

## Programa de resistência muscular para membros inferiores melhora sarcopenia urêmica

*Muscular resistance program for lower limbs improves uremic sarcopenia*Liliane Stawny Sampaio<sup>1</sup>, Renata Campos<sup>1</sup>

## RESUMO

Insuficiência renal crônica (IRC) é caracterizada pela deterioração irreversível dos néfrons, que causa uma condição crônica com prejuízo do desempenho físico dos indivíduos, principalmente de membros inferiores (MMII), devido a sarcopenia urêmica e déficit de vitamina D. **Objetivo:** Avaliar a eficiência de um programa de resistência muscular para MMII de pacientes com IRC. **Métodos:** Cinco pacientes com IRC participaram do programa de reabilitação que ocorreu 30 minutos antes do início da hemodiálise (HD), duas vezes por semana, cada sessão teve duração de 20 minutos, totalizando 14 sessões, sendo a primeira e última, destinadas a avaliação. A intervenção consistiu de circuito funcional e exercícios resistidos, isotônicos de cadeia cinética aberta e fechada. Foi avaliado o teste de sentar e levantar em 30 segundos e teste de uma repetição máxima (1RM). **Resultados:** Após a aplicação, foi verificado que a força muscular pós ( $2,92 \pm 1,10$ ) foi estatisticamente maior que a pré ( $1,90 \pm 1,29$ ,  $p = 0,02$ ), além de evidenciar que as variáveis da progressão da carga e força muscular pós, estão diretamente correlacionadas ( $r^2 0,976$ ,  $p = 0,005$ ). O desempenho no teste de sentar e levantar em 30 segundos obteve diferença significativa pré ( $6,8 \pm 2,28$ ) e pós intervenção ( $10,4 \pm 1,67$ ,  $p = 0,004$ ). **Conclusão:** O programa de resistência muscular de MMII foi eficaz, visto que aumentou o desempenho físico funcional com ganho de força e resistência muscular em pacientes em HD.

**Palavras-chaves:** Sarcopenia, Treinamento de Força, Extremidade Inferior, Deficiência de Vitamina D, Insuficiência Renal Crônica, Diálise Renal

## ABSTRACT

Chronic renal failure (CRF) is characterized by the irreversible deterioration of the nephrons, which causes a chronic condition with impaired physical performance of individuals, mainly of the lower limbs (LL), due to uremic sarcopenia and vitamin D deficit. **Objective:** To evaluate the efficiency of a muscular resistance program for the lower limbs of patients with CRF. **Methods:** Five patients with CRF participated in the rehabilitation program that took place thirty minutes before the beginning of hemodialysis (HD), twice a week, each session lasted 20 minutes, totaling 14 sessions, the first and last ones were destined for evaluation. The intervention consisted of functional circuit and resistance exercises, isotonic with open and closed kinetic chain. The 30-second sit-and-stand test and the one maximum repetition test (1MR) were evaluated. **Results:** After application, it was found that post muscle strength ( $2.92 \pm 1.10$ ) was statistically higher than pre ( $1.90 \pm 1.29$ ,  $p = 0.02$ ), in addition to showing that the variables of load progression and post muscle strength are directly correlated ( $r^2 0.976$ ,  $p = 0.005$ ). The performance in the 30-second sit and stand test showed a significant difference pre ( $6.8 \pm 2.28$ ) and post intervention ( $10.4 \pm 1.67$ ,  $p = 0.004$ ). **Conclusion:** The lower limbs muscular resistance program was effective, as it increased functional physical performance with gains in muscle strength and endurance in hemodialysis patients.

**Keywords:** Sarcopenia, Resistance Training, Lower Extremity, Vitamin D Deficiency, Renal Insufficiency, Chronic, Renal Dialysis

<sup>1</sup> Universidade do Contestado - UnC

## Autor Correspondente

Liliane Stawny Sampaio

E-mail: [lilis22stawny@gmail.com](mailto:lilis22stawny@gmail.com)

## Conflito de Interesses

Nada a declarar

Submetido: 25 outubro 2022

Aceito: 25 fevereiro 2023

## Como citar

Sampaio LS, Campos R. Programa de resistência muscular para membros inferiores melhora sarcopenia urêmica. Acta Fisiátr. 2023;30(1):27-33.

DOI: 10.11606/issn.23170190.v30i1a203815

ISSN 2317-0190 | Copyright © 2023 | Acta Fisiátrica  
Instituto de Medicina Física e Reabilitação – HCFMUSP



Este trabalho está licenciado com uma licença  
Creative Commons - Atribuição 4.0 Internacional

## INTRODUÇÃO

Insuficiência renal é uma desordem no qual os rins não conseguem retirar os resíduos metabólicos da corrente sanguínea e manter a homeostasia dos líquidos e eletrólitos extracelulares, podendo ser aguda ou crônica. A lesão renal aguda (LRA) tem início súbito e geralmente é reversível, desde que diagnosticada precocemente e tratada adequadamente.<sup>1</sup>

Porém, a doença renal crônica é o resultado final da lesão irreversível dos rins. Essa condição é caracterizada pela perda lenta e progressiva da função dos rins. É classificada em cinco estágios, desde lesão renal com leve perda da função: estágio um, até Insuficiência renal crônica (IRC): estágio cinco.<sup>2</sup> A doença é identificada quando a taxa de filtração glomerular (TFG) é inferior a 60 mL/min/1,73m<sup>2</sup> em um período igual ou superior a três meses. Pacientes com TFG menor que 15 mL/min/1,73m<sup>2</sup>, são classificados no último estágio e necessitam de terapia renal substitutiva (TRS).<sup>3</sup>

O estágio cinco indica a deterioração irreversível dos néfrons, com isso, a reabsorção, filtração e excreção estão prejudicadas, causando o acúmulo de substâncias no organismo que deveriam ser excretadas, como a ureia e creatinina, principais biomarcadores de disfunção renal.<sup>4</sup>

Segundo o censo realizado em 2019, pela Sociedade Brasileira de Nefrologia, mais de 139.000 pacientes necessitam de TRS, desses, 93,2% encontram-se em HD, tratamento de depuração renal mais predominante adotado por pacientes em estágio cinco. No Brasil, a estimativa de pessoas com DRC ultrapassa 10 milhões.<sup>5</sup>

A hemodiálise (HD) pode arruinar o desempenho físico dos indivíduos, devido as comorbidades e alterações musculoesqueléticas que ocasiona. Pacientes em HD estão sujeitos a pelo menos 12 horas de inatividade física por semana, favorecendo o sedentarismo e a limitação funcional.<sup>6</sup>

Associado as dificuldades que a HD acarreta, ainda há as disfunções que a DRC provoca, como o acúmulo de toxinas urêmicas, que prejudicam o desempenho muscular, devido a sarcopenia urêmica, havendo grande impacto na mortalidade e morbidade.<sup>7</sup>

A sarcopenia se apresenta em todos os estágios da DRC, de maneira acentuada no estágio terminal, visto que geralmente se desenvolve quando a TFG é inferior a 25 mL/min/1,73m<sup>2</sup>.<sup>8</sup> Nishi et al.<sup>9</sup> demonstraram que alguns fatores podem contribuir para o aumento da incidência de sarcopenia em pacientes com DRC, incluindo o déficit de vitamina D.

Segundo Yao et al.<sup>10</sup> a vitamina D é responsável por promover a absorção de cálcio, mineralização da formação de tecido ósseo e manutenção da função muscular. Seu déficit no organismo, promove a redução da massa óssea, disfunções musculares e alteração da força muscular, principalmente em MMII.<sup>11</sup>

Com a função reduzida em MMII, esses indivíduos estão propensos a apresentarem limitações na funcionalidade em tarefas básicas do cotidiano, como caminhar, levantar de uma cadeira ou subir um lance de escadas.<sup>12</sup>

Simões et al.<sup>13</sup> certificam que a reabilitação muscular é benéfica em todos os estágios da DRC, até mesmo para pacientes em HD. Quando submetidos a um programa de resistência muscular, melhoram sua independência funcional, pois a depuração de toxinas urêmicas juntamente com o exercício corroboram de forma significativa na redução das complicações, tanto da doença, como do tratamento,

aumentando o desempenho muscular.<sup>14</sup>

Diante disso, a importância do profissional fisioterapeuta atuar nos centros de HD, para avaliar a sarcopenia urêmica e analisar os níveis de vitamina D no desempenho e força muscular de MMII, sendo estes, dados essenciais para a elaboração de planos de tratamento com exercícios personalizados e individualizados, reduzindo os impactos musculoesqueléticos e funcionais.

## OBJETIVO

Este estudo teve como objetivo avaliar a eficiência de um programa de resistência muscular para MMII de pacientes com IRC.

## MÉTODO

Pesquisa realizada em um Centro de Hemodiálise numa cidade do Planalto Norte Catarinense, no período de junho a agosto de 2022. A amostra inicial contou com 12 participantes de ambos os gêneros. Após triagem 2 não preencheram os critérios de inclusão, 2 desistiram antes da avaliação inicial por falta de interesse e 3 desistiram ao longo do programa por problemas de saúde. A amostra final contou com 5 participantes, que aceitaram participar voluntariamente e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido devidamente aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade do Contestado, sob o CAAE 58045722.0.0000.0117.

Os participantes foram selecionados de acordo com os seguintes critérios: realizar HD há mais de seis meses, 3 vezes por semana, com duração de quatro horas, idade entre 30 e 65 anos e estar clinicamente estável. Pacientes com doença prévia do sistema respiratório, doenças neurológicas, doenças cardiovasculares graves ou comprometimentos físicos osteoarticulares que impossibilitassem a prática e execução dos exercícios propostos no programa de resistência muscular para membros inferiores, foram excluídos.

A análise dos prontuários incluiu idade, gênero, tempo de diálise, escolaridade, estado civil, raça, peso, fósforo, potássio, cálcio, albumina, nível de calcitriol sérico como um indicador de vitamina D ativa, ureia e creatinina.

No início e ao final do estudo, foram avaliados a força e desempenho muscular do músculo quadríceps femoral e o consumo máximo de oxigênio (VO<sub>2</sub> máx), também foi aferido a pressão arterial sistólica (PAS), diastólica (PAD), frequência cardíaca (FC), e saturação periférica de oxigênio (SpO<sub>2</sub>).

Para avaliação da força do quadríceps femoral, os participantes iniciaram o protocolo com três minutos de atividades leves do grupo muscular a ser testado, o tempo foi dividido igualmente em caminhada e extensão de joelho contra a ação da gravidade, respeitando toda amplitude de movimento.

Após, realizaram 1 minuto de alongamento estático do grupo muscular quadríceps femoral. Na sequência, sentados em uma cadeira com uma caneleira de peso em seus tornozelos, foram orientados a executar o movimento de extensão do joelho, para avaliação da força muscular de quadríceps femoral por meio do Teste de 1RM. O teste iniciou com aquecimento de oito repetições a 50% de 1 RM estimado, seguido de três repetições a 70% de 1RM, após 5 minutos de descanso, o participante teve cinco tentativas para executar o movimento com progressão da carga de 500 gramas. O 1RM foi determinado com a carga que o indivíduo foi capaz de levantar em uma única execução correta.<sup>15</sup>

O Teste de sentar e levantar em 30 segundos<sup>16</sup> avaliou o desempenho muscular do quadríceps femoral. Os participantes foram orientados a sentar-se em uma cadeira, com as costas eretas, pés no chão e braços cruzados com o dedo médio em direção ao acrómio. Logo, foram instruídos a ficar totalmente em pé e então retornar para posição sentada. Realizaram a sequência de sentar e levantar o máximo de vezes durante 30 segundos e o número de repetições foi registrado pela pesquisadora que acompanhou o tempo por meio de um cronômetro.

A avaliação do  $VO_2$  máximo foi realizada com a fórmula de Uth et al.<sup>17</sup>  $VO_2 \text{ máx} = 15 \times (FC_{\text{máxima}}/FC_{\text{repouso}})$ . A FC de repouso ( $FC_{\text{rep}}$ ) foi registrada por meio do oxímetro, com o indivíduo em repouso, e a FC máxima ( $FC_{\text{máx}}$ ) utilizando a fórmula de Karvonen,<sup>18</sup>  $FC = 220 - \text{idade}$ .

O programa de resistência muscular foi baseado nas diretrizes do Colégio Americano de Medicina do Esporte<sup>19</sup>. Ocorreu trinta minutos antes do início da HD, cada sessão com duração de 20 minutos, 5 destinados para alongamentos, e 15 para exercícios resistidos para os grandes grupos musculares dos MMII. Aplicado duas vezes por semana, pelo período de oito semanas, totalizando 14 sessões, a primeira e última, destinadas a avaliação.

No início de cada sessão foi realizado a conferência da FC e SpO<sub>2</sub>, sendo monitorada durante os exercícios e ao final, além da aferição da PA. Realizaram aquecimento como preparação para os exercícios, com 3 alongamentos estáticos durante 1 minuto cada, para os principais grupos musculares de MMII.

A primeira sessão de cada semana foi designada para um circuito funcional, composto por 5 exercícios, com diferentes graus de dificuldade, na qual os participantes foram instruídos a passar, executando cada exercício durante 1 minuto, ao finalizar, iniciavam novamente, até completar 3 repetições.

A segunda sessão da semana foi de exercícios resistidos, realizados em velocidade baixa a moderada, através de toda a amplitude do movimento. Com base nos resultados do teste de 1RM, a carga inicial foi estipulada em 40% da carga máxima e a cada duas semanas foi progredida, na terceira 60% e na sexta 80%. Para aumentar tanto a força quanto a endurance muscular, os exercícios foram compostos de 3 séries de 8 repetições.

Os exercícios foram isotônicos de cadeia cinética aberta e fechada, executados com utilização de bola suíça, step e caneleiras, envolveu os seguintes exercícios: agachamento, afundo, elevação pélvica, flexão e extensão do joelho, flexão, extensão e abdução do quadril, flexão plantar, sentar e levantar e subir e descer do step.

Durante a execução do programa foram respeitados todos os protocolos de cuidados contra a COVID-19, com uso de máscara, higienização das mãos e dos equipamentos com álcool em gel 70% e distanciamento, para prevenção e diminuição dos riscos de transmissão do vírus.

Para realizar a análise estatística foi utilizado o pacote *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) 21.0, através de estatísticas descritivas de forma individual, frequência, média, desvio-padrão e Teste t student, nível de significância utilizado foi  $p > 0,05$ .

## RESULTADOS

Esta pesquisa foi conduzida por um período de 33 dias, envolveu 5 participantes como amostra final. A média de idade

da amostra foi de  $50,6 \pm 14,81$  anos, maioria eram homens (80%), com tempo de HD de  $26,4 \pm 11,06$  meses. As características adicionais dos participantes estão descritas na Tabela 1.

De acordo com os exames laboratoriais, realizados de forma rotineira pela instituição, nota-se que a TFG estimada  $9,01 \pm 7,62$  mL/min/1,73m<sup>2</sup> e nível de ureia pré diálise  $109,33 \pm 16,49$  mg/dL indicam a IRC.

**Tabela 1.** Características gerais dos participantes

Variável	Média ± Desvio padrão ou n (%)
Altura (cm)	1,64 ± 0,09
Peso (kg)	71,34 ± 17,48
IMC	26,69 ± 5,08
<b>Escolaridade</b>	
Primário	3 (60%)
Ensino médio completo	2 (40%)
<b>Estado civil</b>	
Solteiro	2 (40%)
Casado	2 (40%)
Viúvo	1 (20%)
<b>Raça</b>	
Branco	4 (80%)
Negro	1 (20%)

Na Tabela 2 estão dispostas as demais variáveis bioquímicas, descritas individualmente e ao final pela média de todos os participantes. É possível observar discreta elevação do potássio, cálcio e vitamina D, quando comparado pré e pós intervenção, porém, os mesmos não apresentaram diferenças estatísticas significantes. A creatinina, como já esperado, encontra-se alterada pela própria doença de base.

A Tabela 3 indica as condições do programa de resistência muscular empregadas durante a intervenção, mostrando que as progressões da carga foram significativas quando relacionadas umas com as outras, além de respeitar os limites dos participantes, visto que a carga foi elevada gradualmente, baseada nos resultados do teste de 1RM para cada participante da pesquisa.

Após a aplicação do programa, foi verificado que a força muscular pós ( $2,92 \pm 1,10$ ) foi estatisticamente maior que a pré ( $1,90 \pm 1,29$ ,  $p = 0,02$ ), denotando a importância do programa para a melhoria das condições musculares. A Figura 1 demonstra os valores individuais de força muscular dos participantes analisados e há correlação entre a progressão da carga e força muscular pós ( $r^2 0,976$ ,  $p = 0,005$ ).

O desempenho no teste de sentar e levantar em 30 segundos de cada participante está representado na Figura 2, sendo possível observar diferença significativa nos valores de média pré ( $6,8 \pm 2,28$ ) e pós intervenção ( $10,4 \pm 1,67$ ,  $p = 0,004$ ).

Sabe-se que os estágios da doença são determinados pela TFG, a qual pode ser estimada por meio no nível de creatinina sanguínea. Neste estudo, obteve-se essa confirmação, pois quanto maior o nível de creatinina pior foi a progressão da doença ( $r^2 0,976$ ,  $p = 0,004$ ).

Além disso, foi verificado a idade dos participantes em relação a condição cardiovascular, afirmando que a frequência cardíaca máxima e submáxima são inversamente proporcionais, ou seja, quando maior a idade, menor é a frequência cardíaca máxima e submáxima ( $r^2 -1,000$   $p = 0,000$ ).

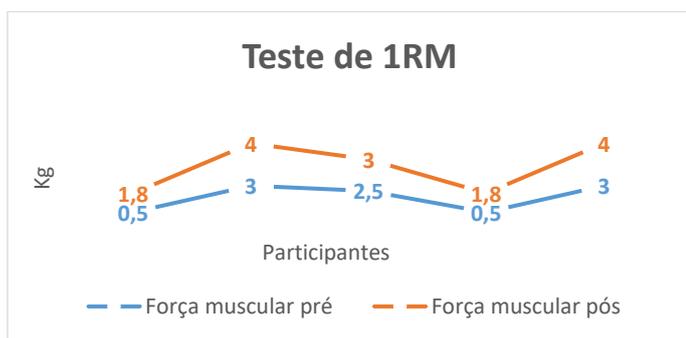
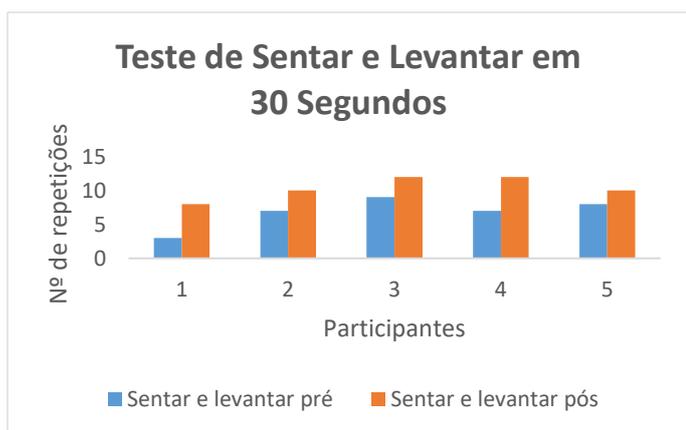
**Tabela 2.** Perfil bioquímico dos participantes analisados

	Fósforo pré	Fósforo pós	Potássio pré	Potássio pós	Cálcio pré	Cálcio pós	Vitamina D pré	Vitamina D pós	Albumina	Creatinina
Participante 1	5,61	5,72	4,36	4,71	9,6	10	34,6	33	3,75	9,69
Participante 2	5,15	4,29	5,44	5,45	9,7	10,1	29,6	28,5	4	8,71
Participante 3	4,51	4,76	5,68	5,57	7,3	7,9	47,7	72,8	3,82	10,02
Participante 4	4,41	4,18	4,21	4,46	9,5	9,6	30,6	36,4	3,7	3,32
Participante 5	5,48	5,32	4,17	4,19	10,1	9,4	34,5	19,5	4,22	8,68
Média ± Desvio padrão	5,03 ± 0,54	4,85 ± 0,66	4,77 ± 0,72	4,87 ± 0,60	9,24 ± 1,10	9,4 ± 0,88	35,4 ± 7,23	38,04 ± 20,43	3,89 ± 0,21	8,08 ± 2,72
Valor de p	0,4		0,28		0,52		0,7		--	--

**Tabela 3.** Condições do programa de resistência muscular

	Progressão da carga			VO <sub>2</sub> máx
	40%	60%	80%	
Participante 1	0,2	0,3	0,4	26,76
Participante 2	1,2	1,8	2,4	27,75
Participante 3	1	1,5	2	35,96
Participante 4	0,2	0,3	0,4	40
Participante 5	1,2	1,8	2,4	34,34
Média ± Desvio padrão	0,76 ± 0,51*	1,14 ± 0,77**	1,52 ± 1,03***	32,96 ± 5,61

\* p= 0,03 vs. 60%; \*\* p= 0,03 vs. 80%; \*\*\* p= 0,03 vs. 40%

**Figura 1.** Força muscular pré e pós intervenção**Figura 2.** Número de repetições do teste sentar e levantar em 30 segundos pré e pós intervenção

## DISCUSSÃO

A IRC é o estágio mais avançado da doença renal, tem caráter progressivo e irreversível. É caracterizada por causar grande perda do número de néfrons, que são lesados ou destruídos, e como resultado, ocorre a redução da capacidade de filtração glomerular e atividades homeostáticas dos rins.<sup>20</sup> Este dado foi

claramente esclarecido pelas correlações nesta pesquisa, em que há uma dependência da TFG com os níveis de creatinina plasmática.

Uma baixa taxa de TFG pode trazer sérias consequências se menor que 15 mL/min./1,73m<sup>2</sup>, indicando a deterioração irreversível dos néfrons, deficiência na reabsorção, filtração e excreção, além de acúmulo de substâncias no organismo, como a ureia e creatinina, principais marcadores da doença,<sup>21</sup> sendo que destas, a creatinina é um dos marcadores mais utilizados para verificar a função renal.<sup>22</sup>

Com a progressão da lesão, manifestam-se outras alterações laboratoriais e distúrbios bioquímicos, uma vez que o acúmulo de substâncias tóxicas aumentam. Na insuficiência renal crônica, há o acúmulo de toxinas urêmicas plasmáticas, que são constituídas por mais de 150 componentes, entre eles: ácido úrico, paratormônio, indoxil sulfato e p-cresil sulfato, homocisteína e Interleucina 1-β e interleucina 6.<sup>23</sup>

Ressalta-se que estas toxinas geram complicações cardiovasculares, metabólicas e musculares que resultam em perda de habilidades motoras, devido a sarcopenia urêmica, uma das complicações mais comuns resultantes desse acúmulo. Um dos dados avaliados nesta pesquisa é a sarcopenia e cita-se que há outras circunstâncias que também contribuem para este processo, como a modificação celular, inflamação, irregularidade na sinalização da insulina (IGF-1), déficit de vitamina D, e diminuição da atividade das células satélites.<sup>24</sup> A sarcopenia esteve em evidência na presente pesquisa pelo baixo desempenho no teste de sentar e levantar e na baixa força muscular na avaliação.

Sabe-se que um dos fatores que pode potencializar a sarcopenia é a alteração da vitamina D que é sintetizada nos rins. Existe duas formas da vitamina, colesterciferol (D3), sintetizado na pele por meio da ação da radiação ultravioleta e ergocalciferol (D2), adquirida na ingestão de alimentos originários de plantas. Para que se tornem ativas, ambas as formas são submetidas a hidroxilação no fígado, assim, transformam-se em 25-hidroxicolecalciferol. Para finalizar, passa por uma nova hidroxilação nos rins, para 1,25-di-hidroxicolecalciferol, sendo a principal forma circulante da vitamina. Indivíduos com IRC não são capazes de transformar a vitamina D em sua forma ativa, em razão da diminuição de células tubulares proximais que absorvem a vitamina, o que causa alterações nos demais exames bioquímicos.<sup>25</sup>

A vitamina D é responsável por promover a absorção de cálcio, mineralização da formação de tecido ósseo e manutenção da função muscular. Seu déficit no organismo, promove alterações como a redução da massa óssea e disfunções musculares,<sup>26</sup> estando de acordo com o estudo de Dzik e

Kaczor,<sup>27</sup> que indica que a diminuição da vitamina D pode causar atrofia muscular, principalmente das fibras de contração rápida e anormalidades no metabolismo do cálcio, impactando na diminuição da força muscular. Nos pacientes estudados, observou-se que a vitamina D não estava abaixo dos valores mínimos de referência, entretanto, é fato pontuar que os pacientes já em TRS realizam de forma rotineira a suplementação de vitamina D prescrita pelo médico, para prevenir os efeitos no sistema ósseo e muscular.<sup>28</sup> Um dos sistemas mais afetados são os MMII.

Para minimizar os efeitos já esperados relacionados à progressão da DRC, foi aplicado o programa de resistência muscular para MMII de seis semanas, no qual foi possível observar uma melhora significativa na força muscular dos participantes, com incremento de 20% da carga muscular. Importante ressaltar que esta pesquisa utilizou o teste de 1RM para quantificar a progressão da carga, sendo o mesmo de grande valia na parte clínica, pois apresenta excelente confiabilidade.<sup>29</sup>

A importância de um programa de resistência muscular com progressão de carga se baseia principalmente para ganho de força. O treinamento resistido consiste em exercícios que procuram vencer uma resistência externa. À medida que a capacidade de força, potência ou resistência aumentam em consequência do treinamento, se faz necessário aumentar a carga para promover novas adaptações musculares.<sup>30</sup>

O Colégio Americano de Medicina Esportiva<sup>19</sup> recomenda que indivíduos iniciantes utilizem carga correspondente a 40 ou 60% de 1RM para duas ou três séries de oito a doze repetições, na presente pesquisa, os participantes iniciaram os exercícios com baixa intensidade, utilizando 40% de 1RM, e essa carga foi progressivamente aumentada a cada duas semanas, finalizando com 80% de 1RM.

A pesquisa realizada por Theodorakopoulou et al.<sup>31</sup> apontam que o consumo máximo de oxigênio de pacientes com doença renal crônica, em especial aqueles em TRS, são diminuídos, com isso, a tolerância ao exercício também, podendo estar relacionado a diversos fatores, como função cardíaca prejudicada, disfunção vascular e sarcopenia urêmica, afetando a utilização de oxigênio muscular durante o exercício, porém este dado no estudo, mostra que os pacientes possuem uma boa disponibilidade de oxigênio, pois a captação não estava alterada.

O treinamento de resistência muscular favorece a função do músculo esquelético, aumenta a síntese proteica da fibra muscular, principalmente da mioglobina, melhorando o transporte de oxigênio do músculo, propiciando assim, maior energia muscular, aumentando a força e o desempenho físico funcional. Ainda, o exercício resistido pode estimular a produção de fosfatase alcalina óssea, para prevenir a perda e estimular a formação óssea em pacientes em HD.<sup>32</sup>

A melhor adaptação fisiológica muscular relacionada ao exercício foi a funcional, pois este estudo mostrou um aumento no número de repetições no teste de sentar e levantar e uma progressão da força muscular, apontando que o treinamento de resistência com os exercícios propostos, trouxe benefícios nas atividades funcionais que exigem a musculatura de MMII, como para caminhar e subir e descer escadas, funções presentes em várias situações cotidianas.

Além disso, Zhou et al.<sup>33</sup> afirmam que a potencialização da força muscular de MMII, pode apresentar a melhora do equilíbrio geral e reduzir os acidentes relacionados a quedas em pacientes

renais crônicos. Gadelha et al.<sup>34</sup> demonstraram em seu estudo que, quanto mais próximos os padrões de movimentos estiverem das atividades funcionais desejadas pelos pacientes durante os exercícios de resistência muscular, maiores serão os ganhos funcionais, sendo assim, exercícios de resistência muscular são altamente eficaz em melhorar o desempenho e a funcionalidade.

Perante os resultados desse estudo, nota-se que a atuação fisioterapêutica na orientação, prescrição e intervenção de exercícios para pacientes com DRC, é de extrema importância, pois mesmo em menor tempo e intensidade de treinamento, pode ocorrer ganho de força muscular. Esses achados corroboram com Otoabe et al.<sup>12</sup> que afirma que a reabilitação reduz o impacto negativo gerado pela inatividade física nesta população.

Uma das limitações presentes neste estudo foi a desistência dos pacientes por complicações intrínsecas do tratamento. Ainda, a reabilitação proposta foi realizada no período pré dialítico, isto denota uma maior sobrecarga hídrica na circulação linfática e sistêmica pela inabilidade do sistema renal em realizar uma de suas funções que é a de excretar líquidos. Entende-se que esta sobrecarga é repassada ao sistema cardiorrespiratório resultando em menor disponibilidade de troca gasosa e sobrecarga cardíaca pelo excesso de volume circulante e mesmo com esta importante limitação, o resultado evidenciou resultados benéficos quando realizados também na pré diálise.

## CONCLUSÃO

Este estudo demonstrou que o programa de resistência muscular para MMII de 6 semanas foi eficaz, visto que aumentou o desempenho físico funcional com ganho de força e resistência muscular em pacientes em HD.

## REFERÊNCIAS

1. Paixão Duarte TT, Chagas Costa L, Lima WL, Silva Magro MC. Influência de fatores clínicos na lesão renal aguda. *Cienc Enferm.* 2020;26(6):1-9. Doi: [10.4067/s0717-95532020000100205](https://doi.org/10.4067/s0717-95532020000100205)
2. Ammirati AL. Chronic Kidney Disease. *Rev Assoc Med Bras* (1992). 2020;66Suppl 1(Suppl 1):s03-s09. Doi: [10.1590/1806-9282.66.S1.3](https://doi.org/10.1590/1806-9282.66.S1.3)
3. Garcia Sanchez JJ, Thompson J, Scott DA, Evans R, Rao N, Sörstadius E, et al. Treatments for chronic kidney disease: a systematic literature review of randomized controlled trials. *Adv Ther.* 2022;39(1):193-220. Doi: [10.1007/s12325-021-02006-z](https://doi.org/10.1007/s12325-021-02006-z)
4. Aguiar LK, Ladeira RM, Machado IE, Bernal RTI, Moura L, Malta DC. Fatores associados à doença renal crônica segundo critérios laboratoriais da Pesquisa Nacional de Saúde. *Rev Bras Epidemiol.* 2020;23:e200101. Doi: [10.1590/1980-549720200101](https://doi.org/10.1590/1980-549720200101)
5. Neves PDMM, Sesso RCC, Thomé FS, Lugon JR, Nascimento MMN. Inquérito brasileiro de diálise 2019. *J Bras Nefrol.* 2021;43(2):217-27. Doi: [10.1590/2175-8239-JBN-2020-0161](https://doi.org/10.1590/2175-8239-JBN-2020-0161)
6. Vanden Wyngaert K, Van Craenenbroeck AH, Holvoet E, Calders P, Van Biesen W, Eloit S. Composite Uremic Load and Physical Performance in Hemodialysis Patients: A Cross-Sectional Study. *Toxins (Basel).* 2020;12(2):135. Doi: [10.3390/toxins12020135](https://doi.org/10.3390/toxins12020135)

7. Sabatino A, Cuppari L, Stenvinkel P, Lindholm B, Avesani CM. Sarcopenia in chronic kidney disease: what have we learned so far? *J Nephrol.* 2021;34(4):1347-72. Doi: [10.1007/s40620-020-00840-y](https://doi.org/10.1007/s40620-020-00840-y)
8. Merino García E, Pérez del Barrio MP, Borrego Hinojosa J, Borrego Utiel FJ, Sánchez Perales MC. Renal lymphomatous infiltration in patient with nephrotic syndrome. *Nefrología.* 2018;38(1):92-4. Doi: [10.1016/j.nefro.2016.12.004](https://doi.org/10.1016/j.nefro.2016.12.004)
9. Nishi H, Takemura K, Higashihara T, Inagi R. Uremic sarcopenia: clinical evidence and basic experimental approach. *Nutrients.* 2020;12(6):1814. Doi: [10.3390/nu12061814](https://doi.org/10.3390/nu12061814)
10. Yao P, Bennett D, Mafham M, Lin X, Chen Z, Armitage J, et al. Vitamin D and calcium for the prevention of fracture: a systematic review and meta-analysis. *JAMA Netw Open.* 2019;2(12):e1917789. Doi: [10.1001/jamanetworkopen.2019.17789](https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2019.17789)
11. Zhang S, Miller DD, Li W. Non-musculoskeletal benefits of vitamin d beyond the musculoskeletal system. *Int J Mol Sci.* 2021;22(4):2128. Doi: [10.3390/ijms22042128](https://doi.org/10.3390/ijms22042128)
12. Otake Y, Rhee CM, Nguyen M, Kalantar-Zadeh K, Kopple JD. Current status of the assessment of sarcopenia, frailty, physical performance and functional status in chronic kidney disease patients. *Curr Opin Nephrol Hypertens.* 2022;31(1):109-28. Doi: [10.1097/MNH.0000000000000763](https://doi.org/10.1097/MNH.0000000000000763)
13. Simões M, Gregório ML, Godoy MF, Accioly MF. Respiratory and muscular effects of a physiotherapy protocol carried out during hemodialysis in individuals with chronic renal failure: preliminary results. *Mot Rev Educ Fis.* 2020;26(3):e10200001. Doi: [10.1590/S1980-6574202000030001](https://doi.org/10.1590/S1980-6574202000030001)
14. Silva JS, Sousa TS, Silva CFR, Siqueira F, Onofre T. Respiratory muscle strength and quality of life in chronic kidney disease patients undergoing hemodialysis. *Fisioter Mov.* 2021;34:e34113. Doi: [10.1590/fm.2021.34113](https://doi.org/10.1590/fm.2021.34113)
15. Brown LE, Weir JP. ASEP Procedures recommendation I: accurate assessment of muscular strength and power. *JEPonline.* 2001;4(3):1-21.
16. Jones CJ, Rikli RE, Beam WC. A 30-s chair-stand test as a measure of lower body strength in community-residing older adults. *Res Q Exerc Sport.* 1999;70(2):113-9. Doi: [10.1080/02701367.1999.10608028](https://doi.org/10.1080/02701367.1999.10608028)
17. Uth N, Sørensen H, Overgaard K, Pedersen PK. Estimation of VO2max from the ratio between HRmax and HRrest--the Heart Rate Ratio Method. *Eur J Appl Physiol.* 2004;91(1):111-5. Doi: [10.1007/s00421-003-0988-y](https://doi.org/10.1007/s00421-003-0988-y)
18. Camarda SRA, Tebexreni AS, Páfaro CN, Sasai FB, Tambeiro VL, Juliano Y, et al. Comparação da frequência cardíaca máxima medida com as fórmulas de predição propostas por Karvonen e Tanaka. *Arq Bras Cardiol.* 2008;91(5):311-4. Doi: [10.1590/S0066-782X2008001700005](https://doi.org/10.1590/S0066-782X2008001700005)
19. American College of Sports Medicine. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41(3):687-708. Doi: [10.1249/MSS.0b013e3181915670](https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181915670)
20. Gonçalves IMF, Pessoa MB, Leitão AS, Godoy GP, Nonaka CFW, Alves PM. Salivary and Serum Biochemical Analysis from Patients with Chronic Renal Failure in Hemodialysis: A Cross-Sectional Study. *Pesqui Bras Odontopediatria Clin Integr.* 2021;21:e0036. Doi: [10.1590/pboci.2021.091](https://doi.org/10.1590/pboci.2021.091)
21. Malta DC, Machado IE, Pereira CA, Figueiredo AW, Aguiar LK, Almeida WS, et al. Avaliação da função renal na população adulta brasileira, segundo critérios laboratoriais da Pesquisa Nacional de Saúde. *Rev Bras Epidemiol.* 2019;22(suppl 2):E190010.SUPL.2. Doi: [10.1590/1980-549720190010.supl.2](https://doi.org/10.1590/1980-549720190010.supl.2)
22. Huidobro E JP, Tagle R, Guzmán AM. Creatinina y su uso para la estimación de la velocidad de filtración glomerular. *Rev Med Chil.* 2018;146(3):344-350. Doi: [10.4067/s0034-98872018000300344](https://doi.org/10.4067/s0034-98872018000300344)
23. Franco AO, Starosta RT, Roriz-Cruz M. The specific impact of uremic toxins upon cognitive domains: a review. *J Bras Nefrol.* 2019;41(1):103-111. Doi: [10.1590/2175-8239-JBN-2018-0033](https://doi.org/10.1590/2175-8239-JBN-2018-0033)
24. Pajek M, Jerman A, Osredkar J, Ponikvar JB, Pajek J. Association of uremic toxins and inflammatory markers with physical performance in dialysis patients. *Toxins (Basel).* 2018;10(10):403. Doi: [10.3390/toxins10100403](https://doi.org/10.3390/toxins10100403)
25. Franca Gois PH, Wolley M, Ranganathan D, Seguro AC. Vitamin D deficiency in chronic kidney disease: recent evidence and controversies. *Int J Environ Res Public Health.* 2018;15(8):1773. Doi: [10.3390/ijerph15081773](https://doi.org/10.3390/ijerph15081773)
26. Khelifi N, Desbiens LC, Sidibé A, Mac-Way F. Vitamin D analogues and fracture risk in chronic kidney disease: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *JBMR Plus.* 2022;6(4):e10611. Doi: [10.1002/jbm4.10611](https://doi.org/10.1002/jbm4.10611)
27. Dzik KP, Kaczor JJ. Mechanisms of vitamin D on skeletal muscle function: oxidative stress, energy metabolism and anabolic state. *Eur J Appl Physiol.* 2019;119(4):825-39. Doi: [10.1007/s00421-019-04104-x](https://doi.org/10.1007/s00421-019-04104-x)
28. Ahmed Sharif D. The Effectiveness of vitamin D supplementation on oxidative and inflammatory markers in patients suffering from end-stage renal disease, a randomized controlled trial. *Cell Mol Biol (Noisy-le-grand).* 2022;68(5):7-15. Doi: [10.14715/cmb/2022.68.5.2](https://doi.org/10.14715/cmb/2022.68.5.2)
29. Grgic J, Lazinica B, Schoenfeld BJ, Pedisic Z. Test-Retest Reliability of the One-Repetition Maximum (1RM) Strength Assessment: a Systematic Review. *Sports Med Open.* 2020;6(1):31. Doi: [10.1186/s40798-020-00260-z](https://doi.org/10.1186/s40798-020-00260-z)
30. Rosa CSDC, Nishimoto DY, Souza GDE, Ramirez AP, Carletti CO, Daibem CGL, et al. Effect of continuous progressive resistance training during hemodialysis on body composition, physical function and quality of life in end-stage renal disease patients: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil.* 2018;32(7):899-908. Doi: [10.1177/0269215518760696](https://doi.org/10.1177/0269215518760696)
31. Theodorakopoulou MP, Boutou AK, Pella E, Alexandrou ME, Patoulias D, Kassimatis E, et al. Cardiorespiratory fitness in kidney transplant recipients compared to patients with kidney failure: a systematic review and meta-analysis. *Transpl Int.* 2021;34(10):1801-11. Doi: [10.1111/tri.13961](https://doi.org/10.1111/tri.13961)

32. Yeh ML, Wang MH, Hsu CC, Liu YM. Twelve-week intradialytic cycling exercise improves physical functional performance with gain in muscle strength and endurance: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil.* 2020;34(7):916-26. Doi: [10.1177/0269215520921923](https://doi.org/10.1177/0269215520921923)
33. Zhou Y, Hellberg M, Svensson P, Höglund P, Clyne N. Sarcopenia and relationships between muscle mass, measured glomerular filtration rate and physical function in patients with chronic kidney disease stages 3-5. *Nephrol Dial Transplant.* 2018;33(2):342-348. Doi: [10.1093/ndt/gfw466](https://doi.org/10.1093/ndt/gfw466)
34. Gadelha AB, Cesari M, Corrêa HL, Neves RVP, Sousa CV, Deus LA, et al. Effects of pre-dialysis resistance training on sarcopenia, inflammatory profile, and anemia biomarkers in older community-dwelling patients with chronic kidney disease: a randomized controlled trial. *Int Urol Nephrol.* 2021;53(10):2137-47. Doi: [10.1007/s11255-021-02799-6](https://doi.org/10.1007/s11255-021-02799-6)