

## Impacto de um programa precoce de fisioterapia após transplante renal durante a internação: um estudo clínico randomizado controlado

Impact of an early physiotherapy program after kidney transplant during hospital stay: a randomized controlled trial

### Autores

Tatiana Onofre<sup>1</sup>  
 Julio Flavio Fiore Junior<sup>2</sup>  
 César Ferreira Amorim<sup>1</sup>  
 Suzana Tanni Minamoto<sup>3</sup>  
 Denise de Moraes Paisani<sup>4</sup>  
 Luciana Dias Chiavegato<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Cidade de São Paulo, Programa de Fisioterapia, São Paulo - SP, Brasil.

<sup>2</sup> McGill University, Steinberg-Bernstein Centre for Minimally Invasive Surgery and Innovation, Health Centre, Montréal - QC, Canada.

<sup>3</sup> Universidade Estadual Paulista, Escola de Medicina, Departamento de Clínica Médica, Botucatu - SP, Brasil.

<sup>4</sup> Universidade de São Paulo, Escola de Medicina, Departamento de Fisioterapia, São Paulo - SP, Brasil.

Data de submissão: 20/12/2016.  
 Data de aprovação: 22/05/2017.

**Correspondência para:**  
 Tatiana Onofre.  
 E-mail: tatianaonofre@hotmail.com

DOI: 10.5935/0101-2800.20170075

### RESUMO

**Introdução:** Distúrbios cardiorrespiratórios e musculoesqueléticos são comuns no período pós-operatório de pacientes de transplante renal, e são frequentemente acompanhados por baixa tolerância a exercícios. **Objetivo:** O presente estudo pretendeu avaliar o impacto de um programa precoce de fisioterapia durante a internação sobre a capacidade funcional e força muscular periférica e respiratória após transplante renal. **Métodos:** Foi realizado um estudo clínico randomizado aberto com pacientes submetidos a transplantes renais com doadores vivos. Sessenta e três pacientes foram incluídos (grupo de intervenção GI: n = 30; grupo de controle - GC: n = 33). O GI recebeu o programa precoce de fisioterapia a partir do primeiro dia de pós-operatório até a alta hospitalar e o GC recebeu tratamento padrão. As variáveis de interesse foram medidas no pré-operatório e na alta, exceto por força muscular respiratória e capacidade vital (CV), que foram medidas no primeiro dia de pós-operatório. A capacidade funcional foi avaliada através do teste da caminhada dos seis minutos (TC6); força muscular periférica e respiratória com o uso de um dinamômetro e um manovacuômetro, respectivamente; e a CV por meio de um espirômetro. **Resultados:** Após a cirurgia houve reduções na capacidade funcional de caminhar e na força muscular respiratória sem diferenças entre os grupos ( $p > 0,05$ ); contudo, a força muscular respiratória foi significativamente mais elevada no GI ( $p < 0,001$ ) no momento da alta hospitalar em comparação ao GC. **Conclusões:** O programa precoce de fisioterapia oferecido durante a internação dos pacientes submetidos a transplantes renais com doadores vivos produziu uma menor redução da força muscular respiratória e não resultou em benefícios adicionais na capacidade funcional, apesar da relevância clínica desse achado ser incerta.

**Palavras-chave:** transplante renal; modalidades de fisioterapia; força muscular; capacidade vital

### ABSTRACT

**Introduction:** Cardiorespiratory and musculoskeletal dysfunctions are common in the postoperative period of kidney transplant patients and are often accompanied by low exercise tolerance. **Objective:** The purpose of this study was to evaluate the impact of an early physiotherapy program during hospital stay on functional capacity and peripheral and respiratory muscle strength after kidney transplant. **Methods:** An open, randomized clinical trial was conducted in patients undergoing living donor kidney transplant. Sixty-three patients were included (intervention group-IG: n = 30; control group-CG: n = 33). IG received an early physiotherapy program from first postoperative day until hospital discharge and CG received standard care. The variables of interest were measured preoperatively and at discharge except for respiratory muscle strength and vital capacity (VC), which were also measured on the first postoperative day. Functional capacity was evaluated through six-minute walk test (6MWT); peripheral and respiratory muscle strength using a dynamometer and manovacuometer, respectively; and VC through spirometer. **Results:** After surgery, there was a reduction in functional walking capacity and peripheral muscle strength without different between groups ( $p > 0.05$ ); however, respiratory muscle strength was significantly higher in IG ( $p < 0.001$ ) at hospital discharge, when comparing with CG. **Conclusions:** An early physiotherapy program during hospitalization for patients undergoing living donor kidney transplant caused a lower reduction in respiratory muscle strength and without additional benefits in the functional capacity, when compared to a control group, although the clinical relevance of this finding is uncertain.

**Keywords:** kidney transplantation; physical therapy modalities; muscle strength; vital capacity.

## INTRODUÇÃO

Vários estudos demonstraram que pacientes com doença renal crônica apresentam redução em sua capacidade de realizar exercícios físicos.<sup>1-3</sup> Apesar dos benefícios do transplante renal para indivíduos com doença renal terminal, distúrbios cardiopulmonares e musculoesqueléticos são comuns após a cirurgia.<sup>4-6</sup> Como em qualquer procedimento intra-abdominal, os pacientes submetidos a transplante renal apresentam queda da função pulmonar no pós-operatório por conta da anestesia geral e da inibição diafragmática.<sup>7,8</sup> A fraqueza muscular pós-operatória e a redução da tolerância a exercícios<sup>9</sup> também são frequentemente observadas e podem significativamente afetar a qualidade de vida dos pacientes.<sup>10,11</sup> Não se sabe se tais fatos se devem a alterações da fisiologia dos músculos esqueléticos relacionadas à doença ou por conta da redução do nível de atividade física após o transplante.<sup>12</sup>

Nos últimos anos tem crescido o interesse nas intervenções com exercícios para pacientes com doença renal crônica.<sup>13</sup> Contudo, não existe um programa de exercícios recomendado para receptores de transplante renal. Uma revisão sistemática sugeriu, com base em estudos clínicos com baixa qualidade metodológica, que os benefícios de tais intervenções são pouco claros.<sup>14</sup> Muito pouca atenção tem sido devotada aos efeitos de um programa de exercícios após o transplante renal,<sup>6</sup> especialmente no tocante ao melhor momento para iniciar tal programa, por quanto tempo executá-lo e o nível de intensidade necessário às suas atividades.

Conduzimos um estudo clínico randomizado com a intenção de produzir evidências sobre o papel de intervenções precoces com exercícios para pacientes submetidos a transplantes renais com doadores vivos. Assim, o objetivo do presente estudo foi avaliar o impacto de um programa precoce de fisioterapia durante a internação sobre a capacidade funcional e força muscular periférica e respiratória após o transplante renal. Nossa hipótese é que os pacientes que receberam o programa precoce de fisioterapia teriam maior probabilidade de caminhar distâncias maiores e apresentar níveis mais elevados de força muscular respiratória na alta hospitalar do que os que receberam apenas o tratamento padrão.

## MÉTODOS

### DELINEAMENTO DO ESTUDO

O presente estudo clínico aberto randomizado paralelo e pragmático foi protocolado no Registro Brasileiro

de Ensaios Clínicos (RBR-65G6XZ) e aprovado pelo comitê de ética local (protocolo 0271/11). Todos os participantes assinaram termo de consentimento informado. Após assinar o termo de consentimento informado, os pacientes foram submetidos à avaliação inicial. Depois, os pacientes cirúrgicos foram aleatoriamente divididos em dois grupos, o grupo de controle (GC) e o grupo de intervenção (GI). O esquema de randomização foi gerado por computador e implementado por um investigador não envolvido no recrutamento e tratamento dos pacientes. A alocação foi sigilosamente feita com o uso de envelopes opacos fechados numerados sequencialmente. No primeiro dia de tratamento os envelopes foram abertos pelo fisioterapeuta encarregado dos tratamentos. Os pacientes foram informados que receberiam um de dois diferentes programas de fisioterapia. No pós-operatório, todos os pacientes foram avaliados em função das mesmas variáveis do período pré-operatório.

### PARTICIPANTES

Pacientes adultos (idade  $\geq 18$  anos) internados para transplantes renais com doadores vivos num hospital terciário (Hospital do Rim e Hipertensão, São Paulo) foram incluídos no presente estudo. Os pacientes foram excluídos segundo o seguinte critério: mais de 24 horas em ventilação mecânica e unidade de terapia intensiva, reoperação, óbito intraoperatório, contraindicação para a realização das medições ou tratamentos propostos.

### INTERVENÇÕES

Todos os grupos receberam informações no pré-operatório sobre a importância da tosse e da mobilização precoce por um fisioterapeuta. Os pacientes do GC receberam o tratamento padrão de nossa instituição, com consultas diárias com um fisioterapeuta para estimular a mobilização não supervisionada, incluindo deambulação no corredor e três séries de dez repetições de respiração profunda.

Os pacientes do GI receberam sessões de fisioterapia diárias supervisionadas com duração aproximada de 30 minutos a partir do primeiro dia do pós-operatório (1º dia de PO) até a alta hospitalar. O protocolo específico de fisioterapia era assim planejado: 1º dia de PO: os pacientes (1) realizavam três séries com dez repetições de exercícios de respiração associados a elevação dos membros superiores em posição sentada, (2) caminhavam num corredor de 30 metros

(quatro voltas) com o auxílio de um fisioterapeuta que estimulava aumentos de intensidade e velocidade dentro dos níveis tolerados pelo paciente e (3) realizavam cinco repetições de exercícios de step utilizando degrau de 25 cm.

2<sup>a</sup> dia de PO: repetição do 1<sup>a</sup> dia de PO com a inclusão de (1) exercícios de resistência para os membros superiores (três séries de dez repetições de elevação diagonal para os ombros e flexões de cotovelo) com carga de treinamento determinada em função da tolerância (na média, mulheres e homens utilizaram pesos de 2 Kg e 4 Kg, respectivamente) e (2) duas repetições de exercícios de subida de escadas (subir e descer um lance de escada com 12 degraus de 25 cm cada). Do 3<sup>a</sup> dia de PO até a alta: o mesmo que no 2<sup>a</sup> dia de PO com aumento da subida de escadas (uma repetição por dia) e exercícios de caminhada (uma volta por dia). Durante as sessões, todos os pacientes realizaram exercícios com intervalos de repouso de pelo menos dois minutos entre as séries.

#### DESFECHOS

A medida de desfecho de interesse primário foi a capacidade de caminhada funcional (TC6) medida no pré-operatório e na alta. As variáveis secundárias incluíam força muscular respiratória (pressão inspiratória máxima - P<sub>I</sub>max; e pressão expiratória máxima - P<sub>E</sub>max) e capacidade vital, medidas no pré-operatório, no primeiro dia de pós-operatório e na alta, além da força muscular periférica dos membros superiores e inferiores, medida no pré-operatório e na alta. A capacidade funcional foi avaliada pelo TC6 e o teste foi executado segundo os procedimentos descritos pela American Thoracic Society (ATS, 2002)<sup>15</sup>.

A força muscular periférica foi avaliada pela medição da força máxima de contração isométrica voluntária utilizando um dinamômetro com sensor de deformação (TRF\_200, EMG System do Brasil) com sensibilidade de 2 mV/V e capacidade máxima de medição de 200 kgf.<sup>16</sup> Para registrar os sinais do dinamômetro, utilizamos um sistema de aquisição de sinais modelo EMG200 (EMG System do Brasil), composto por um conversor A/D com resolução de 16 bits e frequência de amostragem programada em 200 Hz por canal, filtro de passa baixo de 100 Hz e amplificação de ganho de 600 vezes, rejeitando, assim, o módulo comum > 100 dB. Os dados foram armazenados em arquivos com o auxílio do mesmo software, o V1.2 EMGLab, do mesmo fabricante.<sup>17</sup> Para os membros

inferiores (MI) em posição reta, avaliamos a cadeia dos músculos extensores do joelho no membro contralateral à incisão cirúrgica do paciente (Figura 1a). O grupo muscular analisado para força dos membros superiores (MS) foi a cadeia do flexor do cotovelo contralateral à fístula arteriovenosa, que é o membro dominante na ausência da fístula (Figura 1b). Os valores normais previstos para força de MS e MI foram calculados utilizando os valores propostos por Bohannon.<sup>16</sup>

A força muscular respiratória foi avaliada com um manovacuômetro (GlobalMed) conectado a um bico com um orifício de diâmetro de 2 mm para evitar que os músculos faciais contribuíssem gerando pressão. Os pacientes permaneceram sentados durante a avaliação. Três medições foram feitas, cada uma partindo da capacidade residual funcional para P<sub>I</sub>max e capacidade pulmonar total para P<sub>E</sub>max. A mais alta de três medições foi registrada. Os valores foram expressos como valores absolutos e percentagens, previstos de acordo com Neder, Andreoni, Lerario e Nery (1999).<sup>18</sup> A capacidade vital foi medida com um espirômetro de Wright (Ferraris Mark 8) conectado a um bocal. Foi utilizada uma presilha nasal para evitar que o ar escapasse pelo nariz. Os pacientes foram solicitados a executar uma inspiração profunda máxima e depois uma expiração completa.<sup>19</sup> Em todos os momentos (pré-operatório, primeiro dia de pós-operatório e na alta hospitalar) medições foram feitas na seguinte ordem: CV, P<sub>I</sub>max e P<sub>E</sub>max.

#### ANÁLISE ESTATÍSTICA

O tamanho da amostra foi calculado com base nos parâmetros funcionais do TC6, esperando uma diferença mínima de 75 ± 100 metros<sup>20</sup> entre os momentos pré- e pós-intervenção com uma potência de 80%. Um alfa de 5% foi determinado e uma amostra de 28 pacientes por grupo foi utilizada. As variáveis de interesse foram submetidas ao teste de normalidade de Kolmogorov-Sminov (K-S), e exceto nos casos especificados, os dados foram apresentados na forma de média e desvios padrão. Foi utilizado o teste do qui-quadrado para analisar as diferenças entre grupos de variáveis categóricas.

Para testar a hipótese de diferença das variáveis intra e intergrupos (P<sub>I</sub>max, P<sub>E</sub>max, CV), utilizamos medidas repetidas de ANOVA considerando o fator grupo (GC e GI) e tempo (pré-operatório, 1<sup>a</sup> dia de PO, alta). O teste a posteriori de Tukey foi utilizado

**Figura 1.** Posicionamento para medição de força dos membros superiores (A) e inferiores (B)

para identificar tais diferenças, caso elas existissem. Utilizamos o teste *t* pareado para analisar a diferença das variáveis (MI, MS, TC6) entre pré-operatório e alta, e o teste *t* para variáveis independentes para avaliar a diferença do  $\Delta$ TC6 entre GC e GI. Todas as análises foram realizadas no programa SPSS para Windows, versão 20 (SPSS Inc., Chicago, IL, EUA). P-valores de 0,05 foram considerados significativos.

## RESULTADOS

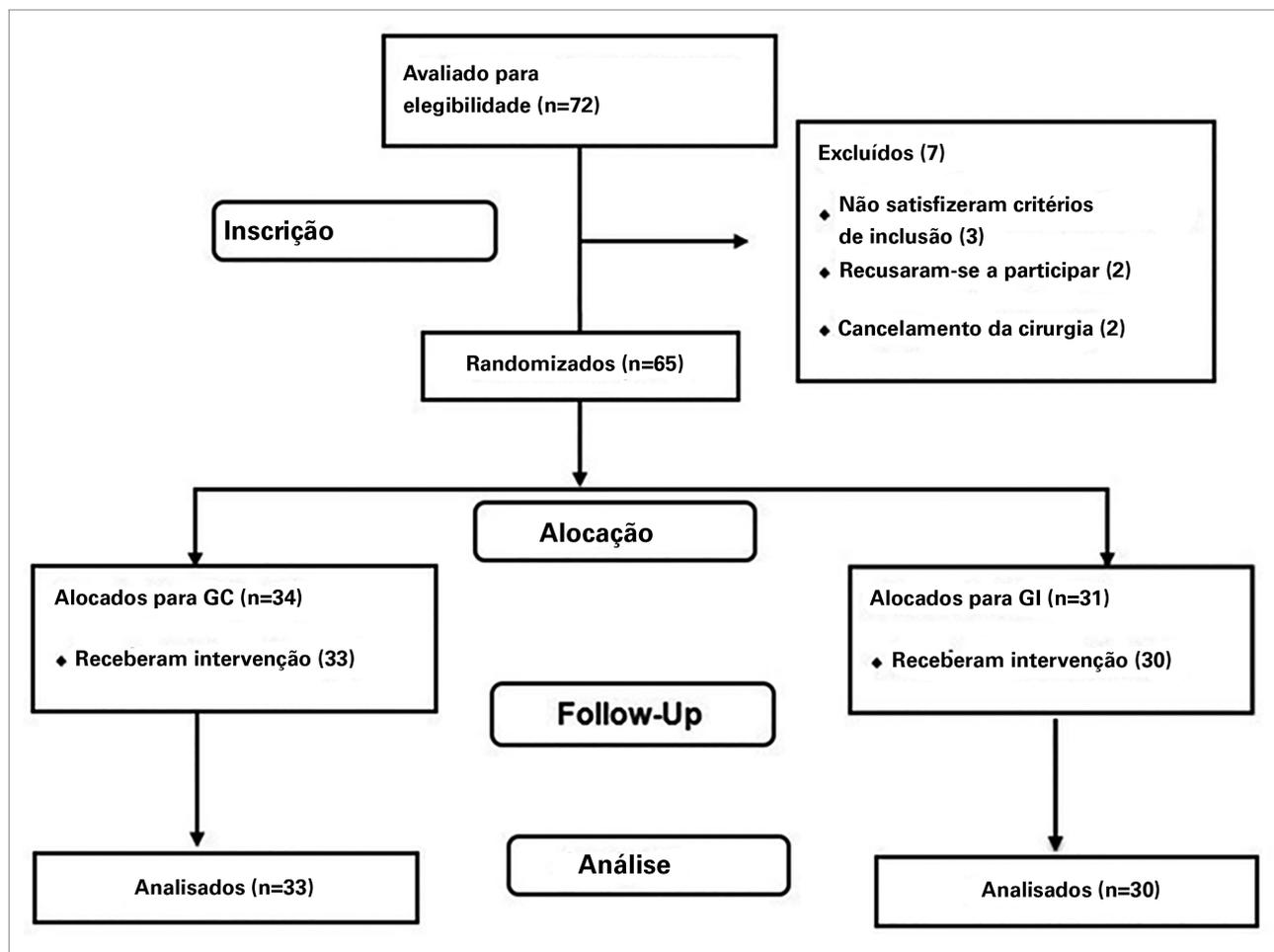
Setenta e dois pacientes foram recrutados e 63 incluídos no estudo, divididos entre GC ( $n = 33$ ) e GI ( $n = 30$ ). Sete pacientes foram excluídos pelos motivos apresentados na Figura 2. As características pré-operatórias e cirúrgicas dos pacientes são descritas na Tabela 1. Não houve diferenças em termos de idade, tempo em diálise, duração da internação e características clínicas entre GI e GC ( $p > 0,05$ ).

Apesar de ter havido uma redução significativa ( $p < 0,001$ ) em ambos os grupos comparados na distância do TC6 na alta hospitalar, nenhuma diferença foi

identificada em relação ao  $\Delta$ TC6 entre GI e GC ( $p = 0,29$ ; Tabela 2). No período pré-operatório, os dois grupos apresentaram valores previstos semelhantes ( $p > 0,05$ ) para força de membros superiores e inferiores (MS = GC:  $97,8 \pm 44,1\%$  x GI:  $116,1 \pm 44,2\%$ , e MI = GC:  $102,1 \pm 31,1\%$  x GI:  $122,5 \pm 56,9\%$ ), sem diferença significativa no momento da alta hospitalar (Tabela 2).

Como esperado, nossos resultados exibiram redução significativa na força muscular respiratória no 1º dia de PO tanto no GC (P<sub>max</sub> = 9,0%, P<sub>E</sub><sub>max</sub> = 34,9%) como no GI (P<sub>max</sub> = 11,6%, P<sub>E</sub><sub>max</sub> = 26,2%). Apesar de presentes na alta hospitalar e de não se apresentarem no pré-operatório, o GI exibiu uma redução menor de P<sub>max</sub> (0,4% x 3,1%) e P<sub>E</sub><sub>max</sub> (11,3% x 21,8%) em relação ao GC (Tabela 3). Os dois grupos também apresentaram redução da CV no primeiro dia de pós-operatório (GC: 27,2% e GI: 20,5%;  $p < 0,001$ ), com aumento na alta hospitalar, mas sem diferenças quando comparados aos valores no pré-operatório. Contudo, o GI apresentou

Figura 2. Fluxograma do estudo


**TABELA 1** CARACTERIZAÇÃO E FATORES DEMOGRÁFICOS DOS GRUPOS DE CONTROLE E INTERVENÇÃO

	GC (n = 33)	GI (n = 30)	p-valor
Homens, n (%)	23 (69,7)	17 (56,7)	0,28*
Idade (anos), média (DP)	35,6 (10,4)	37,0 (9,2)	0,56**
Hipertensão, n (%)	32,0 (97,0)	26,0 (87,0)	0,34*
Diabetes, n (%)	3,0 (1,0)	0,0 (0,0)	0,42*
Cr sérica (mg/dL), média (DP)	9,6 (1,9)	9,1 (1,7)	0,84**
Hemoglobina (mg/dL), média (DP)	12,4 (2,7)	11,9 (2,2)	0,79**
Diálise (meses), média (DP)	18,7 (17,8)	13,8 (13,1)	0,72**
Duração da internação (dias), média (DP)	7,1 (3,5)	6,7 (2,2)	0,64**

GC, grupo de controle; GI, grupo de intervenção; DP, desvio padrão; Cr, creatinina. \*teste do qui-quadrado \*\*teste t para amostras independentes.

valores próximos aos iniciais (Tabela 3). As medições repetidas de ANOVA revelaram diferença significativa ( $p < 0,001$ ) entre os grupos apenas para P<sub>Imax</sub> e P<sub>E<sub>max</sub></sub>. Os dois grupos exibiram redução significativa na creatinina sérica na alta hospitalar, 2,1 (1,3) e 2,7 (1,1) mg/dL para GC e GI respectivamente, mas sem diferenças estatísticas entre os grupos.

## DISCUSSÃO

Os resultados do presente estudo demonstram que um programa precoce de fisioterapia para pacientes submetidos a transplantes renais com doadores vivos não afetou a capacidade funcional de caminhar dos pacientes ou a força muscular periférica em relação aos indivíduos submetidos ao tratamento padrão. Entretanto, os pacientes do GI apresentaram claramente melhor força muscular respiratória em relação aos do GC. Até onde sabemos, apenas um estudo avaliou o efeito de exercícios no pós-operatório imediato de pacientes de transplante renal, concentrando-se, contudo, nos marcadores bioquímicos da função do enxerto.<sup>21</sup>

**TABELA 2** FORÇA MUSCULAR E CAPACIDADE FUNCIONAL ANTES E APÓS O TRANSPLANTE DOS GRUPOS DE CONTROLE E INTERVENÇÃO

	GC (n = 33)			GI (n = 30)		
	Pré-operatório	Alta hospitalar	p-valor	Pré-operatório	Alta hospitalar	p-valor
Força MS (N)	23,7 (8,7)	21,4 (9,9)	0,13*	25,2 (8,3)	22,2 (5,8)	0,06*
Força MI(N)	52,5 (18,0)	51,3 (16,7)	0,67*	53,2 (16,0)	50,8 (13,0)	0,44*
TC6 (m)	584,9 (99,2)	502,4 (100,9)	< 0,001*	598,7 (72,2)	537,6 (83,7)	< 0,001*
ΔTC6 (m)	-82,5 (78,9)		-61,1 (81,8)	0,29**		
%previsto TC6	86,9 (12,6)	75,0 (15,6)	< 0,001*	88,7 (11,9)	79,5 (11,1)	< 0,001*
Δ%previsto TC6	-11,9 (11,3)		-9,2 (12,0)	0,36**		

Dados expressos como média (desvio padrão). GC, grupo de controle; GI, grupo de intervenção; MS, membros superiores; MI, membros inferiores; N, newtons; TC6, teste da caminhada dos 6 minutos; m, metros, \*teste t pareado entre pré-operatório e alta hospitalar. \*\*teste t para amostras independentes entre GC e GI.

**TABELA 3** FORÇA MUSCULAR RESPIRATÓRIA E CAPACIDADE VITAL DOS PACIENTES DOS GRUPOS DE CONTROLE E INTERVENÇÃO

	GC (n = 33)			GI (n = 30)			p-values*		
	Pré-operatório	1o dia PO	Alta Hospitalar	Pré-operatório	1o dia PO	Alta Hospitalar	Tempo	Grupo	Intereação
PI <sub>max</sub> (cmH <sub>2</sub> O)	78,6 (27,4)	69,6 (27,8)	75,2 (27,2)	89,2 (26,5)	76,6 (27,8)	88,2 (23,1)	0,03 <sup>a,c</sup>	< 0,001	0,38
%previsto PI <sub>max</sub>	67,1 (21,2)	58,1 (22,6)	64,0 (20,4)	80,4 (23,0)	68,8 (21,7)	80,0 (20,7)	< 0,001 <sup>a,c</sup>	< 0,01	0,56
PE <sub>max</sub> (cmH <sub>2</sub> O)	102,3 (19,1)	61,7 (23,3)	75,2 (26,3)	107,2 (17,4)	77,0 (22,2)	102,0 (21,3)	< 0,001 <sup>a,b,c</sup>	< 0,001	< 0,01
%previsto PE <sub>max</sub>	84,4 (19,3)	49,5 (20,8)	62,6 (23,9)	94,7 (23,3)	68,5 (26,7)	83,4 (24,1)	< 0,001 <sup>a,b,c</sup>	< 0,001	< 0,01
CV (L/min)	3,3 (1,1)	2,4 (1,0)	3,0 (1,0)	3,4 (1,1)	2,7 (1,0)	3,4 (1,0)	< 0,001 <sup>a,c</sup>	0,35	0,19

Dados expressos como média (desvio padrão). GC, grupo de controle; GI, grupo de intervenção; 1º PO, primeiro dia de pós-operatório; PI<sub>max</sub>, pressão inspiratória máxima; PE<sub>max</sub>, pressão expiratória máxima; CV, capacidade vital. \*ANOVA medições repetidas: <sup>a</sup> 1º PO apresentou diferença significativa em relação ao pré-operatório; <sup>b</sup> Alta hospitalar apresentou diferença significativa em relação ao pré-operatório; <sup>c</sup> Alta hospitalar apresentou diferença significativa em relação ao 1º PO.

Nossa hipótese era que a intervenção utilizada no GI fosse pelo menos 20% mais eficaz que as simples orientações para melhorar a distância no TC6. No entanto, a hipótese não se confirmou. Numa revisão sistemática recente, Heiwe e Jacobson (2011)<sup>14</sup> mostraram evidências de que um programa de exercícios após transplante tem benefícios em potencial sobre a capacidade de realizar atividades físicas e caminhar. Contudo, em nosso estudo observamos que a capacidade funcional de caminhar foi semelhante entre o grupo que realizou exercícios supervisionados e o que recebeu o tratamento padrão.

Apesar de ser evidente a associação entre doença renal e disfunções de vários sistemas, incluindo musculatura periférica,<sup>14,22</sup> a população de nosso estudo era mais jovem, sofria da doença e estava em diálise

há menos tempo do que os indivíduos incluídos em estudos anteriores. Nossos pacientes tinham valores previstos normais para MS e MI<sup>17</sup> logo antes da cirurgia, o que corrobora essa hipótese. Por outro lado, Petersen *et al.* (2012)<sup>23</sup> descreveram função anormal da musculatura esquelética e elevação da anormal da fadigabilidade em pacientes em hemodiálise sem nenhuma outra diferença após transplante renal.

Em nosso estudo, o protocolo de exercícios iniciado imediatamente após o transplante renal não aumentou a distância percorrida no TC6 nem a força muscular. Sabemos que a capacidade de realizar atividades físicas como caminhadas pode ser limitada pelos sistemas muscular, cardíaco ou pulmonar.<sup>23</sup> Contudo, nossos pacientes tinham boas condições clínicas sem reduções significativas na força muscular

periférica ou na capacidade funcional de caminhar no pré-operatório, o que pode explicar nossos achados.

Corroborando nossos achados, Heiwe e Jacobson (2011)<sup>14</sup> mostraram que não há evidências de que um protocolo de exercícios após o transplante promova melhoras na força muscular periférica. Com relação à influência das limitações cardíacas sobre a distância de caminhada, não foi nosso objetivo avaliar parâmetros cardíacos. Contudo, a doença cardiovascular continua a ser a principal causa de mortalidade entre receptores de transplante renal,<sup>24-26</sup> e a maioria dos participantes de nosso estudo tinha hipertensão arterial. Além disso, a duração da sessão de intervenção e o número de sessões pode ter sido insuficiente para promover diferenças mensuráveis de força muscular com as medidas de desfecho utilizadas. Contudo, não há consenso sobre essas preocupações, e nosso programa de exercícios foi baseado na rotina da fisioterapia de nossa instituição.

Observamos uma redução na distância caminhada na alta hospitalar em relação ao período pré-operatório nos dois grupos, o que pode estar relacionado aos efeitos induzidos pela cirurgia. Com base em estudos anteriores, a maioria dos receptores de transplante renal não pratica nenhum tipo de exercício até 12 meses antes e após o transplante.<sup>24,27</sup> O fato de nossos resultados mostrarem que pacientes de ambos os grupos tinham capacidade funcional mais baixa na alta hospitalar poderia servir de variável preditora para manutenção da inatividade física após o transplante. Contudo, acreditamos que o grupo de treinamento se tornará mais ativo fisicamente após a alta em comparação ao grupo de controle, uma vez que foram submetidos a fisioterapia sistemática e supervisionada imediatamente após a cirurgia. Recentemente, Greenwood *et al.* (2015)<sup>26</sup>, num estudo clínico randomizado piloto de 12 semanas, concluíram que tanto treinamento aeróbico como intervenções de treinamento de resistência parecem ser viáveis e clinicamente benéficas para receptores de transplante renal. Com base nesses dados, podemos imaginar que uma média ao redor de sete dias de treinamento, como feito em nosso estudo, não seria suficiente para produzir diferenças estatisticamente significativas. Contudo, o objetivo de nosso estudo foi avaliar o efeito do programa de exercícios apenas durante a internação.

Vários estudos demonstraram que em comparação a cirurgia abdominal alta, a cirurgia abdominal baixa apresenta menor probabilidade de promover redução

do volume pulmonar e da força muscular respiratória no pós-operatório.<sup>28</sup> Nossos dados são corroborados por resultados obtidos na literatura.<sup>29,30</sup> Contudo, também observamos que o protocolo de exercícios induziu uma redução menor da força muscular respiratória e da CV em relação ao grupo de controle. Grams *et al.* (2012)<sup>31</sup>, numa recente meta-análise em que foram avaliados os efeitos de exercícios respiratórios sobre a recuperação da função pulmonar, demonstraram que melhoras significativas da pressão respiratória máxima podem ocorrer em pacientes que realizam exercícios de respiração após cirurgia abdominal alta. Apesar dos achados de Grams *et al.* (2012)<sup>31</sup> tratarem de cirurgia abdominal alta, sabemos que os pacientes submetidos a cirurgia abdominal alta ou baixa normalmente desenvolvem padrões pulmonares restritivos. Assim, acreditamos que exercícios de respiração provavelmente elevem a mobilidade do diafragma e melhorem o sinergismo muscular respiratório.<sup>32</sup>

Além disso, o conceito de exercício respiratório mudou com o passar dos anos, e apenas recentemente passou a incluir exercícios ativos para membros superiores e inferiores, caminhada supervisionada e uso de step. Essas mudanças mais recentes na posição corporal, bem como nos exercícios respiratórios, otimizam a ventilação da área basal.<sup>33</sup> No presente estudo, o GI realizou exercícios para membros superiores e inferiores combinados com exercícios respiratórios, utilizando cardas de treinamento de 2 kg e 4 kg para os participantes dos sexos feminino e masculino, respectivamente. Contudo, não existe consenso sobre o peso da carga de treinamento, o número de séries ou a frequência do protocolo de exercícios, e cada elemento pode ter sido insuficiente e assim influenciado os nossos resultados.

Nosso estudo apresenta algumas limitações. Primeiramente, não avaliamos desfechos clínicos tais como presença de complicações no pós-operatório (pneumonia etc.) ou nível de dor na ferida cirúrgica. Contudo, esse tema não figurou entre os objetivos de nosso estudo. Em segundo lugar, os nossos resultados não podem ser generalizados ou extrapolados para outras populações de receptores de transplante renal (pacientes mais idosos, receptores de transplante renal com doador falecido), porque nosso estudo foi realizado em pacientes não-idosos com diagnóstico mais recente, poucas comorbidades e somente receptores de transplantes renais de doadores vivos com pouco tempo de diálise. Além disso, não pudemos avaliar o impacto da função do enxerto numa amostra com

apenas receptores de transplantes renais de doadores vivos (baixa probabilidade de função tardia do enxerto, por exemplo). Finalmente, o curto período da intervenção pode não ter sido suficiente para promover um desfecho positivo e não pudemos avaliar quanto exercício o grupo não supervisionado realmente realizou, mas em função da ética, não poderíamos impedir que eles se exercitassem. Provavelmente, nossos resultados demonstram que um protocolo precoce de fisioterapia após transplante renal não promove benefícios adicionais no tocante a capacidade funcional e força muscular periférica após o transplante renal, uma vez que o curto tempo de intervenção possivelmente não foi suficiente para promover mudanças positivas.

## CONCLUSÕES

Nossos resultados mostram que um protocolo precoce de fisioterapia no pós-operatório de transplante renal promoveu uma redução menor na força muscular respiratória (e no PEmax em especial) em relação ao grupo de controle, mas a relevância clínica desse achado é incerta. O protocolo implementado não promoveu benefícios adicionais no tocante a capacidade funcional ou força muscular periférica, e não afetou a duração da internação. Investigações futuras devem ser realizadas em pacientes idosos diagnosticados com doença renal e em diálise há mais tempo, e em especial os que receberam transplantes de doadores falecidos.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Diretora do Programa do MECOR - ATS (Methods in Epidemiologic, Clinical and Operations Research) Dra. Sonia Buist; a Diretora do Programa MECOR para América Latina, Dra. Ana Maria Menezes; e o corpo docente do MECOR, em especial William Vollmer pelas contribuições para a elaboração do manuscrito.

## REFERÊNCIAS

- Heiwe S, Clyne N, Dahlgren MA. Living with chronic renal failure: patients' experiences of their physical and functional capacity. *Physiother Res Int* 2003;8:167-77. DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/pri.287>
- Faria Rde S, Fernandes N, Lovisi JC, Reboredo Mde M, Marta MS, Pinheiro Bdo V, et al. Pulmonary function and exercise tolerance are related to disease severity in pre-dialytic patients with chronic kidney disease: a cross-sectional study. *BMC Nephrol* 2013;14:184. DOI: <http://dx.doi.org/10.1186/1471-2369-14-184>
- Teplan V, Mahrova A, Pit'ha J, Racek J, Gürlich R, Teplan V Jr, et al. Early exercise training after renal transplantation and asymmetric dimethylarginine: the effect of obesity. *Kidney Blood Press Res* 2014;39:289-98. DOI: <http://dx.doi.org/10.1159/000355806>
- Surgit O, Ersoz G, Gursel Y, Ersoz S. Effects of exercise training on specific immune parameters in transplant recipients. *Transplant Proc* 2001;33:3298. PMID: 11750411 DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0041-1345\(01\)02400-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0041-1345(01)02400-9)
- Richard R, Verdier JC, Doutreleau S, Piquard F, Gény B, Rieu M. Exercise limitation in trained heart and kidney transplant recipients: central and peripheral limitations. *J Heart Lung Transplant* 2005;24:1774-80. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.healun.2005.03.017>
- Didsbury M, McGee RG, Tong A, Craig JC, Chapman JR, Chadban S, et al. Exercise training in solid organ transplant recipients: a systematic review and meta-analysis. *Transplantation* 2013;95(5):679-87. DOI: <http://dx.doi.org/10.1097/TP.0b013e31827a3d3e>
- Hedenstierna G, Edmark L. The effects of anesthesia and muscle paralysis on the respiratory system. *Intensive Care Med* 2005;31:1327-35. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00134-005-2761-7>
- Qaseem A, Snow V, Fitterman N, Hornbake ER, Lawrence VA, Smetana GW, et al.; Clinical Efficacy Assessment Subcommittee of the American College of Physicians. Risk assessment for and strategies to reduce perioperative pulmonary complications for patients undergoing noncardiothoracic surgery: a guideline from the American College of Physicians. *Ann Intern Med* 2006;144:575-80. PMID: 16618955 DOI: <http://dx.doi.org/10.7326/0003-4819-144-8-200604180-00008>
- van den Ham EC, Kooman JP, Schols AM, Nieman FH, Does JD, Franssen FM, et al. Similarities in skeletal muscle strength and exercise capacity between renal transplant and hemodialysis patients. *Am J Transplant* 2005;5:1957-65. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-6143.2005.00944.x>
- Kanat F, Golcuk A, Teke T, Golcuk M. Risk factors for postoperative pulmonary complications in upper abdominal surgery. *ANZ J Surg* 2007;77:135-41. PMID: 17305986 DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1445-2197.2006.03993.x>
- Kovelis D, Pitta F, Probst VS, Peres CPA, Delfino VDA, Mocelin AJ, et al. Função pulmonar e força muscular respiratória em pacientes com doença renal crônica submetidos à hemodiálise. *J Bras Pneumol* 2008;34:907-12. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-37132008001100004>
- Adams GR, Vaziri ND. Skeletal muscle dysfunction in chronic renal failure: effects of exercise. *Am J Physiol Renal Physiol* 2006;290:F753-61. PMID: 16527920
- Greenwood SA, Lindup H, Taylor K, Koufaki P, Rush R, Macdougall IC, et al. Evaluation of a pragmatic exercise rehabilitation programme in chronic kidney disease. *Nephrol Dial Transplant* 2012;27:iii126-34. DOI: <http://dx.doi.org/10.1093/ndt/gfs272>
- Heiwe S, Jacobson SH. Exercise training for adults with chronic kidney disease. *Cochrane Database Syst Rev* 2011:CD003236. PMID: 21975737
- ATS Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories. ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med* 2002;166:111-7. PMID: 12091180
- Bohannon RW. Reference values for extremity muscle strength obtained by hand-held dynamometry from adults aged 20 to 79 years. *Arch Phys Med Rehabil* 1997;78:26-32. PMID: 9014953 DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0003-9993\(97\)90005-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0003-9993(97)90005-8)
- Rougier PR. Relative contribution of the pressure variations under the feet and body weight distribution over both legs in the control of upright stance. *J Biomech* 2007;40:2477-82. PMID: 17196210 DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbiomech.2006.11.003>
- 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;32:719-27. PMID: 10412550 DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-879X1999000600007>

19. Chiavegato L, Medina-Pestana J, Tedesco-Silva H, Paisani D, Fiore J Jr, Faresin S. Surgical approach does not affect perioperative respiratory morbidity in living donor nephrectomy: comparison between anterior subcostal incision and flank incision. *Transplant Proc* 2010;42:1472-5. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.transproceed.2009.12.064>
20. Tomczak CR, Warburton DE, Riess KJ, Jendzjowsky NG, Esch BT, Liang Y, et al. Pulmonary oxygen uptake and heart rate kinetics during the six-minute walk test in transplant recipients. *Transplantation* 2008;85:29-35. PMID: 18192908 DOI: <http://dx.doi.org/10.1097/01.tp.0000296056.00863.f0>
21. Juskowa J, Lewandowska M, Bartłomiejczyk I, Foroniewicz B, Korabiewska I, Niewczas M, et al. Physical rehabilitation and risk of atherosclerosis after successful kidney transplantation. *Transplant Proc* 2006;38:157-60. PMID: 16504691 DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.transproceed.2005.12.077>
22. Carli F, Charlebois P, Stein B, Feldman L, Zavorsky G, Kim DJ, et al. Randomized clinical trial of prehabilitation in colorectal surgery. *Br J Surg* 2010;97:1187-97. PMID: 20602503 DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/bjs.7102>
23. Petersen AC, Leikis MJ, McMahon LP, Kent AB, Murphy KT, Gong X, et al. Impaired exercise performance and muscle Na(+),K(+)-pump activity in renal transplantation and haemodialysis patients. *Nephrol Dial Transplant* 2012;27:2036-43. DOI: <http://dx.doi.org/10.1093/ndt/gfr586>
24. Salzman SH. The 6-min walk test: clinical and research role, technique, coding, and reimbursement. *Chest* 2009;135:1345-52. DOI: <http://dx.doi.org/10.1378/chest.07-1682>
25. Rosas SE, Reese PP, Huan Y, Doria C, Cochetti PT, Doyle A. Pretransplant physical activity predicts all-cause mortality in kidney transplant recipients. *Am J Nephrol* 2012;35:17-23. DOI: <http://dx.doi.org/10.1159/000334732>
26. Greenwood SA, Koufaki P, Mercer TH, Rush R, O'Connor E, Tuffnell R, et al. Aerobic or Resistance Training and Pulse Wave Velocity in Kidney Transplant Recipients: A 12-Week Pilot Randomized Controlled Trial (the Exercise in Renal Transplant [ExeRT] Trial). *Am J Kidney Dis* 2015;66:689-98. PMID: 26209542 DOI: <http://dx.doi.org/10.1053/j.ajkd.2015.06.016>
27. Lubrano R, Tancredi G, Bellelli E, Gentile I, Scateni S, Masciangelo R, et al. Influence of physical activity on cardiorespiratory fitness in children after renal transplantation. *Nephrol Dial Transplant* 2012;27:1677-81. DOI: <http://dx.doi.org/10.1093/ndt/gfr434>
28. Gordon EJ, Prohaska TR, Gallant MP, Sehgal AR, Strogatz D, et al. Longitudinal analysis of physical activity, fluid intake, and graft function among kidney transplant recipients. *Transpl Int* 2009;22:990-8. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1432-2277.2009.00917.x>
29. Dureuil B, Cantineau JP, Desmots JM. Effects of upper or lower abdominal surgery on diaphragmatic function. *Br J Anaesth* 1987;59:1230-5. PMID: 2960367 DOI: <http://dx.doi.org/10.1093/bja/59.10.1230>
30. Lunardi AC, Paisani Dde M, Tanaka C, Carvalho CR. Impact of laparoscopic surgery on thoracoabdominal mechanics and inspiratory muscular activity. *Respir Physiol Neurobiol* 2013;186:40-4. PMID: 23313854 DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.resp.2012.12.012>
31. Grams ST, Ono LM, Noronha MA, Schivinski CI, Paulin E. Breathing exercises in upper abdominal surgery: a systematic review and meta-analysis. *Rev Bras Fisioter* 2012;16:345-53. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-35552012005000052>
32. Barbalho-Moulim MC, Miguel GP, Forti EM, Campos Fdo A, Costa D. Effects of preoperative inspiratory muscle training in obese women undergoing open bariatric surgery: respiratory muscle strength, lung volumes, and diaphragmatic excursion. *Clinics (São Paulo)* 2011;66:1721-7. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1807-59322011001000009>
33. Paisani Dde M, Lunardi AC, da Silva CC, Porras DC, Tanaka C, Carvalho CR. Volume rather than flow incentive spirometry is effective in improving chest wall expansion and abdominal displacement using optoelectronic plethysmography. *Respir Care* 2013;58:1360-6. DOI: <http://dx.doi.org/10.4187/respcare.02037>