SpO ₂ 10	97,5 (96,0;98,0)	97,4 (96,8;97,8)	97,2 (96,9;97,2)	97,6 (97,1;97,8)	0,901
SpO ₂ 20	97,8 (98,6;95,0)	97,6 (97,0;97,9)	97,0 (96,6;97,8)	97,1 (96,1;97,6)	0,580
SpO ₂ 30	97,6 (95,5;97,9)	97,4 (96,7;97,6)	97,5 (97,0;97,8)	97,3 (96,3;97,4)	0,479
BORG R	0,2 ± 0,3	0,1 ± 0,2	0,2 ± 0,3	0,1 ± 0,3	0,607
BORG 10	0,6 ± 0,5	0,6 ± 0,7	0,7 ± 0,9	0,7 ± 0,5	0,956
BORG 20	0,9 ± 0,6	1,1 ± 0,7	1,0 ± 1,0	1,0 ± 0,6	0,965
BORG 30	1,4 ± 0,9	1,4 ± 0,9	1,1 ± 1,1	1,2 ± 0,8	0,818

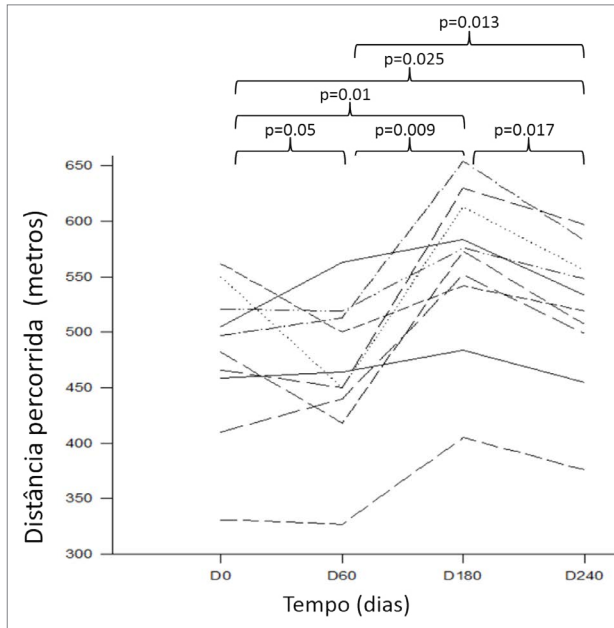
R = basal; FC = frequência cardíaca; PAS = pressão arterial sistólica (mmHg); PAD = pressão arterial diastólica (mmHg); SpO₂ = saturação periférica de oxigênio (%). Resultados expressos em média ± desvio padrão ou mediana (25%;75%) segundo a distribuição simétrica ou assimétrica de variáveis. As análises estatísticas foram feitas por medidas repetidas ANOVA.

6MWT. A comparação entre os momentos pré-teste revelou que os valores não eram significativamente diferentes, enquanto que nos momentos pós-teste houve uma redução significativa entre os momentos D0 e D180 ($p = 0,009$).

Os valores para SpO₂ não mostraram diferença significativa entre valores pré e pós em todos os

momentos. No entanto, ao comparar os valores pré-teste, observamos aumento significativo entre os momentos D60 e D240 ($p = 0,009$). Os valores pós-teste foram diferentes quando os momentos D0 e D180 foram comparados ($p < 0,05$). Os resultados apontaram para uma diminuição progressiva dos valores da escala FC e Borg pré 6MWT nos períodos examinados.

Figura 2. Comparação da distância percorrida durante o teste de caminhada de 6min em diferentes momentos da reabilitação (basal, 60 dias, 180 dias e 240 dias). Análise estatística feita pelo teste de Holm-Sidak após medidas repetidas por ANOVA.



Os dados ecocardiográficos revelaram aumento significativo do diâmetro diastólico do ventrículo esquerdo (DDVE) e fração de ejeção (FE) ao comparar momentos pré e pós de CRehab (D0 e D180). Os resultados da pesquisa SF-36 também demonstraram domínios aumentados para o funcionamento físico, dor corporal e vitalidade. Os resultados da função cardíaca de ECHO e SF-36 estão retratados na Tabela 4.

DISCUSSÃO

Os pacientes renais crônicos em HD apresentam uma capacidade funcional menos importante em relação aos indivíduos normais, o que afeta diretamente a morbidade e a mortalidade.^{13,14} Além disso,

o comportamento sedentário, normalmente adotado por pacientes renais em diálise, pode contribuir para o declínio da atividade física, gerando incapacidade funcional e inatividade.¹⁵ O presente estudo tentou aplicar um programa de CRehab de intradiálise para examinar o efeito do procedimento proposto sobre o condicionamento físico, incluindo função cardíaca e aspectos psicossociais ligados à qualidade de vida.

Historicamente, o primeiro CRehab para pacientes em diálise foi aplicado e descrito por Goldberg *et al.* em 1983¹⁶ com resultados benéficos no controle de pressão arterial e níveis séricos de hemoglobina. Desde então, vários estudos foram realizados utilizando diferentes modalidades de exercícios entre sessões de HD, com resultados interessantes sobre capacidade funcional, função cardíaca e controle de pressão arterial, anemia e qualidade de vida.^{17,18}

Em pacientes em hemodiálise, a maioria dos programas de CRehab foi aplicada no período interdialítico. No entanto, sugeriu-se que o exercício intradialítico pode ser mais benéfico, pois pode promover uma melhor depuração dos solutos devido ao aumento do fluxo sanguíneo de forma sistêmica.^{2,3,19,20} Nossos resultados no controle da pressão arterial não revelaram alteração nos níveis regulares previamente registrados nos pacientes, embora tenha havido uma tendência para diminuir os níveis. Esses resultados estão em desacordo com estudos prévios que apresentaram diminuição significativa na PAS basal e PAD em protocolos com 4 a 7 meses de CRehab.^{16,17,21,22} No entanto, em apenas um estudo, o protocolo foi aplicado por um período de 3 meses.²³

O 6MWT utilizado em nosso estudo para avaliar a CF é acessível e econômico, dada a possibilidade de correlação entre a distância coberta e o pico de VO_2 .^{17,24} Nosso estudo mostrou uma melhora

TABELA 3 COMPARAÇÃO ENTRE PARÂMETROS CLÍNICOS FC (FREQUÊNCIA CARDÍACA), SpO_2 (SATURAÇÃO PERIFÉRICA DE OXIGÊNIO) E ESCALA DE BORG ANTES E APÓS O TESTE DE 6 MIN EM DIFERENTES MOMENTOS (BASAL, 60 DIAS, 180 DIAS E 240 DIAS)

	D0			D60			D120			D240		
	PRÉ	PÓS	Valor de p	PRÉ	PÓS	Valor de p	PRÉ	PÓS	Valor de p	PRÉ	PÓS	Valor de p
FC	86.4 ± 11.8	105.6 ± 9.2	< 0.001	83.5 (74.0;91.0)	107.0 (98.0;112.0)	0.084	75.9 ± 10.0	102.9 ± 4.8	< 0.001	72.8 ± 8.6	104.4 ± 12.9	< 0.001
SpO_2	98.0 (96.8;98.0)	96.0 (92.0;98.0)	0.074	97.5 (96.0;98.0)	96.5 (93.5;98.0)	0.063	98.0 (98.0;98.0)	98.0 (98.0;99.0)	0.375	98.0 (98.0;98.0)	98.0 (98.0;98.0)	0.313
Escala BORG	0.0 (0;0.6)	3.0 (2.0;4.5)	< 0.001	0.4 ± 0.7	2.6 ± 1.8	0.002	0.0 (0;0)	1.0 (0.5;1.0)	0.008	0.0 ± 0.0	1.3 ± 1.1	0.009

Resultados expressos em média ± desvio padrão (25%;75%), segundo a distribuição simétrica e assimétrica de variáveis. As análises estatísticas foram realizadas pelo teste t pareado ou teste de ranqueamento de Wilcoxon.

TABELA 4 PARÂMETROS DO ECOCARDIOGRAMA E DO QUESTIONÁRIO SF-36 ANTES E APÓS A REABILITAÇÃO

	Pré-Reabilitação	Pós-Reabilitação	Valor de p
Ecocardiograma			
DDVE (mm)	54,5 (49,0;56,0)	56,0 (53,0;58,0)	0,027
DSVE (mm)	32,4 ± 6,7	29,8 ± 4,6	0,259
DPPVE (mm)	12,2 ± 1,8	13,3 ± 3,3	0,909
FE (%)	65,7 ± 10,2	73,6 ± 10,1	0,028
Questionário SF-36			
Funcionamento físico	59,1 ± 14,3	60,1 ± 26,3	0,877
Funcionamento da função física	20,5 ± 21,8	65,0 ± 37,6	0,012
Dor corporal	42,1 ± 22,1	71,3 ± 34,4	0,007
Percepções da saúde geral	49,9 ± 25,7	60,4 ± 25,2	0,111
Vitalidade	40,5 ± 21,6	64,5 ± 24,9	0,009
Função social	60,9 ± 25,0	87,5 ± 19,5	0,087
Função emocional	48,5 ± 40,5	70,7 ± 35,3	0,173
Saúde mental	62,5 ± 24,2	80,0 ± 27,6	0,234

DDVE = diâmetro diastólico do ventrículo esquerdo; DSVE = diâmetro sistólico do ventrículo esquerdo; DPPVE = diâmetro da parede posterior do ventrículo esquerdo; FE = fração de ejeção. Resultados expressos em média ± desvio padrão ou mediana (25%;75%) segundo a distribuição simétrica e assimétrica de variáveis. As análises estatísticas foram conduzidas pelo teste t-pareado ou teste de ranqueamento de Wilcoxon.

significativa na capacidade funcional nos pacientes em HD, como observado pelo aumento da distância percorrida. Esses resultados estão de acordo com estudos prévios em que uma melhora da CF foi observada na ordem de 9 a 25%.^{23,25-28}

Por outro lado, o estudo de Segura-Ortí *et al.*²⁷, não foi capaz de mostrar uma CF melhor usando o mesmo teste, embora um resultado próximo da supervisão durante o CRehab pelo fisioterapeuta. Em contraste, nos estudos de Koh *et al.*²⁸ e Fitts,²⁹ não se observou melhor CF, embora a supervisão no CRehab não tenha ocorrido. Outros aspectos sobre a avaliação da CF usando o teste 6MWT lidam com SpO₂, FC e escala Borg modificada. Esses parâmetros foram examinados apenas no estudo por Reboredo *et al.*³⁰, que estava de acordo com nossos resultados, mostrando redução na escala Borg modificada nos momentos pós-teste.

A análise dos dados laboratoriais clínicos não revelou resultados significativos ao comparar todos os momentos. Além disso, os dados de KT/Vsp não foram significativamente diferentes após CRehab, que se opõe a dados de outros estudos, mostrando aumentos de 11 para 38%.^{17,23,30,31} Os estudos de Momeni *et al.*³² e Musavian *et al.*³³ apresentaram redução significativa do potássio sérico após 16 e 12 semanas de CRehab, respectivamente. Do mesmo modo, Goldberg *et al.*¹⁶ observaram um aumento significativo de 29% na hemoglobina do soro, enquanto no

estudo de Musavian *et al.*³³ o aumento foi de até 0,6 mmol/L.

Quanto aos resultados nos níveis séricos de cálcio, fósforo e sódio, a nosso conhecimento, nenhum estudo mostrou alterações significativas. Além disso, dois estudos recentes avaliaram esses eletrólitos, sem resultados relevantes.^{34,35} Finalmente, os resultados nos níveis séricos de PCR diminuíram após um protocolo de 8 semanas em 21 pacientes.³⁶ Nossos resultados não mostraram essa diminuição em PCR e isso não pode ser explicado neste momento. No entanto, pode-se considerar que diferentes resultados podem ser explicados pelas diferentes populações examinadas.

No presente estudo, documentamos uma clara melhora significativa na função cardíaca, pois observamos um aumento no DDVE e FE após CRehab (Tabela 4). Na verdade, poucos estudos abordaram a função cardíaca usando ECHO após esse protocolo. O estudo anterior de Deligiannis *et al.*²¹ aplicou exercícios aeróbicos intradialíticos durante 3 meses por 30 minutos com 60 a 70% de FCM e aumento observado de FE. Além disso, Momeni *et al.*³² usaram o mesmo protocolo do grupo de Deligiannis *et al.*²¹ e relataram aumento da FE e das funções sistólica e diastólica do VE.

A explicação para esses resultados pode residir em um melhor condicionamento do coração com adaptação ao exercício aeróbio, observado regularmente em indivíduos normais. Além disso, os pacientes

deste estudo apresentaram pressão arterial no intervalo normal antes dos procedimentos (Tabela 2), e também os níveis de FE nos valores normais (Tabela 4). Todos esses resultados dão suporte à noção de massa ventricular preservada, ainda capaz de reagir no mecanismo de adaptação de Frank Starling ao estresse do exercício proposto e à demanda aeróbia.

Finalmente, os resultados da avaliação da qualidade de vida pelo questionário SF-36 demonstraram que o protocolo CRehab foi de grande benefício, pois promoveu uma melhoria significativa em três domínios: o funcionamento físico, a dor corporal e a vitalidade (Tabela 4). Estudos anteriores de outros grupos também encontraram resultados positivos nos mesmos domínios.^{2,17,22,37} Entre esses estudos, apenas dois deles apresentaram resultados significativos na função emocional e na percepção geral da saúde.^{22,37} Na verdade, pode-se especular sobre o novo sentimento de bem-estar após o progresso alcançado no condicionamento físico e na verdadeira melhora da função cardíaca. No entanto, são necessários estudos mais específicos para abordar esta questão.

Em conclusão, o presente estudo aplicando um protocolo intradialítico de reabilitação cardiopulmonar proposto a pacientes em hemodiálise, com exercícios aeróbicos supervisionados e controlados, demonstrou claramente um efeito benéfico na capacidade funcional, função cardíaca com aumento de FE e DDVE e sinais subjetivos de melhoria na qualidade de vida. Essas descobertas sugerem fortemente que um programa cuidadoso e supervisionado de reabilitação cardiopulmonar em pacientes renais em diálise pode ser aplicado de forma mais intensa, a fim de diminuir a incidência de morbidade e mortalidade cardiovascular e melhorar a qualidade de vida dessa população de pacientes.

AGRADECIMENTOS

Os autores desejam reconhecer o apoio da Divisão de Nefrologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro e a cooperação de todos os pacientes que participaram deste estudo. Agradecemos ao Dr. André Luis Barreira por sua inestimável assistência na conclusão do manuscrito.

REFERÊNCIAS

- Coelho DM, Ribeiro JM, Soares DD. Exercícios físicos durante a hemodiálise: uma revisão sistemática. *J Bras Nefrol* 2008;30:88-98.
- Cheema BS, Singh MA. Exercise training in patients receiving maintenance hemodialysis: a systematic review of clinical trials. *Am J Nephrol* 2005;25:352-64. DOI: <http://dx.doi.org/10.1159/000087184>
- Moore GE, Painter PL, Brinker KR, Stray-Gundersen J, Mitchell JH. Cardiovascular response to submaximal stationary cycling during hemodialysis. *Am J Kidney Dis* 1998;31:631-7. DOI: <http://dx.doi.org/10.1053/ajkd.1998.v31.pm9531179>
- Singh SJ, Puhon MA, Andrianopoulos V, Hernandez NA, Mitchell KE, Hill CJ, et al. An official systematic review of the European Respiratory Society/American Thoracic Society: measurement properties of field walking tests in chronic respiratory disease. *Eur Respir J* 2014;44:1447-78. DOI: <http://dx.doi.org/10.1183/09031936.00150414>
- Ciconelli RM, Ferraz MB, Santos W, Meinão I, Quaresma MR. Tradução para a língua portuguesa e validação do questionário genérico de avaliação de qualidade de vida SF-36 (Brasil SF-36). *Rev Bras Reumatol* 1999;39:143-50.
- Borg GA. Psychophysical basis of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc* 1982;14:377-81.
- Cortez AA, Ferraz A, Nóbrega ACL, Brunetto AF, Herdy AH, Hossri CAC, et al. Diretriz de Reabilitação Cardiopulmonar e Metabólica: Aspectos Práticos e Responsabilidades. *Arq Bras Cardiol* 2006;86:75-82.
- American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation; American College of Cardiology Foundation; American Heart Association Task Force on Performance Measures (Writing Committee to Develop Clinical Performance Measures for Cardiac Rehabilitation). Thomas RJ, King M, Lui K, Oldridge N, Piña IL, Spertus J. AACVPR/ACCF/AHA 2010 Update: Performance Measures on Cardiac Rehabilitation for Referral to Cardiac Rehabilitation/Secondary Prevention Services Endorsed by the American College of Chest Physicians, the American College of Sports Medicine, the American Physical Therapy Association, the Canadian Association of Cardiac Rehabilitation, the Clinical Exercise Physiology Association, the European Association for Cardiovascular Prevention and Rehabilitation, the Inter-American Heart Foundation, the National Association of Clinical Nurse Specialists, the Preventive Cardiovascular Nurses Association, and the Society of Thoracic Surgeons. *J Am Coll Cardiol* 2010;56:1159-67.
- Herdy AH, López-Jimenez F, Terzic CP, Milani M, Stein R, Carvalho T; Sociedade Brasileira de Cardiologia. Diretriz Sul-Americana de Prevenção e Reabilitação Cardiovascular. *Arq Bras Cardiol* 2014;103:1-31.
- Tanaka H, Monahan KD, Seals DR. Age-predicted maximal heart rate revisited. *J Am Coll Cardiol* 2001;37:153-6. PMID: 11153730 DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0735-1097\(00\)01054-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0735-1097(00)01054-8)
- Karvonen MJ, Kentala E, Mustala O. The effects of training on heart rate; a longitudinal study. *Ann Med Exp Biol Fenn* 1957;35:307-15. PMID: 13470504
- Daugirdas JT. Second generation logarithmic estimates of single-pool variable volume Kt/V: an analysis of error. *J Am Soc Nephrol* 1993;4:1205-13.
- Kurella Tamura M, Covinsky KE, Chertow GM, Yaffe K, Landefeld CS, McCulloch CE. Functional status of elderly adults before and after initiation of dialysis. *N Engl J Med* 2009;361:1539-47. PMID: 19828531 DOI: <http://dx.doi.org/10.1056/NEJMoa0904655>
- Lopes AA, Lantz B, Morgenstern H, Wang M, Bieber BA, Gillespie BW, et al. Associations of self-reported physical activity types and levels with quality of life, depression symptoms, and mortality in hemodialysis patients: the DOPPS. *Clin J Am Soc Nephrol* 2014;9:1702-12. DOI: <http://dx.doi.org/10.2215/CJN.12371213>
- Wang XH, Mitch WE. Mechanisms of muscle wasting in chronic kidney disease. *Nat Rev Nephrol* 2014;10:504-16. DOI: <http://dx.doi.org/10.1038/nrneph.2014.112>
- Goldberg AP, Geltman EM, Hagberg JM, Gavin JR 3rd, Delmez JA, Carney RM, et al. Therapeutic benefits of exercise training for hemodialysis patients. *Kidney Int Suppl* 1983;16:S303-9. PMID: 6588267

17. Painter PL, Hector L, Ray K, Lynes L, Paul SM, Dodd M, et al. Effects of exercise training on coronary heart disease risk factors in renal transplant recipients. *Am J Kidney Dis* 2003;42:362-9. PMID: 12900820 DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0272-6386\(03\)00673-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0272-6386(03)00673-5)
18. Johansen KL. Exercise in the end-stage renal disease population. *J Am Soc Nephrol* 2007;18:1845-54. DOI: <http://dx.doi.org/10.1681/ASN.2007010009>
19. Fallahi M, Shahrzad S, Arajzadegan Z. The Effect of Intradialytic Exercise on Dialysis Efficacy, Serum Phosphate, Hemoglobin and Blood Pressure Control and Comparison between Two Exercise Programs in Hemodialysis Patients. *J Isfahan Med School* 2008;26:152-61.
20. Mohseni R, Emami Zeydi A, Ilali E, Adib-Hajbaghery M, Makhloogh A. The effect of intradialytic aerobic exercise on dialysis efficacy in hemodialysis patients: a randomized controlled trial. *Oman Med J* 2013;28:345-9. DOI: <http://dx.doi.org/10.5001/omj.2013.99>
21. 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. PMID: 10501340 DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0167-5273\(99\)00090-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0167-5273(99)00090-X)
22. Ouzouni S, Kouidi E, Sioulis A, Grekas D, Deligiannis A. Effects of intradialytic exercise training on health-related quality of life indices in haemodialysis patients. *Clin Rehabil* 2009;23:53-63. DOI: <http://dx.doi.org/10.1177/0269215508096760>
23. DePaul V, Moreland J, Eager T, Clase CM. The effectiveness of aerobic and muscle strength training in patients receiving hemodialysis and EPO: a randomized controlled trial. *Am J Kidney Dis* 2002;40:1219-29. PMID: 12460041 DOI: <http://dx.doi.org/10.1053/ajkd.2002.36887>
24. Solway S, Brooks D, Lacasse Y, Thomas S. A qualitative systematic overview of the measurement properties of functional walk tests used in the cardiorespiratory domain. *Chest* 2001;119:256-70. DOI: <http://dx.doi.org/10.1378/chest.119.1.256>
25. Ângelo LCS, Vieira MLC, Rodrigues SL, Morelato RL, Pereira AC, Mill JC, et al. Valores de referência de medidas ecocardiográficas em amostra da população brasileira adulta assintomática. *Arq Bras Cardiol* 2007;89:184-90.
26. Najas CS, Pissulin FDM, Pacagnelli FL, Betônico GN, Almeida IC, Neder JA. Segurança e eficácia no treinamento físico na insuficiência renal crônica. *Rev Bras Med Esporte* 2009;15:384-88. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1517-86922009000600013>
27. Segura-Ortí E, Kouidi E, Lisón JF. Effect of resistance exercise during hemodialysis on physical function and quality of life: randomized controlled trial. *Clin Nephrol* 2009;71:527-37. DOI: <http://dx.doi.org/10.5414/CNP71527>
28. Koh KP, Fassett RG, Sharman JE, Coombes JS, Williams AD. Effect of intradialytic versus home-based aerobic exercise training on physical function and vascular parameters in hemodialysis patients: a randomized pilot study. *Am J Kidney Dis* 2010;55:88-99. PMID: 19932545 DOI: <http://dx.doi.org/10.1053/j.ajkd.2009.09.025>
29. Fitts SS. Physical benefits and challenges of exercise for people with chronic renal disease. *J Ren Nutr* 1997;7:123-28. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S1051-2276\(97\)90062-5](http://dx.doi.org/10.1016/S1051-2276(97)90062-5)
30. Reboredo MM, Faria RS, Portes LH, Mol CG, Pinheiro BV, Paula RB. Exercício aeróbico durante a hemodiálise: relato de cinco anos de experiência. *Fisioter Mov* 2011;24:239-46. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-51502011000200005>
31. Kong CH, Tattersall JE, Greenwood RN, Farrington K. The effect of exercise during haemodialysis on solute removal. *Nephrol Dial Transplant* 1999;14:2927-31. PMID: 10570099 DOI: <http://dx.doi.org/10.1093/ndt/14.12.2927>
32. Momeni A, Nematollahi A, Nasr M. Effect of intradialytic exercise on echocardiographic findings in hemodialysis patients. *Iran J Kidney Dis* 2014;8:207-11.
33. Musavian AS, Soleimani A, Masoudi Alavi N, Baseri A, Savari F. 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* 2015;4:e25922. DOI: <http://dx.doi.org/10.17795/nmsjournal25922>
34. Parsons TL, Toffelmire EB, King-VanVlack CE. Exercise training during hemodialysis improves dialysis efficacy and physical performance. *Arch Phys Med Rehabil* 2006;87:680-7. PMID: 16635631 DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apmr.2005.12.044>
35. Makhloogh A, Ilali E, Mohseni R, Shahmohammadi S. Effect of intradialytic aerobic exercise on serum electrolytes levels in hemodialysis patients. *Iran J Kidney Dis* 2012;6:119-23.
36. Afshar R, Shegarfy L, Shavandi N, Sanavi S. Effects of aerobic exercise and resistance training on lipid profiles and inflammation status in patients on maintenance hemodialysis. *Indian J Nephrol* 2010;20:185-9. DOI: <http://dx.doi.org/10.4103/0971-4065.73442>
37. Matsumoto Y, Furuta A, Furuta S, Miyajima M, Sugino T, Nagata K, et al. The impact of pre-dialytic endurance training on nutritional status and quality of life in stable hemodialysis patients (Sawada study). *Ren Fail* 2007;29:587-93. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/08860220701392157>