

Relação entre espessura do quadríceps e o teste *sit-to-stand* de 60 segundos em pacientes com doença renal crônica

Relationship between quadriceps thickness and 60-second sit-to-stand test in patients with chronic kidney disease

Autores

Marthley J. C. Costa¹ 
 Frederico C. B. Cavalcanti² 
 Shirley Dias Bezerra¹ 
 José Candido de Araújo Filho¹ 
 Juliana Fernandes³ 
 Patrícia E. M. Marinho¹ 

¹Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Fisioterapia, Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia, Recife, PE, Brasil.

²Real Hospital Português de Beneficência em Pernambuco, Unidade de Nefrologia, Recife, PE, Brasil.

³Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Fisioterapia, Laboratório de Fisioterapia e Saúde Pública, Recife, PE, Brasil.

Data de submissão: 13/03/2021.
 Data de aprovação: 19/07/2021.
 Data de publicação: 01/09/2021.

Correspondência para:
 Patrícia E. M. Marinho.
 E-mail: patricia.marinho@ufpe.br

DOI: <https://doi.org/10.1590/2175-8239-JBN-2021-0064>

RESUMO

Antecedentes: Este estudo teve como objetivo avaliar a relação entre espessura muscular do quadríceps e desempenho funcional no teste *sit-to-stand* de 60s (STS-60s), no teste de caminhada de seis minutos (TC6M), e na força de preensão manual em pacientes não dialíticos com doença renal crônica (DRC) estágios 4 e 5. **Métodos:** Este foi um estudo transversal que avaliou 40 pacientes com DRC com idades entre 30-70 anos. Os participantes foram submetidos a uma avaliação que incluiu a espessura muscular do quadríceps avaliada por um ultrassom portátil. Os testes de desempenho funcional incluíram o STS-60s, a distância percorrida no TC6M e a força de preensão manual. Além disso, foram medidos a composição corporal, avaliada usando a análise de bioimpedância elétrica e o nível de atividade física por meio da versão curta do International Physical Activity. A regressão linear múltipla foi usada para investigar a relação entre a espessura do quadríceps e o desempenho funcional. **Resultados:** A espessura muscular do quadríceps foi correlacionada com o STS-60s ($R^2 = 43,6\%$; IC 95% = 0,022 – 0,665; $\beta = 0,34$; $p = 0,037$). Também foi encontrada uma correlação moderada entre esta espessura muscular e a massa muscular esquelética apendicular (MEA) em pacientes com DRC. ($r = 0,603$, $p < 0,001$). Nenhuma relação foi encontrada entre a espessura muscular do quadríceps com o TC6M e a força de preensão manual. **Conclusão:** A espessura muscular do quadríceps está associada ao STS-60s, assim nossos resultados demonstram as repercussões da doença sobre o sistema músculo-esquelético.

Descritores: Sistema Musculoesquelético; Ultrassom; Composição Corporal; Desempenho Físico Funcional.

ABSTRACT

Background: This study aimed to evaluate the relationship between quadriceps muscle thickness and functional performance on the 60s sit-to-stand test (60s-STS), the six-minute walk test (6MWT), and handgrip strength in non-dialytic stage 4 and 5 chronic kidney disease (CKD) patients. **Methods:** This was a cross-sectional study that evaluated 40 CKD patients aged between 30-70 years. Participants were submitted to an assessment that included quadriceps muscle thickness evaluated by a portable ultrasound. Functional performance tests included the 60s-STS, distance walked in the 6MWT, and handgrip strength. Also, body composition evaluated using electrical bioimpedance analysis and physical activity level through the short version of International Physical Activity were measured. Multiple linear regression was used to investigate the relationship between the quadriceps thickness and functional performance. **Results:** Quadriceps muscle thickness was correlated to 60s-STS ($R^2 = 43.6\%$; 95% CI = 0.022 - 0.665; $\beta = 0.34$; $p = 0.037$). Also, a moderate correlation between this muscle thickness and appendicular skeletal muscle (ALM) was found in CKD patients ($r = 0.603$, $p < 0.001$). No relationship was found between quadriceps muscle thickness with the 6MWT and handgrip strength. **Conclusion:** Quadriceps muscle thickness is associated to 60s-STS, thus our results demonstrate the repercussions of the disease on the musculoskeletal system.

Keywords: Musculoskeletal System; Ultrasonics; Body Composition; Physical Functional Performance.



INTRODUÇÃO

A disfunção no sistema músculo-esquelético é frequente na doença renal crônica (DRC) como resultado de alterações sistêmicas causadas pela diminuição da taxa de filtração glomerular (TFG), processo inflamatório, acidose metabólica, ingestão reduzida de proteína, resistência insulínica e inatividade física¹⁻⁵. Esta condição contribui para o desenvolvimento da sarcopenia urêmica, caracterizada pela redução da força e da massa muscular^{5,6}. Estudos anteriores mostraram que a prevalência de sarcopenia em pacientes com DRC não dialíticos (não-D) pode variar de 5 a 60%^{4,7,8}, e está associada a limitações físicas, qualidade de vida reduzida e aumento da morbidade e mortalidade^{4,8}.

A redução na massa muscular em pacientes com DRC torna-se aparente no início do curso desta doença e é multifatorial, uma vez que a própria doença contribui para o estado catabólico devido ao aumento da proteólise muscular e à redução da síntese proteica^{5,9}. Esta redução na massa muscular leva a um estilo de vida sedentário, intolerância ao exercício e baixa aptidão cardiorrespiratória^{5,9-11} sendo, por sua vez, associada à limitação funcional e ao aumento da mortalidade^{9,12}.

A ressonância nuclear magnética (RM) e a tomografia computadorizada (TC) têm sido consideradas o padrão ouro para avaliar a quantificação da massa muscular. Entretanto, a falta de portabilidade, o alto custo e a exposição à radiação limitam seu uso na prática clínica^{6,12,13}. Desta forma, a ultrassonografia (US) tem sido proposta como um meio alternativo para avaliação, por ser um método de imagem válido, confiável e de baixo custo, com boa confiabilidade intra e interavaliador, e por ser viável na prática clínica^{12,13}.

Considerando a existência de perda de massa muscular durante a DRC e suas repercussões clínicas na inatividade e funcionalidade, avaliar a espessura muscular do quadríceps em relação ao desempenho funcional desses pacientes pode fornecer informações sobre o curso da perda de massa muscular e declínio funcional ao longo da doença renal. Estudos anteriores demonstraram correlação positiva e boa confiabilidade e validade entre US com DEXA, TC, e RM para quantificar a massa muscular em idosos e jovens e pacientes com DRC^{12,13}. No entanto, investigar a associação entre a espessura muscular do quadríceps por US e a função física em pacientes

com DRC não dialíticos fornecerá mais informações sobre como o comprometimento muscular afeta o desempenho funcional em pacientes no tratamento conservador. Assim, o presente estudo teve como objetivo avaliar a relação entre a espessura muscular do quadríceps e o desempenho funcional no teste *sit-to-stand* de 60s (STS-60s), teste de caminhada de seis minutos (TC6M), e força de preensão manual em pacientes com DRC em estágio não dialítico.

MÉTODOS

DESENHO E CENÁRIO DO ESTUDO

Este foi um estudo transversal realizado de Abril de 2018 a Junho de 2019, onde pacientes com DRC do Serviço de Nefrologia do Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Pernambuco foram recrutados por conveniência. Todos os procedimentos foram realizados no Laboratório de Fisioterapia Cardiopulmonar da Universidade Federal de Pernambuco, em Recife-PE, Brasil. Este estudo foi aprovado pelo comitê de ética e pesquisa desta instituição (CAAE: 84135518.3.0000.5208 e número de parecer: 3.366.668) e seguiu as normas da ferramenta STROBE (*Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology*)¹⁴.

PARTICIPANTES

Foram incluídos no estudo participantes com DRC, não dialíticos, nos estágios 4 e 5 de acordo com os critérios propostos pela *Kidney Disease Improving Global Outcomes*¹⁵, com idade entre 30 e 70 anos e de ambos os sexos. Foram excluídos os pacientes que estavam em um programa de diálise, que haviam sido transplantados e que não puderam realizar os testes funcionais ou clínicos ou responder aos questionários.

MEDIDAS DO DESFECHO

Os participantes foram submetidos a uma avaliação inicial que incluiu dados sociodemográficos (idade, sexo), medidas antropométricas (peso e altura), número de comorbidades relatadas pelo próprio participante e tempo em meses e causa da DRC. Depois, foram medidos nível de atividade física, composição corporal, espessura muscular do quadríceps e testes de desempenho funcional conforme descrito abaixo.

NÍVEL DE ATIVIDADE FÍSICA

O nível de atividade física foi avaliado utilizando o Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ

- versão curta), validado para a população brasileira. O questionário consistia de oito questões abertas que avaliavam o tempo e a frequência de realização de caminhadas e atividades de intensidade moderada e vigorosa na última semana, a fim de avaliar o tempo gasto por semana em atividades físicas. Para os fins deste estudo, categorizamos os níveis de atividade física da seguinte forma: sedentário, quando os participantes relataram frequência de atividades inferiores a 5 dias/semana ou inferiores a 150 min/semana e ativos, quando os participantes estavam acima desses limites¹⁶.

COMPOSIÇÃO CORPORAL

A composição corporal foi avaliada por análise de bioimpedância elétrica (*InBody R20*[®] - *Dogok 2-Dong, Gangnam-gu*, Seul, Coreia). O paciente foi previamente instruído a se alimentar pelo menos duas horas antes da avaliação, usar roupas leves, evitar atividades físicas e esvaziar sua bexiga antes da avaliação. O mesmo permaneceu em posição ortostática durante o teste com seus pés posicionados sobre os eletrodos na superfície da balança digital e os demais eletrodos presos a uma barra sustentada pelas mãos do paciente. A bioimpedância durou 30 segundos e foi repetida em caso de erro de leitura¹⁷. Foram obtidos peso corporal (kg), índice de massa corporal (IMC, kg/m²), e massa muscular esquelética apendicular (MEA, kg).

ESPESSURA MUSCULAR DO QUADRÍCEPS

A espessura muscular do quadríceps foi medida utilizando um ultrassom portátil de alta definição (*Sonoace R3*[®], *Samsung Medison* – Coreia do Sul) com o transdutor posicionado perpendicularmente na parte anterior da coxa. A avaliação da espessura muscular foi realizada no segmento dominante, o qual foi identificado a partir de uma pergunta sobre com qual perna o paciente costuma chutar, e realizada com o paciente em posição de decúbito dorsal, com um rolo de espuma abaixo da região poplíteia deste membro. O transdutor foi posicionado a meio caminho entre a espinha ilíaca ântero-superior e a linha da articulação do joelho, da qual foi obtida a imagem transversal do músculo quadríceps^{18,19}. Foram realizadas três medições da espessura do quadríceps femoral (mm) a partir da imagem congelada do músculo no monitor do equipamento. Para fins de registro, considerou-se a média dos três valores obtidos, desde que a diferença entre eles fosse inferior a 10%^{18,20}.

TESTES DE DESEMPENHO FUNCIONAL

RESISTÊNCIA DOS MEMBROS INFERIORES (STS-60s)

Foi realizado o teste *sit-to-stand* de 60s (STS-60s) para avaliar a resistência dos membros inferiores. O paciente foi instruído a ficar em pé e sentar-se em uma cadeira de 46 cm de altura sem apoio de braços e com as mãos posicionadas sobre o ombro contralateral por 60 segundos. Os pacientes foram instruídos a completar o maior número possível de repetições dentro da padronização do movimento correto de execução do teste^{21,22}.

CAPACIDADE FUNCIONAL SUBMÁXIMA

Realizou-se o teste de caminhada de seis minutos (TC6M) de acordo com as diretrizes estabelecidas pela Sociedade Torácica Americana²³. A distância percorrida foi registrada em metros ao final do teste. A equação de referência para a população brasileira foi utilizada para estimar o percentual previsto²⁴.

FORÇA DE PRENSÃO MANUAL

A força de prensão manual foi verificada usando um dinamômetro (Dinamômetro *Smedley*[®] - tipo manual, Saehan - Coreia) de acordo com as diretrizes estabelecidas pela Sociedade Americana de Terapeutas de Mão²⁵. O teste foi realizado 3 vezes no membro dominante, com um intervalo de descanso de 30 segundos entre cada manobra, e o valor mais alto entre as medições foi adotado desde que a diferença entre elas fosse inferior a 10%²⁶. O valor previsto para cada paciente foi determinado a partir de equações de predição propostas pelo estudo de Novaes et al. (2009)²⁷. A força muscular foi classificada como baixa se fossem obtidos valores inferiores a 32 kg para homens e inferiores a 17 kg para mulheres, com base no 20º percentil da amostra.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Foi utilizado inicialmente o teste de Kolmogorov-Smirnov para verificar a distribuição de normalidade das variáveis contínuas. Os dados foram expressos como média e intervalo de confiança de 95% para variáveis contínuas e como médias de distribuição de frequência absoluta e percentual para variáveis dicotômicas. O teste de correlação de Pearson foi usado para avaliar a relação entre a espessura do quadríceps e o músculo esquelético apendicular. Utilizou-se a regressão linear múltipla para investigar a relação entre a espessura do quadríceps e o desempenho funcional (STS-60s, TC6M, e força de prensão manual)^{28,29}. Cada variável de desempenho funcional foi analisada separadamente com a espessura

do quadríceps, a fim de evitar multicolinearidade. Todos os modelos foram ajustados para sexo, idade e altura. Os dados foram processados utilizando o software *Statistical Package for Social Science* (SPSS), Chicago, IL, EUA, versão 20.0 para Windows. Os testes foram considerados significativos ao nível de 5%.

RESULTADOS

Após a triagem para participação no estudo, 192 dos 312 pacientes não preencheram os critérios de inclusão. Dos 120 pacientes elegíveis, 40 não concordaram em participar por residirem no interior do estado, 17 desistiram devido a dificuldades financeiras e 23 não aceitaram se deslocar até o local da avaliação, portanto, um total de 40 pacientes foram avaliados.

As características gerais dos pacientes estão descritas na Tabela 1. A idade média dos participantes era de 51,45 anos, a maioria dos participantes eram homens (52,5%), sedentários (57,5%), e com tempo de doença de 77,63 meses.

TABELA 1 CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS PACIENTES DO ESTUDO COM DRC

Variáveis	Pacientes (n=40) Média (IC95%) ou n (%)
Idade	51,45 (48,26 – 54,64)
Sexo	
Masculino	21 (52,5)
Estágio da DRC	
4	29 (72,5)
5	11 (27,5)
Nível de AF	
Sedentário	23 (57,5)
Comorbidades	
HAS	36 (90)
DM	14 (35)
Tempo de DRC (meses)	77,63 (55,58 – 99,67)
Composição corporal	
Peso	72,98 (68,40 – 77,56)
IMC (kg/m ²)	28,00 (26,50 – 29,50)
MEA (kg)	19,64 (18,28 – 20,99)

DRC: doença renal crônica; AF: atividade física; HAS: hipertensão arterial sistêmica; DM: diabetes mellitus; IMC: índice de massa corporal; MEA: massa muscular esquelética apendicular.

A Tabela 2 mostra os valores descritivos da espessura do quadríceps, os testes de desempenho funcional e seus valores previstos. Os pacientes com DRC caminharam 82,64% do TC6M previsto e 81,13% deles apresentaram valores baixos de força de prensão manual.

A espessura do quadríceps foi de 26,60 (25,03-28,15) mm para homens e 20,98 (19,01-22,94)

TABELA 2 ESPESSURA MUSCULAR DO QUADRÍCEPS, TESTE SIT-TO-STAND DE 60s, DISTÂNCIA PERCORRIDA EM METROS NO TC6M E SUA PORCENTAGEM PREVISTA, VALORES ABSOLUTOS DE PRENSÃO MANUAL E PRESENÇA DE FRAQUEZA MUSCULAR EM PACIENTES COM DRC

Variáveis	Pacientes (n=40)
	Média (IC95%)/n (%)
Espessura do quadríceps (mm)	23,92 (22,43 – 25,41)
STS-60s	22,93 (21,62 – 24,23)
DP no TC6M(m)	471,23 (445,97 – 496,48)
DP%	82,64 (79,23 – 86,05)
Força de prensão manual (kg)	33,27 (28,79 – 37,76)
% de força de prensão manual	81,13 (73,42 – 88,84)
Fraqueza muscular	10 (25%)

STS-60s = 60s Teste da cadeira *sit-to-stand*; DP = distância percorrida; TC6M: teste de caminhada de 6 minutos.

mm para mulheres. O desempenho no STS-60s foi de 24,81 (23,11-26,50) repetições para homens e 20,84 (19,19-22,50) repetições para mulheres. Em relação ao TC6M, 16 pacientes (40%) apresentaram desempenho abaixo de 80% do valor previsto, com 28,6% homens (6) e 52,6% mulheres (10). A frequência de fraqueza muscular entre homens e mulheres foi de 28,6% (6) e 21% (4), respectivamente.

De acordo com o resultado da análise de regressão linear múltipla, foi observada uma relação entre a espessura do quadríceps e o número de repetições no STS-60s, onde o aumento em uma repetição foi relacionado a um aumento de 0,34 mm na espessura do quadríceps ($R^2 = 0,436$; IC95%: 0,022-0,665; $p=003$), como mostrado na Tabela 3. Além disso, a espessura do quadríceps foi moderadamente correlacionada com a MEA ($r = 0,603$, $p < 0,001$).

DISCUSSÃO

Foi observada uma relação entre a espessura muscular do quadríceps com o STS-60s nos pacientes do estudo. Até o momento, o único estudo com resultados semelhantes foi o de Wilkinson et al. (2019)³⁰, que encontraram uma relação negativa entre a baixa ecogenicidade do reto femoral medida por ultrassom e o STS-60s em pacientes com DRC sob tratamento conservador; entretanto, de acordo com esses autores, a área de secção transversal desse músculo foi considerada o melhor preditor de desempenho físico nesses pacientes, em relação à ecogenicidade, como encontrado no presente estudo.

TABELA 3 RELAÇÃO ENTRE A ESPESSURA MUSCULAR DO QUADRÍCEPS E O DESEMPENHO FUNCIONAL

Desempenho funcional	Espessura muscular do quadríceps				Valor de p
	β	R ²	IC95%		
STS60s (nº. de repetições)	0,343	43,6%	0,022	0,665	0,037
Distância percorrida (m)	-0,008	37,3%	-0,026	0,011	0,404
Força de preensão manual (kg)	0,065	38,1%	-0,055	0,185	0,282

TC6M: Teste de caminhada de seis minutos; STS-60s: Teste *sit-to-stand* de 60s. Regressão linear, $p < 0,05$. Todos os modelos foram ajustados para sexo, idade e altura.

Nosso estudo encontrou uma relação positiva entre a espessura do quadríceps e o STS-60s, semelhante à encontrada em estudos de Mateos-Angulo et al. (2019)³¹, Lopez et al. (2017)³², e McIntyre et al. (2006)³³. Mateos-Angulo et al. (2019)³¹ e Lopez et al. (2017)³² avaliaram a espessura muscular por ultrassom e testes funcionais (CST-5R e CST-30R, respectivamente) em idosos. McIntyre et al. (2006)³³ utilizaram a TC para verificar a área seccional do quadríceps, relacionando-a com o STS-60s e também encontraram resultados similares ao comparar pacientes com DRC sob tratamento conservador com aqueles submetidos à terapia de diálise. No entanto, Segura-Ortí et al. (2018)³⁴ não encontraram relação entre a área de secção transversal do quadríceps e o teste *sit-to-stand* de 5 repetições usando RM em indivíduos com DRC, em hemodiálise e sob tratamento conservador, mas encontraram uma forte relação entre a força isocinética e isométrica deste músculo. As alterações ocorrem no desempenho físico e funcional de pacientes com DRC e são devidas à degradação da proteína muscular³⁵, que pode ser observada por exames de imagem³¹⁻³⁴. A associação encontrada em nosso estudo reforça a importância da medição periódica de ambos os testes, uma vez que o US é um método portátil e de baixo custo, e tem boa confiabilidade, que pode complementar os testes funcionais para monitorar as repercussões da doença sobre o sistema músculo-esquelético.

Nosso estudo não encontrou relação entre a espessura do quadríceps e o TC6M. Wilkinson et al. (2019)³⁰ avaliaram a área de secção transversal do músculo reto femoral de pacientes com DRC sob tratamento conservador por ultrassom e encontraram uma associação moderada com o teste incremental de caminhada, que é oposto aos nossos achados. Em pacientes com DRC, fatores ligados à qualidade muscular (infiltração de gordura e colágeno no músculo desses pacientes) e ao tamanho do músculo podem resultar em comprometimento muscular, contribuindo para alterações estruturais nas propriedades contráteis desses pacientes³⁰ levando à perda muscular, incapacidade de exercício e imobilidade³⁶.

O TC6M avalia o estado de saúde dos pacientes e envolve uma análise integrativa entre os sistemas

cardiovascular, pulmonar, neuromuscular e metabólico²³. A incapacidade funcional em pacientes com DRC é multifatorial³⁷, associada à doença cardiovascular^{38,39}, comportamento sedentário^{40,41}, fraqueza muscular e redução da taxa de filtração glomerular^{5,42,43}. Desta forma, a espessura muscular do quadríceps, que representa apenas a quantidade de massa muscular, pode não estar relacionada com a distância percorrida no TC6M.

Nosso estudo também não encontrou nenhuma relação entre a espessura do quadríceps e a força de preensão manual. Estes resultados sugerem que as medições de força dos membros superiores não são comparáveis às medições de espessura do quadríceps, embora ambas reflitam na funcionalidade do paciente. Pacientes com DRC têm força e massa muscular reduzidas, caracterizando sarcopenia^{6,44}, embora tenhamos observado apenas 5% de sarcopenia em nossa amostra (dados não mostrados). De acordo com o atual Consenso Europeu sobre Sarcopenia em Idosos⁶, a força muscular é o melhor preditor de desfechos adversos (quedas, fraturas, disfunção física e mortalidade) para pacientes quando comparada apenas à redução/perda de massa muscular, e sua avaliação periódica na DRC é necessária.

Foi encontrada uma correlação moderada entre a espessura muscular e a MEA em nossos pacientes, o que poderia explicar a relação entre a espessura do músculo e seu desempenho funcional. Alterações na composição corporal estão presentes nos estágios iniciais da DRC como consequência de síndrome urêmica, e estas levam ao aumento da proteólise muscular e à redução da síntese proteica^{5,33,45}. A redução da massa muscular e da força muscular pode causar prejuízo no desempenho físico e funcional desses pacientes à medida que a TFG diminui^{5,34,35}.

A fraqueza muscular foi observada em 25% de nossos pacientes sob tratamento conservador. Um estudo relativamente recente descobriu que a redução da massa muscular e da força em pacientes em diálise eram preditores de mortalidade nesta população, mas a redução da força muscular estava mais fortemente associada à mortalidade⁴⁴. Entretanto, destacamos o

fato de que os pacientes avaliados em nosso estudo estavam sob tratamento conservador e já tinham apresentado fraqueza muscular. Considerando que esses pacientes progredirão para os estágios finais da DRC, espera-se uma redução acentuada da massa muscular e da força, o que pode resultar em uma diminuição do desempenho funcional³⁵.

Com relação ao desempenho funcional no TC6M de nossos pacientes, observamos que 40% deles estavam abaixo de 80% da distância prevista percorrida. Ao avaliar pacientes em programas de diálise peritoneal e hemodiálise, Painter et al (2017)⁴⁶ identificaram 62,2 e 52,8% do TC6M previsto, respectivamente. Faria et al. (2013)⁴⁷ observaram um declínio progressivo na distância percorrida no TC6M por pacientes com DRC à medida que avançavam no estágio da doença. Segura-Ortí et al. (2018)³⁴ também encontraram uma distância percorrida mais curta neste teste entre pacientes em tratamento conservador e dialítico, quando comparado a indivíduos saudáveis. A redução da capacidade funcional de nossos pacientes no estágio conservador exige que sejam instituídas medidas preventivas a fim de evitar o declínio funcional em estágios mais avançados da doença, quando os pacientes podem progredir para DRC terminal. Para implicações clínicas, considerando que quase 60% de nossa amostra era sedentária, programas de exercícios para esta população precisam ser implementados como estratégia para manter o nível de atividade física.

CONCLUSÃO

No presente estudo, encontramos uma correlação entre a espessura muscular do quadríceps avaliada por ultrassonografia e o desempenho funcional no STS-60s e entre esta espessura muscular e a MEA em pacientes com DRC sob tratamento não dialítico. Como perspectiva futura, a avaliação por imagem e os testes funcionais podem ser considerados na prática clínica, uma vez que seus resultados podem ser usados para o monitoramento da fisioterapia a fim de melhorar o estado funcional em programas de exercícios desenvolvidos para minimizar os efeitos deletérios da DRC.

LIMITAÇÕES DO ESTUDO

O presente estudo teve como limitação a falta de avaliação da ecogenicidade do quadríceps. Outra limitação possível foi não incluirmos pacientes em todos os estágios da DRC, o que poderia fornecer informações adicionais sobre em qual estágio da doença ocorre o maior comprometimento da função física. Finalmente, não realizamos um cálculo

prévio do tamanho da amostra. Entretanto, uma análise de poder post-hoc utilizando quatro preditores e o nível de probabilidade de 0,05, resultou em um poder de 0,99, 0,97, e 0,97, respectivamente⁴⁸.

CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

MJCC: investigação, curadoria de dados, redação, revisão e edição. FCBC: metodologia, revisão e edição da versão final. SDB: investigação e coleta de dados. JCAF: revisão da versão final. JF: análise formal e revisão e edição da versão final. PEMM: Conceptualização, manejo e coordenação do planejamento e execução da atividade de pesquisa, revisão e edição da versão final.

CONFLITO DE INTERESSES

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

REFERÊNCIAS

1. Medeiros AIC, Fuzari HKB, Rattes C, Brandão DC, Marinho PEM. 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 Apr;63(2):76-83.
2. Gollie JM, Harris-love MO, Patel SS, Argani S. Chronic kidney disease: considerations for monitoring skeletal muscle health and prescribing resistance exercise. *Clin Kidney J*. 2018 Dec;11(6):822-31.
3. Chukwuonye II, Ogah OS, Anyabolu EN, Ojagwu KA, Nwabuko OC, Onwuchekwa U, et al. Prevalence of chronic kidney disease in Nigeria: systematic review of population-based studies. *Int J Nephrol Renovasc Dis*. 2018 May;11:165-72.
4. As'habi A, Najafi I, Tabibi H, Hedayati M. Prevalence of sarcopenia and dynapenia and their determinants in iranian peritoneal dialysis patients. *Iran J Kidney Dis*. 2018 Jan;12(1):53-60.
5. Fahal IH. Uraemic sarcopenia: aetiology and implications. *Nephrol Dial Transplant*. 2014;29(9):1655-65.
6. Cruz-Jentoft AJ, Bahat G, Bauer J, Boirie Y, Bruyère O, Cederholm T, et al. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. *Age Ageing*. 2019 Jan;48(1):16-31.
7. Souza VA, Oliveira D, Barbosa SR, Corrêa JOA, Colugnati FAB, Mansur HN, et al. Sarcopenia in patients with chronic kidney disease not yet on dialysis: analysis of the prevalence and associated factors. *PLoS One*. 2017 Apr;12(4):1-13.
8. Lai S, Muscaritoli M, Andreozzi P, Sgreccia A, De Leo S, Mazzaferro S, et al. Sarcopenia and cardiovascular risk indices in patients with chronic kidney disease on conservative and replacement therapy. *Nutrition*. 2019 Jun;62:108-14.
9. Gould DW, Watson EL, Wilkinson TJ, Wormleighton J, Xenophontos S, Viana JL, et al. Ultrasound assessment of muscle mass in response to exercise training in chronic kidney disease: a comparison with MRI. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*. 2019 Aug;10(4):748-55.
10. Zelle DM, Klaassen G, Van Adrichem E, Bakker SJL, Corpeleijn E, Navis G. Physical inactivity: a risk factor and target for intervention in renal care. *Nat Rev Nephrol*. 2017 Mar;13(3):152-68.
11. Glavinovic T, Ferguson T, Komenda P, Rigatto C, Duhamel TA, Tangri N, et al. CKD and sedentary time: results from the canadian health measures survey. *Am J Kidney Dis*. 2018 Oct;72(4):529-537.
12. Souza VA, Oliveira D, Cupolilo EN, Miranda CS, Colugnati FAB, Mansur HN, et al. Rectus femoris muscle mass evaluation by ultrasound: facilitating sarcopenia diagnosis in pre-dialysis chronic kidney disease stages. *Clinics*. 2018;73:1-5.

13. Perikis S, Baudry S, Bauer J, Beckwée D, Cock AM, Hobbelen H, et al. Application of ultrasound for muscle assessment in sarcopenia: towards standardized measurements. *Eur Geriatr Med.* 2018 Sep;9(6):739-757.
14. Cuschieri S. The STROBE guidelines. *Saudi J Anaesth.* 2019;13(Suppl 1):S31-S34.
15. Kidney Disease - Improving Global Outcomes (KDIGO). KDIGO 2012 Clinical practice guideline for the evaluation and management of chronic kidney disease. *Kidney Int.* 2013;(Suppl 1):1-150.
16. Matsudo S, Araújo T, Matsudo V, Andrade D, Andrade E, Oliveira LC, et al. Questionário internacional de atividade física (Ipaq): estudo de validade e reprodutibilidade no Brasil. *Rev Bras Atividade Física Saúde [Internet].* 2012 Oct; 6(2):5-18. Available from: <https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/RBAFS/article/view/931>
17. Sales A. Prevalência de doença arterial obstrutiva periférica (DAOP) e alterações sensoriais em pacientes diabéticos tipo 2: impacto da DAOP sobre a qualidade de vida, nível de atividade física e composição corporal [tese] [Internet]. Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte; 2012;. Available from: <https://repositorio.ufrn.br/jspui/handle/123456789/16716>
18. Seymour JM, Ward K, Sidhu PS, Putchucheary Z, Steier J, Jolley CJ, et al. Ultrasound measurement of rectus femoris cross-sectional area and the relationship with quadriceps strength in COPD. *Thorax.* 2009 May;64(5):418-23.
19. Gruther W, Benesch T, Zorn C, Paternostro-Sluga T, Quittan M, Fialka-Moser V, et al. Muscle wasting in intensive care patients: Ultrasound observation of the M. quadriceps femoris muscle layer. *J Rehabil Med.* 2008 Mar;40(3):185-9.
20. Souza H, Rocha T, Pessoa M, Rattes C, Brandão D, Fregonezi G, et al. Effects of inspiratory muscle training in elderly women on respiratory muscle strength, diaphragm thickness and mobility. *J Gerontol Ser A Biol Sci Med Sci.* 2014 Dec;69(12):1545-53.
21. Greenwood SA, Koufaki P, Mercer TH, Rush R, O'Connor E, Tuffnel R, et al. Aerobic or resistance training and pulse wave velocity in kidney transplant recipients: a 12-week pilot randomized controlled trial (the Exercise in Renal Transplant [ExeRT] Trial). *Am J Kidney Dis.* 2015 Oct;66(4):689-98.
22. Segura-Ortí E, Martínez-Olmos FJ. Test-retest reliability and minimal detectable change scores for sit-to-stand-to-sit tests, the six-minute walk test, the one-leg heel-rise test, and handgrip strength in people undergoing hemodialysis. *Phys Ther.* 2011 Aug;91(8):1244-52.
23. ATS Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories. ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med.* 2002 Jul;166(1):111-7.
24. Britto R, Probst V, Andrade A, Sasmora GAR, Hernandez NA, Marinho PEM, et al. Reference equations for the six-minute walk distance based on a Brazilian multicenter study. *Braz J Phys Ther.* 2013 Dec;17(6):556-63.
25. Fess E. Grip strength. In: Casanova JS, ed. *Clinical assessment recommendations.* 2nd ed. Chicago: American Society of Hand Therapists; 1992. p. 41-5.
26. Bohannon RW, Peolsson A, Massy-Westropp N, Desrosiers J, Bear-Lehman J. Reference values for adult grip strength measured with a Jamar dynamometer: a descriptive meta-analysis. *Physiotherapy.* 2006 Mar;92(1):11-5.
27. Novaes RD, Miranda AS, Silva JO, Tavares BVF, Dourado VZ. Equações de referência para a predição da força de preensão manual em brasileiros de meia idade e idosos. *Fisioter Pesqui [Internet].* 2009 Sep; 16(3):217-22. Available from: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1809-29502009000300005&lng=pt&nrm=iso&tlng=en
28. Hsiao S, Tsai Y, Chen H, Lin MY, Chiu YM, Chen TH, et al. Association of fluid status and body composition with physical function in patients with chronic kidney disease. *PLoS One.* 2016 Oct;11(10):e0165400.
29. Gordon PL, Doyle JW, Johansen KL. Association of 1,25-dihydroxyvitamin d levels with physical performance and thigh muscle cross-sectional area in chronic kidney disease stage 3 and 4. *J Ren Nutr.* 2012 Jul;22(4):423-33.
30. Wilkinson TJ, Gould DW, Nixon DGD, Watson EL, Smith AC. Quality over quantity? Association of skeletal muscle myosteatosis and myofibrosis on physical function in chronic kidney disease. *Nephrol Dial Transplant.* 2019 Aug;34(8):1344-53.
31. Mateos-Angulo A, Galán-Mercant A, Cuesta-Vargas AI. Muscle thickness contribution to sit-to-stand ability in institutionalized older adults. *Aging Clin Exp Res.* 2019;32:1477-83. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40520-019-01328-x>
32. Lopez P, Wilhelm E, Rech A, Minozzo F, Radaelli R, Pinto RS. Echo intensity independently predicts functionality in sedentary older men. *Muscle Nerve.* 2017 Jan;55(1):9-15.
33. McIntyre CW, Selby NM, Sigrist M, Pearce LE, Mercer TH, Naish PF. Patients receiving maintenance dialysis have more severe functionally significant skeletal muscle wasting than patients with dialysis-independent chronic kidney disease. *Nephrol Dial Transplant.* 2006 Aug;21(8):2210-6.
34. Segura-Ortí E, Gordon PL, Doyle JW, Johansen KL. Correlates of physical functioning and performance across the spectrum of kidney function. *Clin Nurs Res.* 2018 Jun;27(5):579-96.
35. Tamaki M, Miyashita K, Wakino S, Mitsuishi M, Hayashi K, Itoh H. Chronic kidney disease reduces muscle mitochondria and exercise endurance and its exacerbation by dietary protein through inactivation of pyruvate dehydrogenase. *Kidney Int.* 2014 Jun;85(6):1330-9.
36. Abramowitz M, Paredes W, Zhang K, Brightwell CR, Newsom JN, Kwon HJ, et al. Skeletal muscle fibrosis is associated with decreased muscle inflammation and weakness in patients with chronic kidney disease. *Am J Physiol Physiol.* 2018 Dec;315(1):F1658-69.
37. Wilkinson TJ, Watson EL, Xenophontos S, Gould DW, Smith AC. The "minimum clinically important difference" in frequently reported objective physical function tests after a 12-week renal rehabilitation exercise intervention in nondialysis chronic kidney disease. *Am J Phys Med Rehabil.* 2019;98(6):431-7.
38. Lima MC, Cicotoste CL, Cardoso KS, Forgiarini Junior LA, Monteiro MB, Dias AS. Effect of exercise performed during hemodialysis: strength versus aerobic. *Ren Fail.* 2013;35(5):697-704.
39. Roshanravan B, Robinson-Cohen C, Patel KV, Ayers E, Littman AJ, Boer IH, et al. Association between physical performance and all-cause mortality in CKD. *J Am Soc Nephrol.* 2013 Apr;24(5):822-30.
40. Robinson-Cohen C, Katz R, Mozaffarian D, Dalrymple LS, Boer I, Sarnak M, et al. Physical activity and rapid decline in kidney function among older adults. *Arch Intern Med.* 2009;169(22):2116-23.
41. Robinson-Cohen C, Littman AJ, Duncan GE, Weiss NS, Sachs MC, Ruzinski J, et al. Physical activity and change in estimated GFR among persons with CKD. *J Am Soc Nephrol.* 2014 Feb;25(2):399-406.
42. Kaltsatou A, Sakkas GK, Poulanioti KP, Koutedakis Y, Tepetes K, Christodoulidis G, et al. Uremic myopathy: is oxidative stress implicated in muscle dysfunction in uremia?. *Front Physiol.* 2015;30(6):102.
43. Stenvinkel P, Carrero JJ, Von Walden F, Izkler TA, Nader GA. Muscle wasting in end-stage renal disease promulgates premature death: established, emerging and potential novel treatment strategies. *Nephrol Dial Transplant.* 2016 Jul;31(7):1070-7.
44. Isoyama N, Qureshi AR, Avesani CM, Lindholm B, Båråny P, Heimbürger O, et al. Comparative associations of muscle mass and muscle strength with mortality in dialysis patients. *Clin J Am Soc Nephrol.* 2014 Oct;9(10):1720-8.
45. 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 Feb;33(2):342-8.
46. Painter P, Agarwal A, Drummond M. Physical function and physical activity in peritoneal dialysis patients. *Perit Dial Int.* 2017 Nov/Dec;37(6):598-604.
47. Faria R, Fernandes N, Lovisi J, Reboredo MM, Marta MSM, Pinheiro BV, et al. Pulmonary function and exercise tolerance are related to disease severity in pre-dialytic patients with chronic kidney disease: a cross-sectional study. *BMC Nephrol.* 2013 Sep;14:184.
48. Soper DS. Post-hoc statistical power calculator for multiple regression [software]. California: STATCALC; 2021;. Available from: <https://www.danielsooper.com/statcalc>