

## Efeitos de um treinamento de força muscular associado à restrição de fluxo sanguíneo na capacidade funcional de pessoas com doença renal crônica em estágio 3

### *Effects of Muscle Strength Training Associated with Blood Flow Restriction on Functional Capacity in People with Stage 3 Chronic Kidney Disease*

Antonio Filipe Pereira Caetano<sup>1\*</sup>, Janyeliton Alencar de Oliveira<sup>2</sup>, Amaro Wellington da Silva<sup>3</sup>, Cyro Rego Cabral Junior<sup>4</sup>, Michelle Jacintha Cavalcante Oliveira<sup>5</sup>, Maria do Socorro Cirilo-Sousa<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Educador Físico, Mestre, Doutor, Professor Associado 4, Instituto de Educação Física e Esporte, Universidade Federal de Alagoas; <sup>2</sup>Educador Físico, Mestre em Educação Física, Universidade Federal da Paraíba; <sup>3</sup>Educador Físico, Residente do Programa de Pós-graduação Saúde do Adulto e Idoso, Hospital Universitário Professor Alberto Antunes, Universidade Federal de Alagoas; <sup>4</sup>Doutor em Zootecnia, Professor Titular, Universidade Federal de Alagoas; <sup>5</sup>Médica, Doutora em Ciências Médicas, Professora Adjunto, Faculdade de Medicina, Universidade Federal de Alagoas; <sup>6</sup>Educador Físico, Mestre, Doutora em Educação Física, Professora do Departamento de Educação Física, Universidade Regional do Cariri.

#### Resumo

**Introdução:** a doença renal crônica (DRC), em virtude de seus sintomas, pode aumentar os baixos níveis de atividade física na população afetada, gerando uma diminuição da aptidão e da função física relacionadas à saúde e favorecendo desfechos negativos. O objetivo deste estudo é analisar os efeitos do treinamento de força muscular associado à restrição de fluxo sanguíneo nos níveis de capacidade funcional em pessoas com DRC em estágio 3. **Metodologia:** trata-se de um ensaio clínico randomizado, com 40 participantes de ambos os sexos, de idade entre 35 e 75 anos. Os participantes foram distribuídos em quatro grupos: controle, treinamento de força de baixa carga, treinamento de força de alta carga e treinamento de força de baixa carga associado à restrição de fluxo sanguíneo (RFS). O protocolo teve duração de 12 semanas, com três sessões semanais de exercícios de força muscular. As variáveis analisadas incluíram força muscular, flexibilidade, agilidade, velocidade de marcha, condicionamento cardiorrespiratório e nível de atividade física (IPAQ). **Resultados:** o grupo RFS apresentou melhora significativa ( $p < 0,05$ ) em alguns domínios da capacidade funcional com mais consistência (tamanhos de efeito elevados) nas variáveis de força dos membros inferiores (teste de sentar e levantar) e superiores (teste de flexão de antebraço), flexibilidade (teste alcançar atrás das costas), condicionamento cardiorrespiratório (TC6'), coordenação motora e agilidade (velocidade de marcha) e em todos os exercícios do protocolo nos testes de 10RM. **Conclusão:** o treinamento de força associado à RFS é uma estratégia eficaz e segura para melhorar a capacidade funcional de pessoas com DRC-3.

**Palavras-chave:** Insuficiência renal; oclusão vascular; treinamento resistido. capacidade funcional.

#### Abstract

**Introduction:** Chronic kidney disease (CKD) can, due to its symptoms, reduce physical activity levels in the affected population, leading to decreased health-related fitness and physical function and favouring negative outcomes. The aim of this study is to analyse the effects of muscle strength training combined with blood flow restriction on functional capacity levels in people with stage 3 CKD. **Methodology:** this is a randomised clinical trial involving 40 participants aged 35-75 years, of both sexes. Participants were distributed into four groups: control, low-load strength training, high-load strength training, and low-load strength training combined with blood flow restriction (BFR). The protocol lasted 12 weeks and consisted of three weekly sessions of muscle-strength exercises. The variables analysed included muscle strength, flexibility, agility, gait speed, cardiorespiratory fitness, and physical activity level (IPAQ). **Results:** the RFS group showed significant improvement ( $p < 0.05$ ) in some domains of functional capacity, with greater consistency (high effect sizes) in lower limb strength (sit-to-stand test) and upper limb strength (forearm flexion test), flexibility (reach-behind-the-back test), cardiorespiratory fitness (6MWT), motor coordination and agility (gait speed), and in all exercises of the protocol in the 10RM tests. **Conclusion:** Strength training associated with RFS is an effective and safe strategy for improving functional capacity in people with CKD stage 3.

**Keywords:** Kidney Failure; Vascular occlusion; Resistance training; Functional capacity.

## INTRODUÇÃO

A capacidade funcional (CF) é entendida como o conjunto de condições físicas e motoras adquiridas pelos sujeitos para a realização de suas tarefas diárias<sup>1</sup>. De

forma geral, suas valências se relacionam com elementos como força muscular, flexibilidade e condicionamento cardiorrespiratório, dimensões que também se aplicam à ideia de aptidão física relacionada à saúde<sup>2</sup>. Além disso, a manutenção dessas características diminui as chances de sintomas como dor, fadiga, fragilidade e sarcopenia<sup>3-5</sup>.

O exercício físico de força muscular (EXF) é recomendado como um dos principais recursos para incrementar

**Correspondente/Corresponding:** \*Antonio Filipe Pereira Caetano — En: Av. Lourival de Melo Mota s/n, Tabuleiro do Martins, Maceió, Alagoas. CEP: 57072-970 — E-mail: filipe.caetano@iefe.ufal.br

melhoras na função física, por possibilitar: ganho de força e massa muscular; fortalecimento ósseo; aumento do ritmo do metabolismo energético, auxiliando nas mudanças no âmbito morfológico; contribuição para alterações benéficas na mobilidade articular (flexibilidade); prevenção da incidência de dores; redução das chances de prevalência de doenças crônicas ou agravos à saúde; e auxílio na diminuição de problemas cognitivos relacionados à saúde mental, aumentando a percepção de qualidade de vida e bem-estar<sup>6,7</sup>.

O treinamento de força muscular associado ao método de restrição de fluxo sanguíneo (RFS) tem sido considerado como uma estratégia interessante para aderência ao EXF<sup>8,9</sup>, em virtude dos ganhos em aumento de massa magra e de força muscular promovidos por um reduzido número de exercícios, menos tempo de treinamento e cargas máximas mais leves. Em termos fisiopatológicos, na RFS, ocorre uma expansão da expressão de metabólitos e diminuição do pH, promovendo uma ativação de mecanorreceptores com elevação das vias eferentes III e IV. Dessa feita, ocorre uma inibição do motoneurônio e um aumento acelerado da produção do GH, ocasionando uma diminuição da atuação das fibras tipo I (vermelhas) e ativação da atuação das fibras tipo II (brancas). Nesse caso, a RFS acaba por promover uma condição anaeróbica máxima no momento do treinamento<sup>10,11</sup>.

Em populações com agravos à saúde, como a doença renal crônica (DRC), as investigações ainda são pouco expressivas sobre essa relação entre DRC e EXF-RFS. A DRC é diagnosticada quando ocorre um comprometimento nas funções dos rins de maneira prolongada, irreversível e persistente. O avanço da doença tem como um dos mecanismos de avaliação as expressões de proteínas na depuração sanguínea através da taxa de filtração glomerular (TFG)<sup>12</sup>. Os baixos níveis de atividade física, nessa população, podem ser aviltados como uma das causas múltiplas da prevalência e da aceleração dos estágios da DRC<sup>13,14</sup>.

Estudos recentes nessa população, com o uso desse método, reportaram: ganhos metabólicos e pressóricos; aumento na força dinâmica; melhora na capacidade funcional; contribuições para vascularização na confecção da fístula arteriovenosa; regulação da função autonômica; desaceleração do declínio da TFG; alterações na função endotelial, condutância vascular e complacência venosa; e alterações positivas em marcadores inflamatórios (IL-18, IL-10, IL-5, TNF- $\alpha$  vasopressina, F2-isoprofano, NO<sub>2</sub> e angiotensina 1-17) em pessoas com DRC em estágio 2, 4 e 5<sup>15,16</sup>.

No entanto, o estágio 3 (TFG = 59 a 30 mL/min/1,73 m<sup>2</sup>) é o momento em que os sintomas da doença (alterações pressóricas, retenção líquida, edemas, sensação de fadiga, câimbras, dentre outros) podem se tornar um pouco mais expressivos, alguns deles de forma silenciosa, sendo necessário o uso de medicação e controle nutricional para evitar a incidência dessas intervenções

e, por conseguinte, conter o avanço da doença para estágios mais críticos. É justamente nesse momento que as mudanças de estilo de vida podem trazer melhores benefícios do que intervenções farmacológicas isoladas, sendo o exercício físico uma das principais estratégias adjuvantes para mudança do *status* do indivíduo dentro do tratamento. Para além disso, em termos científicos, o estágio 3 tem sido pouco cotejado para análise em ensaios clínicos mas pujantes para populações em hemodiálise.

Nesse sentido, o objetivo deste estudo é analisar os efeitos do treinamento de força muscular associado à restrição de fluxo sanguíneo nos níveis de capacidade funcional em pessoas com DRC em estágio 3.

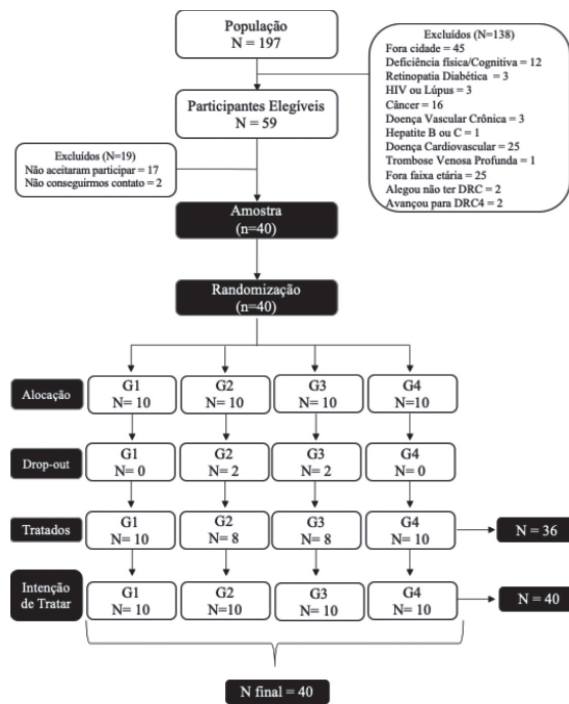
## METODOLOGIA

Trata-se de um ensaio clínico randomizado e corte longitudinal. O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEPE) do HUPAA, sob o número de protocolo 7.159.681/2024, e cadastrado no Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos (ReBEC) sob o registro RBR-7bt6dxh.

### População e amostra

A amostra foi formada por pessoas adultas e idosas, de ambos os sexos, com idade entre 35 e 75 anos, com DRC e TFG entre 59 e 30 ml/min/1.73m<sup>2</sup>, atendidas nos serviços de Unidade do Sistema Urinário (USU) de um Hospital de alta complexidade da cidade de Maceió, em Alagoas.

**Figura 1** – Trajetória dos participantes na seleção, randomização e intervenção.



Legenda – G1, grupo de controle; G2, grupo de baixa carga; G3, grupo de alta carga; G4, grupo de restrição de fluxo sanguíneo.

Fonte: autores, 2025. CONSORT (2025).

Para o cálculo amostral, adotou-se um intervalo de confiança de 95% e um erro amostral de 5%, com proporção estimada de pessoas com prevalência de TFG entre 59 e 30 ml/min/1.73m<sup>2</sup> no USU, entre os meses de janeiro e julho de 2024. Nesse sentido, totalizou-se o número efetivo de 197 indivíduos, considerado como uma população finita. Assim, utilizando-se como medida uma potência de 0,8 e um tamanho de efeito de 0,25, para analisar 4 grupos, realizando 2 medidas em cada um deles, com taxa de correlação entre medidas de 0,5, estimou-se uma amostra de 35 participantes. Para evitar a perda amostral, definiu-se o uso de 40 participantes para a realização do estudo.

A randomização foi feita de forma aleatória simples, em blocos, a partir de programa de computador. Os participantes foram alocados em 4 grupos: nenhum tipo de treinamento de força muscular, grupo de controle (G1); treinamento de força muscular de baixa carga (G2); treinamento de força muscular de alta carga (G3); e treinamento de força muscular de baixa carga associado à restrição de fluxo sanguíneo (G4). Os grupos foram equiparados em sexo, nível de atividade, subclassificações de estágio 3 e níveis diferenciados de qualidade de vida e capacidade funcional. Uma síntese da trajetória dos participantes durante o processo de seleção, randomização e intervenção pode ser observada na Figura 1.

#### Critérios de elegibilidade

Foram incluídos no estudo pessoas com DRC que moravam na cidade de Maceió e região metropolitana de Maceió (Alagoas), que assinaram o Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE) e que não possuíam as seguintes condições clínicas: doenças neurodegenerativas ou infecciosas (HIV/AIDS com carga viral ativa e lúpus eritematoso); insuficiência cardíaca sintomática com os níveis II, III e IV, de acordo com os critérios da New York Association Heart (NYAH); sepse nos últimos 12 meses; hepatite C e B em tratamento; pressão arterial pré-exercício de 160 mmHg/100mmHg; disfunção de coagulação ou presença de sinais de tromboflebite; cirurgia nos últimos três meses; arritmia grave, angina ou doença cerebrovascular ou cardiovascular; congestão pulmonar ou edema periférico; cirurgia prévia ou acesso vascular nos membros superiores; e participantes que possuíam o índice tornozelo braquial (ITB) entre 0,91 e 1,30.

Foram excluídos do estudo os participantes que não compareceram aos testes e à aplicação de questionários, bem como aqueles que não tiveram autorização médica.

#### Desenho do estudo

A fase de recrutamento ocorreu durante seis meses e teve por objetivo a identificação de potenciais participantes nos prontuários e no atendimento do ambulatório

de nefrologia do hospital onde se realizou o estudo. A partir do aceite de participação, houve a assinatura do TCLE, aplicação do questionário socioeconômico e do questionário internacional de atividade física (IPAQ).

Na *baseline*, foram realizados os testes hemodinâmicos e os testes de capacidade funcional. Em seguida, ocorreu o processo de randomização dos grupos que comporiam os braços de estudo, momento em que foram sorteados aqueles que comporiam os grupos de intervenção e os convocados para a realização dos testes de 10RM.

A fase de intervenção ocorreu durante 12 semanas (setembro a dezembro de 2024), quando foi aplicado o conjunto do protocolo de treinamento proposto, conforme os braços de investigação. Após o período proposto, foram aplicados os novos testes realizados na fase de *baseline*.

#### Instrumentos de coleta

Foi aplicado um questionário socioeconômico e sobre estilo de vida, com questões referentes a idade, sexo, nível de escolaridade, cor de pele, nível de instrução, estado civil, uso de tabaco, álcool ou outras drogas e doenças associadas.

Para identificação do nível de atividade física, foi utilizado o IPAQ<sup>17</sup>, sendo os participantes classificados com base nas recomendações para prática de atividade física do Guia de atividade física para população brasileira<sup>18</sup>, a saber: < 150 minutos/semana como nível baixo de atividade física; e > 150 minutos/semana como fisicamente ativos.

Para identificação da capacidade funcional dos participantes, foi utilizado o protocolo proposto de Rikli, Jones<sup>19</sup> (1999), composto por seis testes de aptidão física, a saber: flexão de antebraço; teste de sentar e levantar; teste caminhada de 6 minutos; teste de alcançar atrás das costas; teste de sentar e alcançar; e o teste sentar, caminhar e voltar a sentar.

Para pressão manual (dinamometria), foi utilizado um dinamômetro hidráulico da marca SAEHAN, modelo SH5001. A mensuração da força foi realizada em ambos os braços em três tentativas, com descanso de 30 segundos entre elas, sendo considerado o valor mais alto alcançado. Os resultados foram expressos em kg/f.

Além disso, foi adicionado o teste de velocidade de marcha (VM). O resultado foi registrado em segundos do tempo percorrido em um percurso de 4 metros, conforme diretrizes de Middleton, Fritz, Lusardi (2015)<sup>20</sup> e Quach et al. (2011)<sup>21</sup>.

Por fim, para identificar os outros ganhos de força muscular, utilizou-se o teste de 10 repetições máximas (10RM) com os 9 exercícios propostos no protocolo de intervenção, de acordo com as exigências para treinamento de força muscular do *American College of Sports Medicine*<sup>22</sup>. Foram seguidos os parâmetros sugeridos por Vieira et al.<sup>23,24</sup> (2022, 2020) e Dias et al.<sup>25</sup> (2013). O teste

foi realizado na 1ª semana, na 6ª semana de treinamento e após as 12 semanas de treinamento (13ª semana).

#### Avaliações para restrição de fluxo sanguíneo

A pressão arterial diastólica e sistólica foi aferida em repouso de 10 minutos com o esfigmomanômetro Premium (ML 177, braçadeira em *nylon* com 52x6cm e manômetro 0 – 300mmHg), sendo considerado o ponto de corte para a realização da intervenção os valores 160mmHg x 105 mmHg<sup>26</sup>.

A frequência cardíaca e a saturação do oxigênio foram aferidas em repouso de 10 minutos, com um oxímetro G-Tech Modelo 300C21. Foram considerados os valores de corte para a realização de intervenção > 150 BPM e < 70 SPO<sub>2</sub>.

Foi avaliado o índice tornozelo-braquial, conforme as recomendações de Makdisse<sup>27</sup> (2004), sendo que valores dentro da faixa de 0,91 e 1,30 mmHg foram considerados como um indicador importante para eventos de risco cardiovascular.

Para verificação dos valores máximos de oclusão arterial, foi utilizada a avaliação do pulso auscultatório, a partir de um aparelho doppler vascular portátil MEDPEJ, modelo DF7001. Os procedimentos adotados seguiram a proposta de Gil *et al.*<sup>28</sup> (2017).

#### Protocolo de intervenção

O protocolo de treinamento utilizado está descrito em Caetano *et al.*<sup>29</sup> (2025). A intervenção física foi realizada em 36 sessões distribuídas em 12 semanas. As sessões de treinamento ocorreram em três dias por semana, com duração de 30 a 40 minutos, em turno matutino e (ou) vespertino.

O protocolo foi composto por 9 (nove) exercícios, e foram realizados alongamentos com duração de 20 segundos para cada movimento e, posteriormente, o aquecimento no cicloergômetro (modelo MS-160) por 10 minutos, em uma intensidade de controle nível 1. Foi acrescido um nível a cada 3 semanas do protocolo. Mas não houve controle da velocidade.

A periodização do protocolo foi dividida em 4 ciclos, sendo as cargas, séries e repetições ajustadas para equiparação do efeito similar do treinamento em todos os grupos, ao longo das 12 semanas. Dessa forma, para os G2 e G3, no 1º ciclo (1ª a 3ª semana), foram realizadas 3 séries, 10 a 12 repetições, 1 minuto de descanso, com cargas de 30% e 60% 10RM respectivamente; no 2º ciclo (4ª a 6ª semana), com o mesmo número de séries, repetições e descanso, mas com as cargas ajustadas em 35% e 70% 10RM; no 3º ciclo (7ª a 9ª semana), foram realizadas 3 séries, 8 a 10 repetições, com cargas em 40% e 80% 10RM; e, por fim, no 4º ciclo (10ª a 12ª semana), com 3 séries de 10 a 12 repetições, descanso de 1 minuto e cargas em 40% e 80% 10RM.

Para o G4, em todos os ciclos, foram realizadas 4 séries de cada exercício, com 15 repetições e com uma

carga de 30% 10RM. Houve um ajuste, na 7ª semana, no valor de restrição de fluxo sanguíneo, após a realização de uma reavaliação do pulso auscultatório. Os exercícios seguiram o tempo marcado por um metrônomo digital modelo DIGIPOM versão 1.2.0, com emissão de som digital no tema índigo, com um ritmo de 2 toques no compasso (cadência 2/4), equivalentes a 48 batidas por minuto. A restrição do vaso sanguíneo foi feita de maneira condicionante (durante o treinamento), com 50% da pressão arterial diastólica, e realizada de forma contínua. Para a RFS, foram usados o aparelho Hyper Recovery (material em *nylon*), com dimensões de 68x8cm (membros superiores) e de 108x10cm (membros inferiores), manômetro com coluna mercúrio 0-300 mmHg ou aparelho premium adaptado (material em *nylon*), dimensões 52x6cm (membros superiores) ou 76x17cm (membros inferiores), manômetro com mercúrio 0-300mmHg, a depender do tipo de exercício realizado.

Foram aferidas a PA e FC antes e depois de cada sessão, ao longo de todo o período de intervenção da pesquisa. E, durante a realização das sessões de intervenção, os efeitos da intensidade do exercício foram mensurados através da escala de percepção subjetiva de esforço de Borg (PSE-BORG)<sup>30</sup>. Por fim, foi mensurada a escala de sensações afetivas para exercício físico, conforme propõe Hardy, Rejeski<sup>31</sup> (1989), antes e ao término do treinamento.

#### Análise dos dados

Utilizou-se a intenção de tratar, sendo incluídos, para análise, todos os participantes que foram randomizados. A normalidade foi verificada pelo teste de *Shapiro-Wilk*, e comparações intragrupo (T0 *versus* T1) com Teste T ou *Wilcoxon*. Comparações intergrupos foram efetivadas com ANOVA *one-way* ou *Kruskal-Wallis*. As comparações par-a-par foram realizadas por meio do teste de *Dunn*, com correção de *Bonferroni* nas comparações múltiplas pareadas de médias ou medianas entre os grupos, e, nos múltiplos testes t, comparando-se pares de grupos visando controlar a taxa de erro experimental. Foram calculados o efeito *post hoc*, considerando-se valores altos, acima de 0.8. O tamanho do efeito foi calculado pelo d de Cohen, com significância de p<0,05.

#### Aspectos éticos

Esta pesquisa não contou com nenhum tipo de financiamento público, agência de fomento e (ou) iniciativa privada, e não possui nenhum tipo de conflito de interesse.

#### RESULTADOS

Participaram do estudo 40 indivíduos, 52,5% homens, com idade média de 58 ± 8,9 anos. Uma síntese das características da população e seus aspectos sociodemográficos podem ser observados na Tabela 1.

**Tabela 1** – Perfil sociodemográfico e estilo de vida de pessoas com DRC-3 do Hospital Professor Alberto Antunes (n=40)

Variáveis		G1 N= 10 (%)	G2 N= 10 (%)	G3 N=10 (%)	G4 N=10 (%)	Geral N= 40 (%)
<b>Sexo</b>	Homens	5 (50,0)	5 (50,0)	6 (60,0)	5 (50,0)	21 (52,5)
	Mulheres	5 (50,0)	5 (50,0)	4 (40,0)	5 (50,0)	19 (47,5)
<b>Cor de pele</b>	Parda	5 (50,0)	5 (50,0)	1 (10,0)	7 (70,0)	18 (45,0)
	Preta	3 (30,0)	2 (20,0)	4 (40,0)	1 (10,0)	10 (25,0)
	Branca	2 (20,0)	2 (20,0)	4 (40,0)	1 (10,0)	9 (22,5)
	Indígena	-	1 (10,0)	1 (40,0)	1 (10,0)	3 (7,5)
<b>Estado civil</b>	Solteiro	5 (50,0)	2 (20,0)	2 (20,0)	2 (20,0)	11 (27,5)
	Casado	4 (40,0)	7 (70,0)	7 (70,0)	6 (60,0)	24 (60,0)
	Viúvo	1 (10,0)	-	-	1 (10,0)	2 (6,25)
	Divorciado	-	1 (10,0)	1 (10,0)	1 (10,0)	3 (6,25)
<b>Exerce ocupação profissional</b>	Sim	3 (30%)	2 (20,0)	3 (30,0)	6 (60,0)	14 (35,0)
	Fundamental incompleto	3 (30%)	7 (70,0)	5 (50,0)	2 (20,0)	17 (42,5)
	Fundamental completo	2 (20%)	1 (10,0)	-	3 (20,0)	6 (15,0)
<b>Nível de escolaridade</b>	Ensino Médio	2 (20%)	-	5 (50,0)	3 (30,0)	10 (25,0)
	Analfabeto	1 (10%)	1 (10,0)	-	-	2 (15,0)
	Ensino superior	2 (20%)	1 (10,0)	-	2 (20,0)	5 (2,5)
<b>Diabetes</b>	Sim	4 (40%)	4 (40,0)	5 (50,0)	2 (20,0)	15 (37,5)
<b>Hipertensão arterial</b>	Sim	8 (80%)	8 (80,0)	9 (90,0)	10 (100,0)	35 (87,5)
<b>Outras doenças</b>	Sim	7 (80,0)	4 (40,0)	3 (30,0)	4 (40,0)	18 (45,0)
	Sim	1 (10,0)	4 (40,0)	3 (30,0)	2(20,0)	10 (25,0)
<b>Tabagismo</b>	Não	9 (90,0)	5 (50,0)	6 (60,0)	8 (80,0)	28 (70,0)
	Ex-consumidores	-	1 (10,0)	1 (10,0)	-	2 (5,0)
	Sim	-	3 (30,0)	3 (30,0)	3 (30,0)	9 (22,5)
<b>Consumo de álcool</b>	Não	9 (90,0)	4 (40,0)	5 (50,0)	3 (30,0)	21 (52,5)
	Ex-usuários	1 (10,0)	3 (30,0)	2 (20,0)	4 (40,0)	10 (25,0)
<b>Estágio DRC</b>	3ª	4 (40,0)	3 (30,0)	5 (50,0)	1 (10,0)	13 (32,5)
	3b	6 (60,0)	7 (70,0)	5 (50,0)	9 (90,0)	27 (67,5)
	Sedentário	5 (50,0)	5 (50,0)	1 (10,0)	2 (20,0)	13 (32,5)
<b>Nível de atividade física</b>	Insuficientemente ativo	2 (10,0)	3 (30,0)	4 (40,0)	2 (20,0)	11 (27,5)
	Ativo	-	-	3 (30,0)	3 (20,0)	6 (15,0)
	Muito ativo	3 (40,0)	2 (20,0)	2 (20,0)	3 (30,0)	10 (25,0)

Legenda – G1, grupo de controle; G2, grupo de baixa carga; G3, grupo de alta carga; G4, grupo de restrição de fluxo sanguíneo; N, número; %, porcentagem; DRC, doença renal crônica.

Fonte: autores, 2024.

A frequência média de todos os participantes (intenção de tratar) foi finalizada em 86,5%, sendo 96,5% no G4, 81,7% no G1 e 81,6% no G3.

A taxa de aderência ao protocolo de treinamento foi de 90%. Houve 4 desistências, com as seguintes causas: lesão pré-existente (1), anemia (1) e dificuldade de deslo-

camento para o lugar de realização das intervenções (2).

Os efeitos adversos relatados pelos participantes foram pressão atrás da cabeça, câimbras e formigamento nos membros utilizados para aplicação da restrição de fluxo. Porém tais eventos perduraram apenas nas quatro primeiras semanas.

A comparação do efeito do treinamento de força muscular entre os dois tempos, internamente, entre os grupos, detectou mudanças em inúmeras variáveis (Tabela 2a e Tabela 2b).

No G4 (RFS), houve significância estatística nos testes: de sentar e levantar ( $p=0.0142$ ); de flexão de antebraço ( $p=0.0046$ ); de caminhada de 6 minutos ( $p=0.0219$ ); de alcançar atrás das costas ( $p=0.0176$ ); de sentar, caminhar e voltar a sentar ( $p=0.0371$ ); e velocidade de marcha ( $p=0.052$ ). E ainda nas dimensões lazer ( $p=0.0273$ ) e total ( $p=0.0307$ ) do nível de atividade física. Porém alterações com significância clínica podem ser observadas na dimensão doméstica de atividade física e no teste de sentar e alcançar atrás das costas.

Nos demais grupos, houve também significâncias estatísticas, com melhoras nos índices dos resultados. No G3, observou-se esse fato: no teste de sentar e levantar ( $p=0.0516$ ); no teste de dinamometria do braço direito ( $p=0.0307$ ); na flexão de antebraço ( $p=0.0046$ ); no teste de caminhada de 6 minutos ( $p=0.0219$ ); no teste de alcançar atrás das costas ( $p=0.0176$ ); no teste de sentar, caminhar e voltar a sentar ( $p=0.037$ ); na velocidade de marcha ( $p=0.016$ ); e nas dimensões lazer ( $p=0.0273$ ) e total ( $p=0.0307$ ) do nível de atividade física.

No G2, houve significância: na dimensão lazer ( $p=0.084$ ) do nível de atividade física; no teste de sentar e levantar ( $p=0.0368$ ); no de alcançar atrás das costas ( $p=0.0255$ ); no de sentar e alcançar ( $p=0.0075$ ); e no de velocidade de marcha ( $p=0.0029$ ). Por fim, no G1, apenas na dimensão lazer ( $p=0.16$ ) do nível de atividade física, no teste de sentar e levantar ( $p=0.016$ ) e sentar e alcançar ( $p=0.0102$ ), tendo em vista que, nas dimensões doméstica ( $p=0.0235$ ) e trabalho ( $p=0.0339$ ), houve significância na diminuição das médias ou medianas dos resultados.

Em relação ao tamanho de efeito nos testes de capacidade funcional, no G1, houve efeito grande nas variáveis dimensão lazer do IPAQ ( $d=1.768$ ), teste de sentar e levantar ( $d=0.849$ ) e no teste de sentar e alcançar ( $d=1.002$ ); no G2, nas variáveis dimensão lazer ( $d=1.002$ ), trabalho ( $d=1.0768$ ) e total do IPAQ ( $d=1.076$ ), teste de alcançar atrás das costas ( $d=0.913$ ) e teste de sentar e alcançar ( $d=0.907$ ); no G3, no teste alcançar atrás das costas ( $d=1.235$ ), teste de flexão de antebraço ( $d=1.148$ ) e velocidade de marcha ( $d=-0.830$ ). Enquanto isso, no G4 (RFS), houve esse efeito nas variáveis dimensão lazer ( $d=1.115$ ) e trabalho ( $d=0.810$ ) do IPAQ, teste de sentar e levantar ( $d=0.959$ ), teste alcançar atrás das costas ( $d=0.917$ ), teste de caminhada de 6 minutos ( $d=0.875$ ), teste de flexão de antebraço ( $d=1.186$ ) e velocidade de marcha ( $d=-1.158$ ).

Os ganhos de força muscular dos participantes do estudo podem ser observados nas Tabelas 3a e 3b. Os resultados apontaram valores estaticamente significativos, com ganhos de força em praticamente todas os exercícios propostos, independentemente dos grupos

que compuseram os braços da investigação. No entanto, o exercício supino reto, no G2, foi o único que não apresentou diferenças estatísticas entre as coletas ( $p=0.064$ ), ainda que tenha ocorrido uma melhora clínica.

Para os tamanhos de efeito nos testes de 10RM, foram identificados efeitos grandes no G1, nos exercícios supino reto ( $d=0.82$ ), remada sentada ( $d=0.802$ ), cadeira extensora ( $d=0.841$ ), rosca direta ( $d=0.866$ ), *leg press* ( $d=0.866$ ) e elevação lateral ( $d=1.279$ ); no G2, nos exercícios mesa flexora ( $d=1.017$ ), tríceps na polia ( $d=1.185$ ), remada sentada ( $d=1.099$ ), cadeira extensora ( $d=1.649$ ), rosca direta ( $d=0.919$ ), elevação lateral ( $d=1.477$ ) e panturrilha em pé ( $d=1.391$ ); no G3, nos exercícios supino reto ( $d=1.037$ ), mesa flexora ( $d=1.396$ ), tríceps na polia ( $d=1.305$ ), remada sentada ( $d=1.273$ ), cadeira extensora ( $d=0.986$ ), rosca direta ( $d=1.273$ ), *leg press* ( $d=1.291$ ), elevação lateral ( $d=1.488$ ) e panturrilha em pé ( $d=1.361$ ); enquanto isso, no G4, nos exercícios supino reto ( $d=2.174$ ), mesa flexora ( $d=1.568$ ), tríceps na polia ( $d=2.055$ ), remada sentada ( $d=1.593$ ), cadeira extensora ( $d=1.692$ ), rosca direta ( $d=1.604$ ), *leg press* ( $d=5.092$ ), elevação lateral ( $d=0.881$ ) e panturrilha em pé ( $d=1.925$ ).

O resultado da comparação entre os grupos, tendo como base o grupo de RFS, pode ser observado na Tabela 4.

Em relação ao G1, houve diferenças nas variáveis relacionados aos testes de 10 RM, a saber: supino reto ( $p=0.003$ ), remada sentada ( $p=0.049$ ), cadeira extensora ( $p=0.034$ ), rosca direta ( $p=0.001$ ) e panturrilha na máquina ( $p=0.004$ ).

A comparação com o G2 foi a que apresentou maiores diferenças: dimensão lazer do IPAQ ( $p=0.058$ ), força no braço direito ( $p=0.004$ ), força no braço esquerdo ( $p=0.021$ ), teste de caminhada de 6 minutos ( $p=0.002$ ), teste alcançar atrás das costas ( $p=0.002$ ), teste de sentar, caminhar e voltar ( $p=0.042$ ), teste de velocidade de marcha ( $d=0.008$ ) e em todos os exercícios do teste 10RM. Para o G3, apenas se observou uma diferença na dimensão deslocamento do IPAQ ( $p=0.009$ ).

A Figura 2 apresenta uma síntese dos resultados significativos inter e entre grupos das variáveis relacionadas à capacidade funcional, após o período de intervenção.

Com relação à sensação de afetividade ao exercício, o G3 (alta carga) apresentou significância estatística com efeito grande ( $2,9 \pm 1,1$  à  $3,5 \pm 1,1$ ;  $p=0,031$ ;  $d= - 0,808$ ), diferente do G2 ( $2,5 \pm 1,2$  à  $2,9 \pm 0,9$ ;  $p= 0.081$ ;  $d= - 0.622$ ) e do G4 ( $2,5 \pm 1,4$  à  $3,0 \pm 1,0$ ;  $p= 0.306$ ,  $d= - 0.343$ ), que apenas apresentaram melhoras nos valores médios após o período de intervenção. No que se refere à comparação entre os grupos, não houve diferença estatística nem entre G2xG4 (pré:  $p=0.939$ ,  $d=0.034$  – pós:  $p=0,859$ ;  $d=0.081$ ) ou G3xG4 (pré:  $p=0.489$ ;  $d=0.316$  – pós:  $p=0.271$ ;  $d=0,507$ ).

**Tabela 2a** – Comparação interna do nível de atividade física e capacidade funcional antes e depois da intervenção com exercício físico de força em pessoas com DRC-3 (G1 e G2)

Variáveis	G1				G2					
	T0	T1	Δ	β	p-valor	T0	T1	Δ	β	p-valor
IPAQ – Trabalho (min/sem)	20,7 [0,0–20,7]	8,3 [0,0–16,7]	-12,4	0,31	0,0339*	0,0 [0,0–0,0]	0,0 [0,0–0,0]	0,0	0,29	0,3173
IPAQ – Deslocamento (min/sem)	58,3 [58,3–75,0]	15,0 [0,0–30,0]	-43,3	0,35	0,1189	0,0 [0,0–0,0]	0,0 [0,0–30,0]	0,0	0,32	0,1088
IPAQ – Doméstico (min/sem)	96,7 [0,0–96,7]	15,0 [0,0–30,0]	-81,7	0,28	0,0235*	0,0 [0,0–82,5]	20,0 [0,0–55,0]	+20,0	0,26	0,5992
IPAQ – Lazer (min/sem)	91,7 [22,5–91,7]	141,7 [57,9–200,4]	+50,0	0,32	0,016*	0,0 [0,0–0,0]	120,0 [120,0–120,0]	+120,0	0,30	0,0084*
IPAQ – Total (min/sem)	267,3 [141,0–267,3]	218,3 [129,6–219,6]	-49,0	0,38	0,1563	30,0 [6,2–95,0]	185,0 [120,0–277,5]	+155,0	0,35	0,0116
Teste de sentar e levantar (rep)	12,8 [11,5–13,0]	14,8 [11,8–14,8]	+2,0	0,45	0,016*	9,4 ± 2,5	11,0 ± 3,8	+0,9	0,42	0,0368*
Pressão palmar – braço direito (kg/f)	24,8 ± 6,1	26,2 ± 6,1	+1,4	0,52	0,2767	24,1 ± 9,5	24,1 ± 9,5	0,0	0,49	1,0
Pressão palmar – braço esquerdo (kg/f)	24,3 ± 6,6	24,2 ± 6,4	-0,1	0,49	0,691	21,9 ± 8,4	22,6 ± 11,3	+0,7	0,46	0,5585
Flexão de antebraço (rep)	16,3 [16,3–17,8]	17,2 [17,0–18,5]	+0,9	0,48	0,0873	13,5 [11,2–15,0]	16,5 [10,8–18,0]	+3,0	0,45	0,4384
Teste de caminhada de 6 minutos (m)	471,7 [443,5–471,7]	492,5 [432,2–492,5]	+20,8	0,47	0,0831	340,6 ± 130,7	348,2 ± 141,9	+7,6	0,44	0,7227
Alcançar atrás das costas (cm)	-14,7 ± 13,7	-13,0 ± 10,5	+1,7	0,40	0,2604	-33,7 ± 14,9	-25,8 ± 15,3	+7,9	0,37	0,0255*
Sentar e alcançar (cm)	-15,0 [-17,5– -15,0]	-8,2 [-11,8– -5,8]	+6,8	0,43	0,0102*	-14,0 [-15,8– -2,2]	-2,0 [-7,8– -3,2]	+12,0	0,40	0,0075*
Teste de sentar, caminhar e voltar (seg.)	7,5 ± 1,0	7,3 ± 1,1	-0,2	0,46	0,1048	10,0 [8,5–11,1]	10,1 [7,9–11,1]	+0,1	0,43	0,594
Velocidade de marcha (seg.)	3,1 ± 0,3	3,0 ± 0,5	-0,1	0,49	0,3376	3,7 [3,5–4,7]	3,6 [3,0–4,2]	-0,1	0,48	0,0209*

Legenda – (\*) p-valor < 0,005; G1, grupo de controle; G2, grupo de baixa carga; G3, grupo de alta carga; G4, grupo de restrição de fluxo sanguíneo; T0, pré-intervenção; T1, após intervenção; Δ, delta diferença T1-T0; b, poder post-hoc; IPAQ, International Physical Activity Questionnaire; rep., repetições; seg., segundos; min., minutos; sem., semana; kg/f, quilograma/força; m., metros; cm., centímetros.

Fonte: autores, 2025.

Tabela 2b – Comparação interna do nível de atividade física e capacidade funcional antes e depois da intervenção com exercício físico de força em pessoas com DRC-3 (G3 e G4)

Variáveis	G3				G4					
	T0	T1	Δ	β	p-valor	T0	T1	Δ	β	p-valor
IPAQ – Trabalho (min/sem)	0,0 [0,0–22,5]	0,0 [0,0–0,0]	0,0	0,33	0,1088	0,0 [0,0–0,0]	0,0 [0,0–0,0]	0,0	0,28	0,3173
IPAQ – Deslocamento (min/sem)	82,4 ± 62,5	101,7 ± 85,8	+19,3	0,36	0,6558	61,0 ± 52,4	43,2 ± 44,0	-17,8	0,30	0,3491
IPAQ – Doméstico (min/sem)	35,0 [0,0–56,2]	10,0 [0,0–52,5]	-25,0	0,30	0,8658	0,0 [0,0–70,0]	62,5 [0,0–120,0]	+62,5	0,25	0,1755
IPAQ – Lazer (min/sem)	0,0 [0,0–90,0]	120,0 [120,0–120,0]	+120,0	0,34	0,1264	0,0 [0,0–150,0]	120,0 [120,0–210,0]	+120,0	0,29	0,0273*
IPAQ – Total (min/sem)	211,9 ± 155,8	278,7 ± 150,3	-66,8	0,39	0,3859	167,0 ± 118,6	294,7 ± 62,9	+127,7	0,33	0,0307*
Teste de sentar e levantar (rep)	12,4 ± 3,5	14,5 ± 3,3	+2,1	0,48	0,0516*	11,5 ± 2,3	13,9 ± 3,1	+2,4	0,40	0,0142*
Pressão palmar – braço direito (kg/f)	34,8 ± 9,9	34,8 ± 10,0	0,0	0,55	1,0	34,5 ± 10,2	34,4 ± 11,1	-0,1	0,47	0,8971
Pressão palmar – braço esquerdo (kg/f)	32,7 ± 12,2	32,0 ± 10,9	-0,7	0,52	0,5152	32,9 ± 10,7	31,9 ± 11,0	-1,0	0,44	0,2925
Flexão de antebraço (rep)	15,4 ± 3,7	22,7 ± 8,0	+7,3	0,51	0,0055*	15,0 ± 4,1	20,0 ± 3,4	+5,0	0,43	0,0046*
Teste de caminhada de 6 minutos (m)	488,3 ± 52,7	527,8 ± 62,5	+39,5	0,50	0,047*	469,2 ± 61,7	531,0 ± 94,7	+61,8	0,42	0,0219*
Alcançar atrás das costas (cm)	-23,5 ± 11,7	-14,9 ± 10,9	+8,6	0,42	0,0036*	-18,1 ± 14,5	-8,3 ± 12,5	+9,8	0,35	0,0176*
Sentar e alcançar (cm)	-11,2 ± 11,5	-3,3 ± 7,2	+7,9	0,46	0,0185	-9,1 ± 15,2	-4,4 ± 5,9	+4,7	0,38	0,334
Teste de sentar, caminhar e voltar (seg.)	7,0 [6,2–7,7]	6,1 [5,4–7,4]	-0,9	0,49	0,0663	7,4 [6,8–7,8]	6,2 [5,3–7,0]	-1,2	0,46	0,0371*
Velocidade de marcha (seg.)	2,8 [2,4–3,0]	2,4 [2,2–2,6]	-0,4	0,54	0,1386	3,1 ± 0,5	2,5 ± 0,4	-0,6	0,41	0,0052*

Legenda – (\*) p-valor < 0,005; G1 – grupo de controle; G2 – grupo de baixa carga; G3 – grupo de alta carga; G4 – grupo de restrição de fluxo sanguíneo; T0, pré intervenção; T1, pós intervenção; Δ, delta diferença T1-T0; β, poder post-hoc; IPAQ, International Physical Activity Questionnaire; rep., repetições; seg., segundos; min., – minutos; sem., semana; kg/f, quilograma/força; m., metros; cm., centímetros. Fonte: autores, 2025.

Tabela 3a – Comparação interna dos testes de 10RM dos exercícios do protocolo de treinamento de força muscular antes e após intervenção em pessoas com DRC-3 (G1 e G2)

Variáveis	G1				G2					
	T0	T1	Δ	β	p-valor	T0	T1	Δ	β	p-valor
Supino reto (kg)	7,0 ± 2,7	8,0 ± 3,1	+1,0	0,58	0,023*	5,8 ± 2,3	9,8 ± 5,2	+4,0	0,55	0,064
Mesa flexora (kg)	15,8 ± 5,9	16,6 ± 5,1	+0,8	0,60	0,039*	11,2 ± 5,2	16,1 ± 8,6	+4,9	0,57	0,011*
Tríceps polia (kg)	18,3 ± 3,0	18,6 ± 3,2	+0,3	0,56	0,033*	15,0 ± 3,3	20,7 ± 6,2	+5,7	0,53	0,011*
Remada sentada (kg)	25,0 ± 5,2	27,5 ± 4,5	+2,5	0,57	0,023*	19,5 ± 6,8	28,6 ± 12,5	+9,1	0,54	0,011*
Cadeira extensora (kg)	27,5 ± 6,9	31,6 ± 10,1	+4,1	0,59	0,023*	20,5 ± 8,6	27,6 ± 10,6	+7,1	0,56	0,012*
Rosca direta (kg)	10,8 ± 1,8	11,5 ± 2,1	+0,7	0,55	0,023*	11,5 ± 4,5	13,7 ± 4,3	+2,2	0,52	0,018*
Leg Press 45° (kg)	44,1 ± 14,0	47,5 ± 13,8	+3,4	0,61	0,023*	29,5 ± 11,8	41,0 ± 15,7	+11,5	0,58	0,017*
Elevação lateral (kg)	7,3 ± 3,7	9,2 ± 4,9	+3,4	0,58	0,010*	5,6 ± 1,8	9,4 ± 4,1	+11,5	0,55	0,010*
Panturrilha máquina (kg)	28,3 ± 14,2	29,1 ± 14,4	+1,9	0,60	0,033*	15,4 ± 10,2	27,5 ± 17,3	+3,8	0,57	0,010*

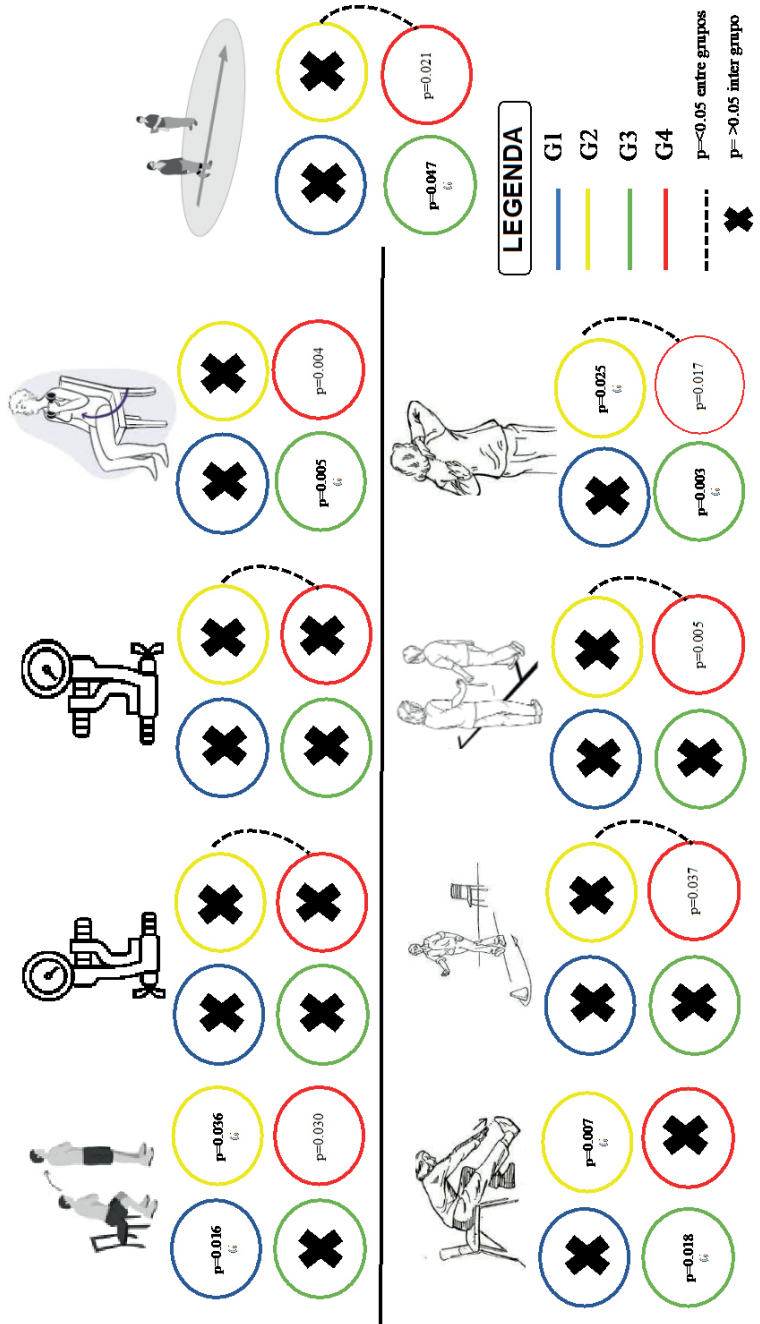
Legenda – (\*) p-valor < 0,005; G1, grupo de controle; G2, grupo de baixa carga; G3, grupo de alta carga; G4, grupo de restrição de fluxo sanguíneo; T0, pré intervenção; T1, pós intervenção; kg., quilograma; Δ, delta diferença T1-T0; β, poder post-hoc. Fonte: autores, 2025.

**Tabela 3b – Comparação interna dos testes de 10RM dos exercícios do protocolo de treinamento de força muscular antes e depois de intervenção em pessoas com DRC-3 (G2 e G3)**

Variáveis	G3			G4			p – valor
	T0	T1	Δ	T0	T1	Δ	
Supino reto (kg)	10,2 ± 6,8	15,8 ± 7,1	+5,6	11,4 ± 9,4	19,5 ± 11,5	+8,1	0,017*
Mesa flexora (kg)	24,1 ± 13,3	30,3 ± 13,9	+6,2	21,0 ± 11,0	30,8 ± 13,3	+9,8	0,007*
Tríceps polia (kg)	22,6 ± 9,9	31,5 ± 10,2	+8,9	21,0 ± 7,7	30,6 ± 7,4	+9,6	0,010*
Remada sentada (kg)	31,5 ± 13,3	39,0 ± 15,2	+7,5	30,0 ± 8,1	40,3 ± 11,6	+10,3	0,010*
Cadeira extensora (kg)	39,5 ± 19,5	47,8 ± 19,5	+8,3	35,0 ± 10,0	48,4 ± 15,1	+13,4	0,017*
Rosca direta (kg)	15,6 ± 5,5	18,3 ± 5,2	+2,7	14,5 ± 5,4	18,5 ± 4,8	+4,0	0,015*
Leg Press 45° (kg)	51,0 ± 18,3	68,0 ± 23,7	+17,0	45,4 ± 13,4	73,0 ± 14,5	+27,6	0,007*
Elevação lateral (kg)	8,8 ± 3,4	12,0 ± 4,2	+17,0	9,4 ± 2,9	13,0 ± 4,7	+27,6	0,006*
Panturrilha máquina (kg)	40,5 ± 15,1	51,8 ± 18,2	+3,2	36,8 ± 17,4	57,3 ± 20,1	+3,6	0,007*

Legenda – (\*) p-valor < 0,005; G1, grupo de controle; G2, grupo de baixa carga; G3, grupo de alta carga; G4, grupo de restrição de fluxo sanguíneo; T0, pré-intervenção; T1, após intervenção; kg., quilograma; D, delta diferença T1-T0; b, poder post-hoc.  
 Fonte: autores, 2025.

**Figura 2 – Síntese das comparações (intra e entre) grupos dos resultados dos testes de capacidade funcional após a intervenção física com RFS em pacientes com DRC-3**



**Tabela 4 – Comparação do grupo de restrição de fluxo sanguíneo com os demais grupos do nível de atividade física, capacidade funcional e testes de 10RM dos exercícios do protocolo de treinamento de força muscular antes e depois da intervenção em pessoas com DRG-3.**

Variáveis	G1 x G4					G2 x G4					G3 x G4				
	Coef	p-valor	$\Delta$	$\beta$	IC95%	Coef	p-valor	$\Delta$	$\beta$	IC95%	Coef	p-valor	$\Delta$	$\beta$	IC95%
IPAQ – Trabalho (min/sem)	18.064	0.119	-12,4	0.26	-4,666;40,794	5.082	0.426	0,0	0.29	-18,283;28,447	17.480	0.141	0,0	0.29	-5,788;40,749
IPAQ – Deslocamento (min/sem)	-5.143	0.770	-43,3	0.30	-39,672;29,386	29.267	0.106	0,0	0.27	-64,760;6,226	47.402	0.009*	+19,3	0.32	12,056;82,749
IPAQ – Doméstico (min/sem)	13.218	0.626	-81,7	0.23	-40,005;66,441	9.661	0.346	+20,0	0.25	-45,048;64,371	3.162	0.909	-25,0	0.21	-51,321;57,646
IPAQ – Lazer (min/sem)	-1.059	0.975	+50,0	0.28	-67,656;65,538	-66.178	0.058*	+120,0	0.31	-134,635;2,279	-27.011	0.437	+120,0	0.26	-95,186;41,163
IPAQ – Total (min/sem)	25.080	0.460	-49,0	0.33	-81,892;132,052	-80.701	0.150	+155,0	0.35	-190,661;29,258	41.034	0.463	+66,8	0.30	-68,472;150,539
Teste de sentar e levantar (rep.)	1.977	0.148	+2,0	0.40	-0,703;4,658	-1.457	0.300	+1,6	0.43	-4,212;1,298	1.545	0.270	+2,1	0.38	-1,199;4,289
Pressão palmar – BD (kg/f)	-5.259	0.063	+1,4	0.45	-10,802;0,285	-8.478	0.004*	0,0	0.48	-14,177; -2,780	0.688	0.812	0,0	0.42	-4,987;6,363
Pressão palmar – BE (kg/f)	-3.913	0.199	-0,1	0.49	-9,879;2,054	-7.244	0.021*	+0,7	0.52	-13,377;-1,111	1.193	0.702	-0,7	0.46	-4,915;7,300
Flexão de antebraço (rep.)	0.146	0.936	+0,9	0.44	-3,426;3,717	-3.159	0.092	+3,0	0.47	-6,831;0,512	2.550	0.172	+7,3	0.44	-1,107;6,206
Teste de caminhada de 6 minutos (m)	0.152	0.997	+20,8	0.42	-76,236;76,54	-123.784	0.002*	+7,6	0.45	-202,305; -45,263	36.093	0.905	+39,5	0.40	-42,104;114,290
Alcançar atrás das costas (cm)	-0.6357	0.885	+1,7	0.36	-9,368;8,097	-14.8743	0.002*	+7,9	0.39	-24,037;-5,712	-4.2274	0.349	+8,6	0.34	-13,161;4,706
Sentar e alcançar (cm)	-3.438	0.421	+6,8	0.39	-11,818;4,943	-1.793	0.683	+12,0	0.42	-10,408;6,821	-0.723	0.869	+7,9	0.37	-9,302;7,856
Teste de sentar, caminhar e voltar (seg.)	-0.028	0.985	-0,2	0.41	-2,978;2,921	3.143	0.042*	+0,1	0.44	0,111;6,175	-1.118	0.468	-0,9	0.39	-4,138;1,901
Velocidade de marcha (seg.)	0.059	0.874	-0,1	0.48	-0,669;0,787	1.008	0.008*	-0,1	0.51	0,260;1,757	-0.310	0.414	-0,4	0.45	-1,056;0,435
Supino reto (kg)	-5.7342	0.003*	+1,0	0.55	-9,413;-2,056	-5.1555	0.008*	+4,0	0.58	8,937;-1,374	-0.6476	0.733	+5,6	0.52	-4,413;3,118
Mesa flexora (kg)	-6.1131	0.024	+0,8	0.57	-11,380; -0,846	-8.1350	0.004*	+4,9	0.60	-13,549; -2,721	4.3324	0.114	+6,2	0.54	-1,059;9,724
Tríceps polia (kg)	-4.9113	0.011	+0,3	0.53	-8,659;-1,163	-5.6757	0.004*	+5,7	0.56	-9,528; -1,823	2.7090	0.164	+8,9	0.50	-1,128;6,546
Remada sentada (kg)	-5.1019	0.049*	+2,5	0.54	-10,181; -0,023	-7.8478	0.004*	+9,1	0.57	-13,068; -2,627	1.9951	0.447	+7,5	0.51	-3,204;7,194
Cadeira extensora (kg)	-7.3967	0.034*	+4,1	0.56	-14,205; -0,588	-12.4872	0.001*	+7,1	0.59	-19,486;-5,489	5.6132	0.113	+8,3	0.53	-1,357;12,583
Rosca direta (kg)	-3.7683	0.001*	+0,7	0.52	-6,015; -1,522	-2.4736	0.036*	+2,2	0.55	-4,783; -0,164	1.1816	0.309	+2,7	0.49	-1,118;3,481
Leg press 45º (kg)	-8.0540	0.074	+3,4	0.58	-16,896;0,788	-18.1473	0.000*	+11,5	0.61	-27,236; -9,058	4.3968	0.336	+17,0	0.55	-4,655;13,448
Elevação lateral (kg)	-1.9960	0.081	+1,9	0.55	-4,244;0,252	-2.9702	0.012*	+3,8	0.58	-5,281;-0,659	-0.4048	0.727	+3,2	0.52	-2,706;1,897
Panturrilha máquina (kg)	-13.6257	0.004*	+0,8	0.57	-22,639;-4,613	-18.5721	0.000*	+12,1	0.60	-27,83; -9,307	4.9621	0.287	+11,3	0.54	-4,265;14,189

Legenda – (\*) p-valor < 0,005; G1, grupo de controle; G2, grupo de baixa carga; G3, grupo de alta carga; G4 – grupo de restrição de fluxo sanguíneo; T0, pré-intervenção; T1, após intervenção; D, delta diferença T1-T0; IPAQ, International Physical Activity Questionnaire; rep., repetições; seg., segundos; min., minutos; sem., semana; kg/f, quilograma/força; m., metros; cm., centímetros; BD, braço direito; BE, braço esquerdo; b, poder post-hoc; kg., quilograma.

Fonte: autores, 2025.

Em relação ao tamanho de efeito nos testes de capacidade funcional, no G1, houve efeito grande nas variáveis dimensão lazer do IPAQ ( $d=1.768$ ), teste de sentar e levantar ( $d=0.849$ ) e no teste de sentar e alcançar ( $d=1.002$ ); no G2, nas variáveis dimensão lazer ( $d=1.002$ ), trabalho ( $d=1.0768$ ) e total do IPAQ ( $d=1.076$ ), teste de alcançar atrás das costas ( $d=0.913$ ) e teste de sentar e alcançar ( $d=0.907$ ); no G3, no teste alcançar atrás das costas ( $d=1.235$ ), teste de flexão de antebraço ( $d=1.148$ ) e velocidade de marcha ( $d=-0.830$ ). Enquanto isso, no G4 (RFS), houve esse efeito nas variáveis dimensão lazer ( $d=1.115$ ) e trabalho ( $d=0.810$ ) do IPAQ, teste de sentar e levantar ( $d=0.959$ ), teste alcançar atrás das costas ( $d=0.917$ ), teste de caminhada de 6 minutos ( $0.875$ ), teste de flexão de antebraço ( $d=1.186$ ) e velocidade de marcha ( $d=-1.158$ ).

Os ganhos de força muscular dos participantes do estudo podem ser observados nas Tabelas 3a e 3b. Os resultados apontaram valores estaticamente significativos, com ganhos de força em praticamente todas os exercícios propostos, independentemente dos grupos que compuseram os braços da investigação. No entanto, o exercício supino reto, no G2, foi o único que não apresentou diferenças estatísticas entre as coletas ( $p=0.064$ ), ainda que tenha ocorrido uma melhora clínica.

Para os tamanhos de efeito nos testes de 10RM, foram identificados efeitos grandes no G1, nos exercícios supino reto ( $d=0.82$ ), remada sentada ( $d=0.802$ ), cadeira extensora ( $d=0.841$ ), rosca direta ( $d=0.866$ ), *leg press* ( $d=0.866$ ) e elevação lateral ( $d=1.279$ ); no G2, nos exercícios mesa flexora ( $d=1.017$ ), tríceps na polia ( $d=1.185$ ), remada sentada ( $d=1.099$ ), cadeira extensora ( $d=1.649$ ), rosca direta ( $d=0.919$ ), elevação lateral ( $d=1.477$ ) e panturrilha em pé ( $d=1.391$ ); no G3, nos exercícios supino reto ( $d=1.037$ ), mesa flexora ( $d=1.396$ ), tríceps na polia ( $d=1.305$ ), remada sentada ( $d=1.273$ ), cadeira extensora ( $d=0.986$ ), rosca direta ( $d=1.273$ ), *leg press* ( $d=1.291$ ), elevação lateral ( $d=1.488$ ) e panturrilha em pé ( $d=1.361$ ); enquanto isso, no G4, nos exercícios supino reto ( $d=2.174$ ), mesa flexora ( $d=1.568$ ), tríceps na polia ( $d=2.055$ ), remada sentada ( $d=1.593$ ), cadeira extensora ( $d=1.692$ ), rosca direta ( $d=1.604$ ), *leg press* ( $d=5.092$ ), elevação lateral ( $d=0.881$ ) e panturrilha em pé ( $d=1.925$ ).

O resultado da comparação entre os grupos, tendo como base o grupo de RFS, pode ser observado na Tabela 4.

Em relação ao G1, houve diferenças nas variáveis relacionados aos testes de 10 RM, a saber: supino reto ( $p=0.003$ ), remada sentada ( $p=0.049$ ), cadeira extensora ( $p=0.034$ ), rosca direta ( $p=0.001$ ) e panturrilha na máquina ( $p=0.004$ ).

A comparação com o G2 foi a que apresentou maiores diferenças: dimensão lazer do IPAQ ( $p=0.058$ ), força no braço direito ( $p=0.004$ ), força no braço esquerdo ( $p=0.021$ ), teste de caminhada de 6 minutos ( $p=0.002$ ), teste alcançar atrás das costas ( $p=0.002$ ), teste de sentar, caminhar e voltar ( $p=0.042$ ), teste de velocidade

de marcha ( $d=0.008$ ) e em todos os exercícios do teste 10RM. Para o G3, apenas se observou uma diferença na dimensão deslocamento do IPAQ ( $p=0.009$ ).

A Figura 2 apresenta uma síntese dos resultados significativos inter e entre grupos das variáveis relacionadas à capacidade funcional, após o período de intervenção.

Com relação à sensação de afetividade ao exercício, o G3 (alta carga) apresentou significância estatística com efeito grande ( $2,9 \pm 1,1$  à  $3,5 \pm 1,1$ ;  $p=0,031$ ;  $d=-0,808$ ), diferente do G2 ( $2,5 \pm 1,2$  à  $2,9 \pm 0,9$ ;  $p=0,081$ ;  $d=-0,622$ ) e do G4 ( $2,5 \pm 1,4$  à  $3,0 \pm 1,0$ ;  $p=0,306$ ,  $d=-0,343$ ), que apenas apresentaram melhoras nos valores médios após o período de intervenção. No que se refere à comparação entre os grupos, não houve diferença estatística nem entre G2xG4 (pré:  $p=0,939$ ,  $d=0,034$  – pós:  $p=0,859$ ;  $d=0,081$ ) ou G3xG4 (pré:  $p=0,489$ ;  $d=0,316$  – pós:  $p=0,271$ ;  $d=0,507$ ).

## DISCUSSÃO

O treinamento com RFS pode proporcionar incremento nos domínios da capacidade funcional, como força muscular, flexibilidade, função física e condicionamento cardiorrespiratório em pessoas com DRC-3.

Em virtude do conjunto de comorbidades (HAS, DM e obesidade) e da sobrecarga do tratamento, na maioria das vezes, a prática de EXF não faz parte do estilo de vida de pessoas com doenças crônicas e agravos à saúde, dentre elas a DRC-3<sup>32</sup>. Tal condição impede o desenvolvimento dos níveis de capacidade funcional dessa população, cujo impacto pode causar possíveis danos nas limitações das condições de autonomia ou independência, no processo mais acelerado de envelhecimento e na diminuição das percepções de saúde, bem-estar e qualidade de vida. No entanto, mesmo sabendo da importância da orientação e prescrição de EXF para potencializar os aspectos físicos do tratamento, muitos profissionais de saúde, em ambientes clínicos, não realizam a verificação da CF de rotina em seus atendimentos, podendo ocasionar maiores comprometimentos e avanços mais acelerados para estágios mais críticos da DRC<sup>33</sup>.

No âmbito da força muscular, alguns estudos já reportaram os benefícios adquiridos a partir do treinamento dessa valência da aptidão física para pessoas com DRC, revelando alterações positivas na sensibilidade da insulina por conta de maiores usos do açúcar como energia, reduzindo a possibilidade de: manifestação da DM e, por consequência, as chances de incidência da doença renal diabética<sup>34</sup>; diminuição de inflamação celular e do estresse oxidativo, em virtude da liberação de citocinas anti-inflamatórias, o que pode impedir expressões de proteína C-reativa (PCR) e IL-6; melhorias na função endotelial e na elasticidade vascular, ocasionando uma hemodinâmica mais saudável; auxílio no processo de excreção de toxinas no processo de função renal, alterando positivamente os níveis da TFG; um equilíbrio hidroeletrólítico a partir a homeostase de solutos como

sódio, potássio e fósforo, desequilibrados naturalmente nessa população; e diminuição da perda da massa magra (níveis de sarcopenia) em decorrência das restrições proteicas para manejo nutricional<sup>13,15,35</sup>.

O treinamento de força muscular com RFS, em virtude de suas características de hipóxia, bem como o acúmulo de metabólitos, elevam a expressão da via mTOR, caminho fisiológico expressivo para ganhos de massa muscular e, por conseguinte, de força muscular<sup>9</sup>. O maior recrutamento de fibras rápidas (tipo II), também designadas como glicolíticas, colabora para acelerar a expressão do GH, IGF-1 e testosterona, hormônios que favorecem o crescimento, a recuperação e a reparação muscular. Como elemento adicional, o processo de angiogênese pode ser desencadeado a longo prazo, ocasionando uma melhor e maior vascularização muscular<sup>36-38</sup>.

Essa ação fisiológica da RFS pode ser uma hipótese explicativa de nossos achados na comparação entre os grupos com diversas intensidades, tendo em vista os resultados de diferença estatística relacionados aos testes de força muscular (membros inferiores e superiores) com o grupo de controle (supino reto, remada sentada, cadeira extensora, rosca direta e panturrilha na máquina) e o grupo de baixa carga (força no braço direito, força no braço esquerdo e em todos os exercícios do teste 10RM). Isso pode indicar que o treinamento de RFS, para populações com DRC-3, tem semelhanças de resultados com o treinamento de força muscular com alta carga, podendo ser uma estratégia de condicionamento físico.

A maioria dos estudos que utilizaram o método de RFS em pacientes em estágio conservador não verificaram os ganhos de força muscular nos avaliados<sup>39-42</sup>. Todavia, Silva *et al.*<sup>43</sup> (2021), com DRC-4/5, a partir de um protocolo de treinamento de força muscular, em 8 semanas, com uso de halteres, *handgrip* e bola de tênis, não detectaram ganhos expressivos na força muscular e na circunferência dos braços, entre os grupos com ou sem RFS. Atendendo o mesmo grupo populacional (DRC-4/5) e o protocolo de treinamento, Barbosa *et al.*<sup>44</sup> (2018) verificaram a inexistência de diferença na força muscular, nas circunferências dos braços, no pico de fluxo da artéria radial ou velocidade de fluxo e no diâmetro da veia encefálica dos braços. O que existe em comum entre esses estudos é o fato de as ações de intervenção estarem voltadas para melhora da força muscular, do tamanho do músculo e do diâmetro ou vazão dos vasos, em pessoas recomendadas para confecção da fístula arteriovenosa. Nesse caso, com ou sem RFS, o treinamento de força muscular promoveu aumento nas variáveis avaliadas pelos pesquisadores.

Quando se trata de avaliação de força muscular sem a RFS, os achados estão muito associados ao tratamento de hemodiálise<sup>45</sup> e (ou) utilização do treinamento aeróbico<sup>33</sup>. No entanto, para as pessoas com DRC-2/4, há evidências de aumento da força de pressão manual<sup>46</sup> quando se aplicam exercícios combinados (aeróbico + força), e alteração no número de cópias de mtDNA muscular

na área transversal de fibras musculares para o tipo I e II<sup>47</sup>, quando se utilizou, exclusivamente, um protocolo de 48 semanas com exercícios com halteres a 80% de 1RM.

Um achado importante foram os ganhos adquiridos nos níveis de flexibilidade nos dois testes realizados no grupo RFS, havendo apenas significância com o grupo baixa carga no teste de alcançar atrás das costas (cuja demanda articular se concentra nos membros superiores).

A flexibilidade tem um papel destacado nas valências da capacidade funcional, pois colabora para o estabelecimento de segurança, autonomia e desenvolvimento de habilidades nas tarefas diárias<sup>48</sup>. A ampliação da mobilidade das articulações possibilita que os movimentos corporais sejam mais amplos e fluídos, podendo auxiliar na prevenção de dores e lesões musculoesqueléticas, muito comuns em pessoas com DRC. Bons níveis de flexibilidade talvez diminuam as chances de quedas, instabilidades dinâmicas, rigidez articular e degeneração precoce<sup>49</sup>.

Na população DRC, por conta dos desequilíbrios eletrolíticos, problemas musculares e de rigidez articular se fazem presentes, condição aumentada por conta das restrições proteicas que diminuem a disponibilidade energética para aumento de massa magra. A instalação de quadros sarcopênicos, mesmo que transitórios, sobrecarrega as articulações, causando a possibilidade de incidência de dor, câimbras e espasmos musculares, fruto adicional da retenção de fósforo e hiperparatireodismo secundário. Cabe ainda ressaltar a presença de edemas (retenção líquida) nos membros inferiores, especialmente no DRC-3, levando a sintomas mais exacerbados de fragilidade, fadiga e fragilidade óssea<sup>50</sup>.

Não existem estudos sobre treinamento de força muscular com ou sem RFS e seus impactos nos níveis de flexibilidade em população com DRC, o que atribui a nossos achados um feixe interessante de possibilidades para novas análises do papel dessa valência da aptidão, física em pessoas com agravos à saúde.

Além disso, outro resultado relevante se relaciona ao teste de condicionamento cardiorrespiratório (TC6'), em que os grupos de RFS e alta carga apresentaram aumento nos metros percorridos após o período de intervenção. Além disso, em comparação ao grupo com baixa carga, houve também diferença estatística com RFS.

A capacidade cardiorrespiratória não é um resultado imediatamente pretendido nos treinamentos de força muscular, isso porque a via energética recrutada para aumento das expressões de  $VO_{2max}$  são depositadas nas fibras tipo II, que possuem melhor vascularidade sistêmica no fornecimento de oxigênio para aumento da frequência cardíaca<sup>7</sup>, não sendo à toa que os treinamentos aeróbicos se tornam mais efetivos para melhorar a *performance* física dessa dimensão da aptidão física<sup>51</sup>.

Na população em geral, estudos já mencionaram o aumento do condicionamento cardiorrespiratório como benéfico para: a eficiência cardíaca e a elasticidade do tecido vascular, minimizando as chances de eventos cardiovasculares<sup>52</sup>; o controle glicêmico, com a regulação da

insulina; a melhora da oxigenação pulmonar; o equilíbrio morfológico com o controle de peso corporal; e para desfechos relacionados à saúde mental e percepção de qualidade de vida<sup>53</sup>. Além desses benefícios, a população com DRC pode adquirir melhoras na perfusão renal, otimizando a ação de filtração glomerular e podendo estancar a progressão da doença para os estágios mais avançados<sup>33</sup>. A redução do estresse oxidativo e dos níveis de IL-6 e PCR também são evidências existentes, bem como o aumento do  $VO_{2Pico}$ , tendo em vista a condição normal de diminuição de  $VO_2$  de pessoas com DRC<sup>12</sup>.

Também não há ainda evidências sobre o uso do treinamento de RFS sobre a capacidade cardiorrespiratória em pessoas com DRC no tratamento conservador. No entanto, Neves et al.<sup>54</sup> (2024), com pacientes em HD, detectaram haver um aumento da força respiratória a partir do aumento da expressão do óxido nítrico circulante e ganhos de força manual e massa livre de gordura. Cardoso et al.<sup>55</sup> (2020), usando o método de RFS com exercícios aeróbios, perceberam uma diferença significativa dos resultados do TC6', com um protocolo intradialítico de 12 semanas.

Sem uso de RFS, Uchiyama et al.<sup>56</sup> (2021) corroboram nossos achados, ao utilizarem exercícios combinados (aeróbio + força), em 12 semanas, percebendo um aumento incremental da caminhada no grupo experimental com DRC-4. Baria et al.<sup>57</sup> (2014), utilizando-se de um treinamento aeróbio em 12 semanas, trouxeram evidências de aumento de forças nos membros inferiores, no grupo de intervenção DRC-3/4. Por fim, em uma investigação longitudinal de 34 meses com treinamento de força muscular e de caráter multiprofissional, Beetham et al.<sup>58</sup> (2022) reportaram aumento da distância percorrida no TC6', no tamanho do  $VO_{2Pico}$  e no nível de atividade física medida em Metabolic Equivalent of Task (METs), em pessoas com DRC-3/4.

Mas, para além do condicionamento cardiorrespiratório, no âmbito da capacidade funcional, as tarefas da vida diária exigem valências como agilidade, equilíbrio e coordenação. O grupo de RFS apresentou melhoras significativas no teste de velocidade de marcha (agilidade e coordenação) e no teste de sentar, levantar e voltar a sentar (agilidade, equilíbrio e mobilidade funcional) após o período de intervenção, diminuindo os tempos de execução. Esse grupo também apresentou diferença estatística, em comparação com o grupo de treinamento com baixa carga, o que pode indicar que treinamento com intensidades menores, sem a RFS, pode não favorecer o incremento de variáveis simples do cotidiano.

A saúde humana tem interferência direta na funcionalidade relacionada a equilíbrio, agilidade e coordenação motora, tendo em vista sua relação com aspectos neurológicos (sistema vestibular, visual e proprioceptivo), na prevenção de quedas<sup>59</sup>, na execução das tarefas cotidianas<sup>60</sup> e, até mesmo, na redução dos níveis de insulina. Em pessoas com DRC – em decorrência do comprometimento de cálcio que promove distúrbios

ósseos, da perda da massa magra, por conta da restrição de consumo de proteína, levando à fraqueza muscular, da retenção líquida, que favorece o aparecimento de edemas –, a realização de exercícios pode favorecer a melhoria dessas dimensões, tornando-se um recurso adjuvante importante para o tratamento da doença.

Evidências do efeito do treinamento de força muscular com RFS sobre essas variáveis não existem, mas se encontram respostas mais robustas quando são elencados estudos sobre sarcopenia<sup>61</sup>. Nesse sentido, um incremento diferenciado de carga em treinamentos de força de pessoas com DRC tem sido mencionado como um recurso para aumento da força muscular e características da capacidade funcional<sup>3</sup>, especialmente por conta da atrofia muscular da DRC (em tratamento conservador e, sobretudo, em HD) e em virtude da acidose metabólica, da deficiência de vitamina D, do excesso de angiotensina II, do desequilíbrio da flora intestinal e miRNA, das toxinas urêmicas e do desequilíbrio hormonal<sup>62</sup>.

No que se refere à comparação entre os grupos, cabe ressaltar, ainda, a ausência de diferença estatística significativa entre o G3 e o G4 nos principais desfechos de capacidade funcional e força muscular como um dos achados mais relevantes deste estudo. Esse resultado indica que ambas as intervenções foram igualmente eficazes em promover melhorias. Do ponto de vista fisiológico, isso sugere que o treinamento de força muscular com RFS, mesmo utilizando cargas substancialmente mais leves (30% 10RM), foi capaz de recrutar e estimular as fibras musculares de contração rápida (tipo II) de maneira comparável ao treinamento tradicional com cargas elevadas (60-80% 10RM). O mecanismo proposto é que a restrição vascular sanguínea cria um ambiente metabólico de hipóxia e acúmulo de subprodutos, o que, por sua vez, leva a uma maior ativação neuromuscular e a respostas hormonais anabólicas similares às induzidas por cargas pesadas.

Na prática clínica, essa equivalência de resultados tem implicações profundas. Para pacientes com DRC3, que, frequentemente, são idosos, frágeis ou têm comorbidades que contraídicam ou dificultam levantar cargas elevadas, o protocolo com RFS surge como uma alternativa segura e viável. Ele oferece os mesmos benefícios do treinamento de força convencional, mas com um perfil de risco potencialmente menor relacionado a lesões musculoesqueléticas e sobrecarga cardiovascular. Portanto, a falta de diferença estatística entre G3 e G4 não representa uma falha do método, mas sim valida a RFS como uma estratégia eficaz e versátil, ampliando as opções de prescrição de exercício para essa população clínica específica.

Outro ponto forte deste estudo é ser o primeiro a se debruçar especificamente sobre a população DRC-3, momento importante ao longo do tratamento dessa doença, tendo em vista que muitos diagnósticos clínicos, sem apresentação de alterações morfológicas renais, se dão apenas com a filtração abaixo de 60 ml/min/1.73m<sup>2</sup>. Além

disso, verificar o uso do método de RFS com EXF pode elucidar possíveis riscos em seu uso na prática profissional de manejo dessa população, principalmente levando em consideração que pessoas com DRC tendem a fazer uso de TRS em algum momento do manejo clínico. Por fim, cabe destacar a inclusão deste estudo em um grupo reduzido de investigações que se debruçam exclusivamente sobre o treinamento de força muscular, tendo em vista que grande parte dos estudos utiliza os exercícios aeróbicos e (ou) combinados para suas análises.

Sobre o protocolo proposto, o número reduzido de exercícios para cada sessão de treinamento sinaliza a importância da realização de ajustes para populações clínicas, tendo em vista os benefícios evidenciados com uma quantidade de menor de exposição a riscos de rabdomiólise por conta de alta intensidade associada a um maior número de exercícios, repetições e séries de um treinamento.

Em termos de limitação, o estudo não realizou um controle sobre a prática de atividade física ou exercício físico no grupo de controle, considerando apenas que esses participantes não foram expostos ao protocolo proposto para esta investigação. Talvez isso explique os resultados não significantes das variáveis analisadas com esse braço do estudo.

Além disso, por conta da natureza do estudo (intervenção física), não houve a possibilidade de cegamento dos participantes do estudo em relação aos braços de estudo e à intensidade proposta para cada grupo, de modo que tal viés pode ter proporcionado diferenças no engajamento dentro do estudo.

Outro elemento a ser reportado é o número de participantes, condição que pode impedir, de alguma forma, a extrapolação da análise de forma mais generalizada, mas não exclui a possibilidade de o experimento poder servir de referência ou guia para os profissionais de Educação Física para atuação com populações com as mesmas características.

Ainda que houvesse um controle da intensidade, da estrutura de progressão do treinamento e da construção de um protocolo de exercícios, elas podem ter sido minimizadas e (ou) maximizadas para maiores benefícios aos participantes. Além disso, o recorte temporal de 12 semanas e a não verificação, a longo prazo, do processo de destreinamento e efeito longitudinal do protocolo de intervenção podem mascarar os reais ganhos desta investigação.

#### Aplicação prática

Este estudo demonstra um excelente custo-benefício e alta aplicabilidade clínica, ao propor um protocolo de treinamento de força muscular com restrição de fluxo sanguíneo (RFS), que utiliza cargas baixas (30% de 10RM), mas é capaz de promover ganhos funcionais comparáveis aos obtidos com treinamentos de alta carga. Para pessoas com DRC-3, que frequentemente apresentam comorbi-

dades, fragilidade e limitações que impedem a realização de exercícios intensos, a RFS surge como uma alternativa segura, eficaz e acessível. A utilização de cargas mais leves reduz o risco de lesões musculoesqueléticas e eventos cardiovasculares, enquanto a estrutura do protocolo (com número limitado de exercícios e sessões de 30 a 40 minutos) facilita sua incorporação à rotina, potencialmente aumentando a adesão e reduzindo a sobrecarga do tratamento.

Na prática clínica, os resultados sustentam a viabilidade de implementar o treinamento com RFS em ambientes de reabilitação e unidades nefrológicas, com equipamentos de baixo custo (como faixas de restrição vascular adaptadas) e sem necessidade de infraestrutura complexa. A significativa melhora em parâmetros como força muscular, capacidade cardiorrespiratória, flexibilidade e agilidade pode se traduzir em maior autonomia para atividades diárias, redução do risco de quedas e melhor percepção de qualidade de vida, com possíveis impactos positivos na progressão da doença. A alta taxa de aderência e a baixa incidência de efeitos adversos reforçam sua segurança e praticidade, posicionando essa estratégia como uma ferramenta para equipes multiprofissionais no manejo não farmacológico da DRC3.

Todavia, cabe mencionar a necessidade de acompanhamento por um profissional de Educação Física para avaliações prévias, prescrição do protocolo e monitoramento do uso do material adequado na execução dos exercícios.

#### CONCLUSÃO

O protocolo de exercício físico de força muscular associado à RFS foi eficaz para a melhora em diversos domínios da capacidade funcional em pessoas com DRC-3, porém, com mais consistência, nas variáveis força dos membros inferiores (teste de sentar e levantar e teste 10RM) e superiores (teste de flexão de antebraço e teste 10RM), flexibilidade (teste alcançar atrás das costas), condicionamento cardiorrespiratório (TC6') e coordenação motora ou agilidade (velocidade de marcha).

No entanto, tais ganhos apresentaram efeitos superiores aos do treinamento de baixa carga sem a RFS (30-40% 10RM) e sem nenhuma diferença estatística no uso de carga mais elevadas (60-80% 10RM).

Além disso, o protocolo desenvolvido demonstrou segurança em seu uso em populações clínicas em condições de saúde similares às aqui apresentadas.

Espera-se que estudos vindouros possam melhor elucidar o impacto do exercício físico de força muscular com RFS em pessoas com DRC.

#### REFERÊNCIAS

1. Barbanti VJ. Dicionário de educação física e esporte. São Paulo: Manole; 2011.
2. Araújo DSMS, Araújo CGS. Aptidão física, saúde e qualidade de vida relacionada à saúde em adultos. *Rev Bras Med Esporte*. 2000;6(5).

doi:10.1590/S1517-8692200000500005

3. Noor H, Reid J, Slee A. Resistance exercise and nutritional interventions for augmenting sarcopenia outcomes in chronic kidney disease: A narrative review. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*. 2021;12(6):1621-40. doi:10.1002/jcsm.12791
4. Landi F, Marzetti E, Martone AM, Bernabei R, Onder G. Exercise as a remedy for sarcopenia. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2014;17(1):25-31. doi:10.1097/MCO.000000000000018
- 5 Raso V, Greve JMA, Polito MD. Pollock: Fisiologia clínica do exercício. São Paulo: Manole; 2013.
6. American College of Sports Medicine. ACSM position stand: Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults. *Med Sci Sports Exerc*. 2011;43(7):1134-59. doi:10.1249/MSS.0b013e318213febf
7. McArdle WD, Katch FI, Katch VL. Fisiologia do exercício: Nutrição, energia e desempenho humano. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2017.
8. Laurentino GC, Ugrinowitsch C, Roschel H, Aoki MS, Soares AG, Neves Junior M, et al. Strength training with blood flow restriction diminishes myostatin gene expression. *Med Sci Sports Exerc*. 2012;44(3):406-12. doi:10.1249/MSS.0b013e318233b4bc
9. Cirilo-Sousa MS, Rodrigues Neto G. Metodologia do treinamento físico com restrição de fluxo sanguíneo. João Pessoa: Ideia; 2018.
10. Freitas EDS, Karabulut M, Bembem MG. The evolution of blood flow restricted exercise. *Front Physiol*. 2021;12:747759. doi:10.3389/fphys.2021.747759
11. Loenneke JP, Fahs CA, Rossow LM, Sherk VD, Thiebaud RS, Abe T, et al. Effects of cuff width on arterial occlusion: Implications for blood flow-restricted exercise. *Eur J Appl Physiol*. 2012;112(8):2903-12. doi:10.1007/s00421-011-2266-8
12. KDIGO Work Group. KDIGO 2024 clinical practice guideline for the evaluation and management of chronic kidney disease. *Kidney Int Suppl*. 2024;105(45):1-199. doi:10.1016/j.kint.2023.10.018
13. Caetano AFP, Alves FAN, França KMS, Gomes AVF, Silva JCF. Estágios da DRC e associações com atividade física, qualidade de vida e perfil nutricional. *Rev Bras Ativ Fís Saúde*. 2022;27(1):1-9. doi:10.12820/rbafs.27e0253
14. Caetano AFP, organizador. Atividade física e doença renal crônica: Estudos observacionais e relatos de experiência. Belém: RFB Editora; 2024.
15. Rolnick N, Sousa Neto IV, Fonseca EF, Neves RVP, Rosa TS, Nascimento DC. Potential implications of blood flow restriction exercise on patients with chronic kidney disease. *J Exerc Rehabil*. 2022;18(2):81-95. doi:10.12965/jer.2244082.041
16. Wilkinson TJ, McAdams-Demarco M, Bennet PN, Wilund K. Advances in exercise therapy in predialysis chronic, kidney disease, hemodialysis, peritoneal dialysis and kidney transplantation. *Curr Opin Nephrol Hypertens*. 2020; 29(5): 471-479. doi: 10.1097/MNH.0000000000000627
17. Matsudo S, Araujo T, Matsudo V, Andrade D, Andrade E, Oliveira LC, et al. Questionário Internacional de Atividade Física IPAQ: estudo de validade e reprodutibilidade no Brasil. *Ativ Fís Saúde*. 2001;6(2):5-18. doi:10.12820/rbafs.v.6n2p5-18
18. Ministério da Saúde (BR). Guia de atividade física para a população brasileira. 2021.
19. Rikli R, Jones C. Functional fitness test for older adults. *J Aging Phys Act*. 1999;7(2):129-61. doi:10.1123/japa.7.2.129
20. Middleton A, Fritz S, Lusardi S. Walking speed: The functional vital sign. *J Aging Phys Act*. 2015;23(2):314-22. doi:10.1123/japa.2013-0236
21. Quach L, Galica AM, Jones RN, Procter-Gray E, Manor B, Hannan MT, et al. Nonlinear relationship between gait speed and falls. *J Am Geriatr Soc*. 2011;59(6):1069-73. doi:10.1111/j.1532-5415.2011.03408.x.
22. American College of Sports Medicine – ACSM. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc*. 2009;41(3):687-708. doi:10.1249/MSS.0b013e3181915670.
23. Vieira EPL, Deserto ADV, Alves Junior ED, Gurgel JL. Reprodutibilidade do teste de 10RM em idosos. *Acta Fisiátr*. 2022;29(3):184-9. doi:10.11606/issn.2317-0190.v29i3a182604
24. Vieira EPL, Deserto ADV, Alves Junior ED, Gurgel JL. Reprodutibilidade do teste de força de 10RM em jovens universitárias. *Rev Bras Presc Fisiol Exerc*. 2020;14(94):1014-23.
25. Dias RMR, Avelar A, Meneses AL, Salvador EP, Silva DRP da, Cyrino ES. Segurança e aplicabilidade do teste de 1RM. *Motriz*. 2013;19(1):231-42. doi:10.1590/s1980-65742013000100024
26. Monteiro MF, Sobral Filho DC. Physical exercise and blood pressure control. *Rev Bras Med Esporte*. 2004;10(6):517-9. doi:10.1590/S1517-86922004000600008
27. Makdisse M. Índice tornozelo-braquial. São Paulo: Segmento Farma; 2004.
28. Gil ALS, Neto GR, Sousa MSC, Dias I, Vianna J, Nunes RAM, et al. Effect of strength training with blood flow restriction on muscle power and submaximal strength in eumenorrheic women. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2017;37(2):221-8. doi:10.1111/cpf.12291
29. Caetano AFP, De Oliveira JA, Dos Santos CFP, Da Silva AW, Oliveira MJC, Sousa M Do SC. Exercita Rim – physical exercise protocol with blood flow restriction for people with chronic kidney disease on conservative treatment. *J Complexity Sci Health*. 2025;8(2).
30. Silva Junior GB, Bentes ACSN, De Francesco Daher E, Matos SMA de. Obesity and kidney disease. *J Bras Nefrol*. 2017;39(1):65-9. doi:10.5935/0101-2800.20170011
31. Hardy CJ, Rejeski WJ. Measurement of affect during exercise. *J Sport Exerc Psychol*. 1989;11:304-17. doi:10.1123/jsep.11.3.304
32. Alves LC, Leimann BCQ, Vasconcelos MEL, Carvalho MS, Vasconcelos AGG, Fonseca TCO da, et al. A influência das doenças crônicas na capacidade funcional dos idosos do Município de São Paulo, Brasil. *Cad Saúde Pública*. 2007;23(8):1924-30. doi:10.1590/S0102-311X2007000800019
33. Villanego F, Naranjo J, Vigarra LA, Cazorla JM, Montero ME, García T, et al. Impact of physical exercise in patients with chronic kidney disease: Systematic review and meta-analysis. *Nefrología*. 2020;40(3):237-52. doi:10.1016/j.nefro.2020.01.002
34. Amaral LS de B, Souza CS, Lima HN, Soares T de J. Influence of exercise training on diabetic kidney disease: A brief physiological approach *Exp Biol Med*. 2020;245(13):1142-54. doi:10.1177/1535370220928986
35. Wilkinson TJ, McAdams-DeMarco M, Bennett PN, Wilund K. Advances in exercise therapy in predialysis chronic kidney disease, hemodialysis, peritoneal dialysis, and kidney transplantation. *Curr Opin Nephrol Hypertens*. 2020;29(5):471-9. doi:10.1097/MNH.0000000000000627
36. Wilson JM, Lowery RP, Joy JM, Loenneke JP, Naimo MA. Practical blood flow restriction training increases acute determinants of

- hypertrophy without increasing indices of muscle damage. *J Strength Cond Res.* 2013;27(11):3068–75. doi:10.1519/JSC.0b013e31828a1ffa.
37. Takada S, Okita K, Suga T, Omokawa M, Kadoguchi T, Sato T, et al. Low-intensity exercise can increase muscle mass and strength proportionally to enhanced metabolic stress under ischemic conditions. *J Appl Physiol.* 2012;113(2):199–205. doi:10.1152/jappphysiol.00149.2012
38. Takarada Y, Takazawa H, Sato Y, Takebayashi S, Tanaka Y, Ishii N. Effects of resistance exercise combined with moderate vascular occlusion on muscular function in humans. *J Appl Physiol.* 2000;88(6):2097–105. doi:10.1152/jappl.2000.88.6.2097
39. Corrêa H de L, Deus LA, Nascimento D da C, Rolnick N, Neves RVP, Reis AL, et al. Concerns about the application of resistance exercise with blood-flow restriction and thrombosis risk in hemodialysis patients. *J Sport Health Sci.* 2024;13(4):548–58. doi:10.1016/j.jshs.2024.02.006
40. Corrêa HL, Neves RVP, Deus LA, Maia BCH, Maya AT, Tzanno-Martins C, et al. Low-load resistance training with blood flow restriction prevent renal function decline: The role of the redox balance, angiotensin 1-7 and vasopressin. *Physiol Behav.* 2020;230:113295. doi:10.1016/j.physbeh.2020.113295
41. Deus BPM de, Hoerb A, Zanon RB, Moraes PS, Agra HC. Sintomas e complicações agudas relacionadas com a hemodiálise. *Rev Epidemiol Controle Infecção.* 2015;5(1):52–6. doi: https://doi.org/10.17058/reci.v5i1.4951
42. Deus LA, Neves RVP, Corrêa H de L, Reis AL, Honorato FS, Silva VL, et al. Improving the prognosis of renal patients: The effects of blood flow-restricted resistance training on redox balance and cardiac autonomic function. *Exp Physiol.* 2021;106(4):1099–1109. doi:10.1113/EP089341.
43. Silva IB, Barbosa JBN, Araújo AXP, Marinho PEM. Effect of an exercise program with blood flow restriction on the muscular strength of patients with chronic kidney disease: A randomized clinical trial. *J Bodyw Mov Ther.* 2021;28:187–92. doi:10.1016/j.jbmt.2021.06.022
44. Barbosa JB, Maia TO, Alves PS, Bezerra SD, Moura E Csc, Medeiros AIC, et al. Does blood flow restriction training increase the diameter of forearm vessels in chronic kidney disease patients? A randomized clinical trial. *J Vasc Access.* 2018;19(6):626–33. doi:10.1177/1129729818768179
45. Medeiros AIC de, Fuzari HAK, Rattesa C, Brandão DC, Marinho PE de M. Inspiratory muscle training improves respiratory muscle strength, functional capacity and quality of life in patients with chronic kidney disease: a systematic review. *J Physiother.* 2017;63(2):76–83. doi: 10.1016/j.jphys.2017.02.016
46. Hiraki K, Shibagaki Y, Izawa KP, Hotta C, Wakamiya A, Sakurada T, et al. Effects of home-based exercise on pre-dialysis chronic kidney disease patients: a randomized pilot and feasibility trial. *BMC Nephrol.* 2017;18:198. doi:10.1186/s12882-017-0613-7
47. Balakrishnan VS, Rao M, Menon V, Gordon P, Pilichowska M, Castaneda F, et al. Resistance Training Increases Muscle Mitochondrial Biogenesis in Patients with Chronic Kidney Disease. *CJASN.* 2010;5(6):996–1002. doi:10.2215/CJN.09141209
48. Achour Junior A. Alongamento e flexibilidade. *Rev Bras Ativ Fis Saúde.* 2002;12(1):54–8. doi:10.12820/rbafs.v.12n1p54-58
49. ACSM. Guidelines for exercise testing and prescription. 2021.
50. Ketteler M, Evenepoel P, Holden RM, Isakova T, Jørgensen HS, Komah H, et al. Chronic kidney disease-mineral and bone disorder: conclusions from a Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO) Controversies Conference. *Kidney Int.* 2025;107(3):405–23. doi:10.1016/j.kint.2024.11.013
51. Liang M, Pan Y, Zhong T, Zeng Y, Cheng AK. Effects of aerobic, resistance, and combined exercise on metabolic syndrome parameters and cardiovascular risk factors: a systematic review and network meta-analysis. *Rev Cardiovasc Med.* 2021;22(4):1523–33. doi:10.31083/j.rcm2204156
52. Duarte MP, Almeida LS, Neri SGR, Oliveira JS, Wilkinson TJ, Ribeiro HS, et al. Prevalence of sarcopenia in patients with chronic kidney disease: a global systematic review and meta-analysis. *J Cachexia Sarcopenia Muscle.* 2024;15(2):501–12. doi:10.1002/jcsm.13425
53. Smith PJ, Blumenthal JA, Hoffman BM, Cooper H, Strauman TA, Welsh-Bohmer K, et al. Aerobic exercise and neurocognitive performance: a Meta-Analytic Review of Randomized Controlled Trials. *Psychosom Med.* 2010;72(3):239–52. doi:10.1097/PSY.0b013e3181d14633
54. Neves RVP, Corrêa HL, Reis AL, Andrade RV, Araújo TB, Santos RL, et al. Exercise Improves Respiratory Function, Body Fluid and Nitric Oxide in Hemodialysis Patients. *Int J Sports Med.* 2024;45(13):994–1004. doi:10.1055/a-2348-2684
55. Cardoso RK, Araujo AM, Del Vecchio FB, Bohlke M, Barcellos FC, Osés JP, et al. Intradialytic exercise with blood flow restriction is more effective than conventional exercise in improving walking endurance in hemodialysis patients: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil.* 2020;34(1):91–8. doi:10.1177/0269215519880235
56. Uchiyama K, Adachi K, Muraoka K, Nakayama T, Oshida T, Yasuda M, et al. Home-based aerobic exercise and resistance training for severe chronic kidney disease: a randomized controlled trial. *J Cachexia Sarcopenia Muscle.* 2021;12(6):1789–802. doi:10.1002/jcsm.12775
57. Baria M, Kamimura MA, Aoike DT, Ammirati A, Rocha ML, Mello MT de, et al. Randomized controlled trial to evaluate the impact of aerobic exercise on visceral fat in overweight chronic kidney disease patients. *Nephrol Dial Transpl.* 2014;29(4):857–64. doi:10.1093/ndt/gft529
58. Beetham K, Krishnasamy R, Stanton T, Sacre JW, Douglas B, Isabel NM, et al. Effect of a 3-Year Lifestyle Intervention in Patients with Chronic Kidney Disease: A Randomized Clinical Trial. *JASN.* 2022;33(2):431–41. doi:10.1681/ASN.2021050668
59. Sherrington C, Fairhall N, Wallbank G, Tiedemann A, Michaleff ZA, Howard K, et al. Exercise for preventing falls in older people living in the community: an abridged Cochrane systematic review. *Br J Sports Med.* 2020;54(15):885–91. doi:10.1136/bjsports-2019-101512
60. Kear MB, Guck TP, McGaha AL. Timed Up and Go (TUG) Test: Normative Reference Values for Ages 20 to 59 Years and Relationships With Physical and Mental Health Risk Factors. *J Prim Care Community Health.* 2017;8(1):9–13. doi:10.1177/2150131916659282
61. Ganjeh BJ, Zeraattalab-Motlagh S, Jayedi A, Daneshvar M, Gohari Z, Norouziasl R, et al. Effects of aerobic exercise on blood pressure in patients with hypertension: a systematic review and dose-response meta-analysis of randomized trials. *Hypertens Res.* 2024;47(2):385–98. doi:10.1038/s41440-023-01467-9
62. Wang K, Liu Q, Tang M, Qi G, Qiu C, Huang Y, et al. Chronic kidney disease-induced muscle atrophy: Molecular mechanisms and promising therapies. *Biochem Pharmacol.* 2023;208:115407. doi:10.1016/j.bcp.2022.115407