

Espessura muscular do *pectoralis major* e do *rectus abdominis* e nível de atividade física em pacientes em hemodiálise crônica

Muscle thickness of the *pectoralis major* and *rectus abdominis* and level of physical activity in chronic hemodialysis patients

Autores

Aline Felício Bueno¹
 Fernando de Aguiar Lemos¹
 Matheus Elias Ferrareze¹
 William Antonio Martins dos Santos¹
 Francisco Veríssimo Veronese²
 Alexandre Simões Dias³

¹ Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre - RS, Brasil.

² Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Hospital de Clínicas de Porto Alegre, Serviço de Nefrologia, Porto Alegre - RS, Brasil.

³ Hospital de Clínicas de Porto Alegre, Serviço de Fisioterapia, Programas de Pós Graduação em Ciências Pneumológicas e em Ciências do Movimento Humano, Porto Alegre - RS, Brasil.

Data de submissão: 06/07/2016.
 Data de aprovação: 22/09/2016.

Correspondência para:

Aline Felício Bueno.
 Fundo de Incentivo à Pesquisa do Hospital de Clínicas de Porto Alegre - FIPE HCPA.
 E-mail: alinefeliciobueno@gmail.com

DOI: 10.5935/0101-2800.20170071

RESUMO

Introdução: Pacientes que realizam hemodiálise crônica tendem a perder massa magra e ter comportamento sedentário. **Objetivo:** Comparar o nível de atividade física e morfologia dos músculos peitoral maior e reto do abdômen de pacientes que realizam hemodiálise com indivíduos saudáveis. **Métodos:** Foram estudados 17 pacientes e 17 indivíduos saudáveis. As espessuras musculares foram avaliadas por meio de ultrassonografia, e o nível de atividade física pelo Questionário Internacional de Atividade Física versão longa (IPAQ). **Resultados:** Os pacientes apresentaram menores espessuras do peitoral maior ($5,92 \pm 0,35$ mm *vs.* $8,35 \pm 0,62$ mm, $p < 0,001$) e de reto abdominal ($0,96 \pm 0,10$ mm *vs.* $2,21 \pm 0,40$ mm, $p < 0,001$) comparados aos sujeitos saudáveis. Os pacientes foram fisicamente menos ativos que os indivíduos saudáveis: $1502,55(788,19-2513,00)$ MET-minutos/semana *vs.* $2268,0(1680,0-4490,8)$ MET-minutos/semana ($p = 0,006$); o gasto calórico semanal dos pacientes também foi menor: $1384,0(480,7-2253,7)$ kcal/kg/semana *vs.* $1680,0(1677,4-4950,0)$ kcal/kg/semana ($p = 0,010$). O tempo médio gasto sentado por semana dos pacientes foi maior que dos sujeitos saudáveis ($394,0 \pm 33,1$ min/dia *vs.* $293,0 \pm 38,6$, $p = 0,009$), assim como o tempo médio gasto sentado durante o fim de semana ($460,0 \pm 40,1$ *vs.* $201,0 \pm 10,7$, $p = 0,003$). **Conclusão:** Pacientes renais crônicos em hemodiálise apresentam comportamento sedentário e menores espessuras musculares do tronco.

Palavras-chave: atividade motora; diálise renal; insuficiência renal crônica.

ABSTRACT

Introduction: Patients on chronic hemodialysis tend to lose lean body mass and have sedentary behavior. **Objective:** To compare the level of physical activity and the morphology of the muscles pectoralis major and rectus abdominis of patients on hemodialysis with healthy subjects. **Methods:** We studied 17 patients and 17 healthy individuals. Muscle thickness were evaluated by ultrasound, and the level of physical activity by the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ), long version. **Results:** The patients had lower thicknesses of the pectoralis major (5.92 ± 0.35 mm *vs.* 8.35 ± 0.62 mm, $p < 0.001$) and rectus abdominis (0.96 ± 0.10 mm *vs.* 2.21 ± 0.40 mm, $p < 0.001$) compared to healthy subjects. Patients were physically less active than healthy individuals: $1502.55(788.19-2513.00)$ MET-minutes/week *vs.* $2268.0(1680.0-4490,8)$ MET-minutes/week ($p = 0.006$); the weekly caloric expenditure of patients was also lower: $1384.0(480,7-2253,7)$ kcal/kg/week *vs.* $1680.0(1677,4-4950,0)$ kcal/kg/week ($p = 0.010$). The average time spent sitting per week of the patients was higher than in healthy subjects (394.0 ± 33.1 min/day *vs.* 293.0 ± 38.6 , $p = 0.009$) as well as the average time spent sitting during weekend (460.0 ± 40.1 *vs.* 201.0 ± 10.7 , $p = 0.003$). **Conclusion:** Chronic renal failure patients on hemodialysis have sedentary behavior and lower muscle thickness of the trunk.

Keywords: kidney failure, chronic; motor activity; renal dialysis.

INTRODUÇÃO

A doença renal crônica (DRC) é uma afecção frequente no Brasil e no mundo, e devido à sua alta prevalência é considerada um problema de saúde pública.^{1,2} O tratamento de hemodiálise (HD) é recomendado no estágio terminal da DRC. O tratamento de HD, no entanto, está associado à diminuição da atividade física e é acompanhado por uma série de comorbidades, tais como desnutrição proteico-calórica, redução da massa magra e da força muscular.³⁻⁶

Assim, muitas vezes um estado de fraqueza generalizada está presente nesses pacientes, sendo necessária a investigação do estado clínico, bem como da estrutura e função do sistema muscular.⁷⁻⁹ As musculaturas mais estudadas são as antigravitacionais dos membros inferiores. Isto pode estar relacionado ao fato de que neuropatias e miopatias urêmicas têm maior incidência nos membros inferiores em relação aos superiores.^{10,11} Entretanto, a musculatura do tronco como, por exemplo, o peitoral maior, tem uma atuação importante na articulação multiaxial do ombro. A atrofia nesta musculatura pode inibir movimentos como flexão, extensão, adução e flexão horizontal de ombro, impedindo muitas atividades de vida diária.

Os músculos abdominais possuem uma ação estabilizadora da coluna lombar, para carregar cargas externas ou para a manutenção da postura em diversas posições das atividades de vida diária. Além disso, durante a HD os pacientes permanecem em média 4 horas três vezes por semana na postura deitada ou sentada, o que pode levar a um estado de redução do uso, gerando atrofias e diminuindo a amplitude de movimento do tronco e dos membros superiores.^{4,12,13}

Contudo, não foram encontrados na literatura estudos que avaliem a morfologia destas musculaturas. Uma das formas de avaliar esta musculatura é por meio de ultrassonografia, que informa sobre a espessura muscular, que está diretamente associada à quantidade de tecido contrátil e capacidade de produção de força muscular.^{4,14,15} Neste contexto, o objetivo do presente estudo é avaliar a espessura dos músculos peitoral maior e reto do abdômen por meio de ecografia muscular de pacientes que realizam hemodiálise crônica, comparando com indivíduos saudáveis. Tais informações poderão auxiliar na organização de protocolos preventivos de manutenção da função muscular do tronco destes pacientes.

MÉTODOS

A amostra foi escolhida de forma intencional, sendo composta por 17 pacientes com diagnóstico de DRC terminal em tratamento hemodialítico no Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA), acompanhados no Serviço de Nefrologia e no Laboratório de Fisiopatologia do Exercício. Dezesete indivíduos saudáveis foram incluídos como grupo controle.

O tamanho amostral foi calculado pelo *software* G*Power 3.1.3 (Fraunhofer Universität, Kiel, Germany), onde o “*EffectSize*” adotado foi de 0,69, o alfa de 0,05 e o poder do estudo de 0,80, usando o teste *t* de *Student* para amostras independentes como teste estatístico para a comparação das variáveis.¹⁶ Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (CAAE 36473714.1.0000.5327). Todos os participantes leram e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Foram utilizados como critérios de inclusão pacientes com idade igual ou acima de 18 anos, DRC terminal em tratamento com hemodiálise há no mínimo três meses, independente do gênero, idade e grau de gravidade da doença, e que apresentassem condições clínicas estáveis, sem intercorrências agudas (ex., infecções) nos últimos três meses. Os sujeitos do grupo controle foram pareados por sexo, idade, massa corporal total, estatura e índice de massa corporal.

Foram excluídos do estudo indivíduos que apresentassem: a) comorbidades não relacionadas ao processo patológico de origem; b) contraindicações absolutas ou relativas à realização dos testes; c) dificuldade de compreensão dos procedimentos propostos pelos pesquisadores; d) estivessem em período de exacerbação da doença, e) não concordassem em participar do estudo e f) pacientes com doenças neuromusculares que apresentassem déficit motor decorrente de acidente vascular encefálico (AVC), esclerose múltipla, esclerose lateral amiotrófica ou *Guillain-Barré*.

Para o grupo de pacientes, as avaliações foram conduzidas em dois dias distintos, antes do início da sessão de HD. Dia 1: Aplicação do questionário sobre o nível de atividade física (IPAQ); Dia 2: Verificação das espessuras musculares do peitoral maior e abdominal. O grupo controle realizou os questionários e as avaliações de imagem em um único dia, seguindo a mesma ordem utilizada para os pacientes.

QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA VERSÃO LONGA (IPAQ)

Dentre as medidas de desfecho do Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ), versão longa, estavam a atividade física total, expressa em MET-minutos por dia e minutos relatados em atividade de intensidade vigorosa, atividade de intensidade moderada, e em caminhadas. A intensidade moderada foi atribuída como 4 METs (Equivalente Metabólico da Tarefa), intensidade vigorosa como 8 METs, e caminhadas equivalentes a 3,3 METs. O equivalente metabólico/minuto (MET-min) foi calculado multiplicando METs por minutos de participação em atividades físicas de intensidade vigorosa, moderadas e caminhadas, conforme a fórmula para o cálculo de MET-minutos considerada como segue:

- Andar MET-minutos/semana = 3,3* minutos caminhados* dias de caminhadas;
- Moderado minutos MET/semana = 4,0* minutos de atividades com intensidade moderada * dias de atividades moderadas ou vigorosas;
- Vigorosa MET-minutos/semana = 8,0* minutos de atividades com intensidade vigorosa * dias de atividades com intensidade vigorosa.

A atividade física total MET-min/semana foi calculada como a soma das pontuações Andar + MET-min/semana moderada + vigorosa. Baixo nível de atividade foi considerado quando se verificavam valores abaixo de 600 MET-minutos/semana. Para a atividade moderada, considerou-se 5 ou mais dias de qualquer combinação de caminhada, de intensidade moderada ou atividades de intensidade vigorosa atingindo um mínimo de pelo menos 600 MET-minutos/semana. E como alta atividade física, considerou-se 7 dias ou mais de qualquer combinação de caminhada, moderada ou atividades de intensidade vigorosa acumulando pelo menos 3000 MET-minutos/semana.

O gasto calórico em MET minutos/semana foi medido pela multiplicação do valor de MET da atividade realizada pela sua frequência semanal e duração. O valor obtido foi multiplicado pelo peso e dividido por 60 minutos para transformar em quilocalorias (kcal/min).

AValiação DA ESPESSURA MUSCULAR

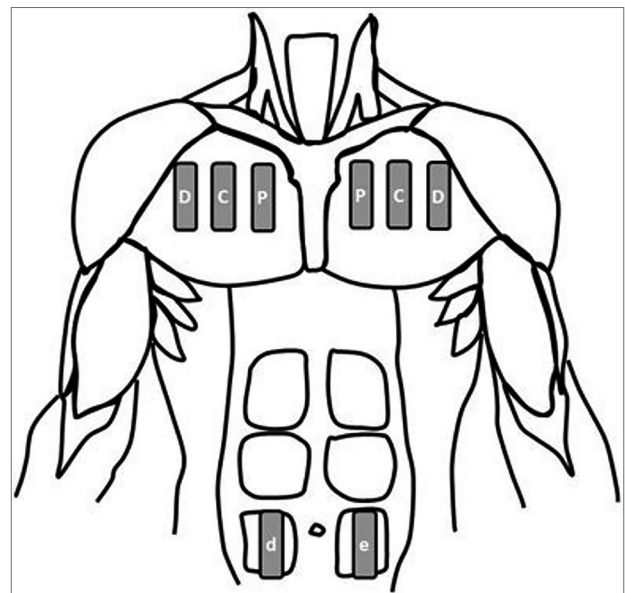
Para a avaliação da espessura muscular transversal, foi utilizado um aparelho de ultrassonografia e um transdutor de arranjo linear B-mode ultrasonography (HD7.XE®, Philips and Neusoft Medical Systems

Co., Shenyang, China), com frequência de 7.5 MHz. O transdutor foi embebido em gel de transmissão solúvel em água, promovendo contato acústico, sem deprimir a superfície da pele.

Para garantir que imagens posteriores fossem realizadas no local anatômico exato, foram consideradas marcações de protuberâncias ósseas.^{17,18} Após demarcações, foi obtida uma imagem transversal ao qual fosse possível visualizar as musculaturas. Assim, para a avaliação da espessura muscular transversal foram realizadas medidas por meio de ecografia, com um aparelho de ultrassonografia, considerando as seguintes regiões: borda interna das aponeuroses superior e inferior dos músculos peitoral maior e abdominal, ambos bilaterais.

Para avaliação do peitoral maior, a sonda foi posicionada paralelamente ao esterno e perpendicular à clavícula na altura da segunda e terceira costela em três pontos: 1) Proximal ao esterno; 2) Ponto médio do ventre muscular; 3) Distal ao esterno.¹⁸ Para a avaliação dos músculos abdominais, a sonda foi posicionada de forma longitudinal ao músculo, sentido encéfalo-caudal. Duas imagens foram coletadas, uma a dois centímetros à direita e a outra a dois centímetros à esquerda da cicatriz umbilical.¹⁹ Todas as imagens foram feitas de forma bilateral (Figura 1).

Figura 1. Posicionamento da sonda para coleta da espessura do peitoral maior e do reto abdominal. Barra retangular cinza equivalente ao transdutor posicionado longitudinalmente ao corpo. P: proximal ao esterno; C: Central ao ventre muscular; D: Distal ao esterno; d: direito; e: esquerdo.



Todos os exames foram realizados pelo mesmo examinador. Para quantificar a confiabilidade das

medidas das espessuras musculares (EM) foi utilizado o Coeficiente de Correlação IntraClasse (ICC). Foram escolhidas seis imagens aleatórias entre os grupos e mensuradas cinco vezes pelo mesmo avaliador em dias distintos. Os valores dos coeficientes de confiabilidade variam de zero (0) a um (1), onde valores mais próximos de 1 indicam maior confiabilidade. As seguintes categorias para os níveis de confiabilidade foram aplicadas: superior a 0,75 = confiabilidade elevada; entre 0,4 e 0,75 = confiabilidade razoável, e menor que 0,4 = confiabilidade pobre.¹⁹

Os testes de Shapiro-Wilk e Levene foram utilizados na verificação da normalidade e homogeneidade dos dados. Na análise descritiva foram utilizados média e desvio padrão, ou mediana e intervalo interquartil. O teste *t* independente foi utilizado para comparação das variáveis de pareamento (idade, massa corporal, estatura) e variáveis morfológicas (espessura muscular transversa) entre os grupos. O teste de Mann-Whitney foi utilizado para avaliar a medida de tendência central entre os níveis de atividade física entre os grupos. Todas as análises foram realizadas no programa SPSS 20.0 para Windows (Chicago, IL, EUA). O nível de significância adotado foi $p < 0,05$.

RESULTADOS

A amostra foi composta por 17 pacientes com DRC, sendo 10 homens e 7 mulheres. Não houve diferença estatisticamente significativa entre pacientes e controles no que se refere a idade, massa corporal total, estatura e índice de massa corporal, como apresentado na Tabela 1.

TABELA 1 DADOS DEMOGRÁFICOS E ANTROPOMÉTRICOS DOS PACIENTES EM HEMODIÁLISE E DOS INDIVÍDUOS SAUDÁVEIS.

	Pacientes	Controles	<i>p</i>
Idade (anos)	54,1 ± 14,1	48,3 ± 15,2	0,33
Estatura (cm)	161,3 ± 8,1	166,0 ± 12,0	0,87
Massa corporal (Kg)	64,2 ± 11,8	73,0 ± 20,6	0,41
IMC (kg/m ²)	24,5 ± 3,1	26,4 ± 5,0	0,83

Cm: centímetros; kg: quilograma; kg/m²: quilograma por metro quadrado; IMC: índice de massa corporal; Nível de significância $p < 0,05$.

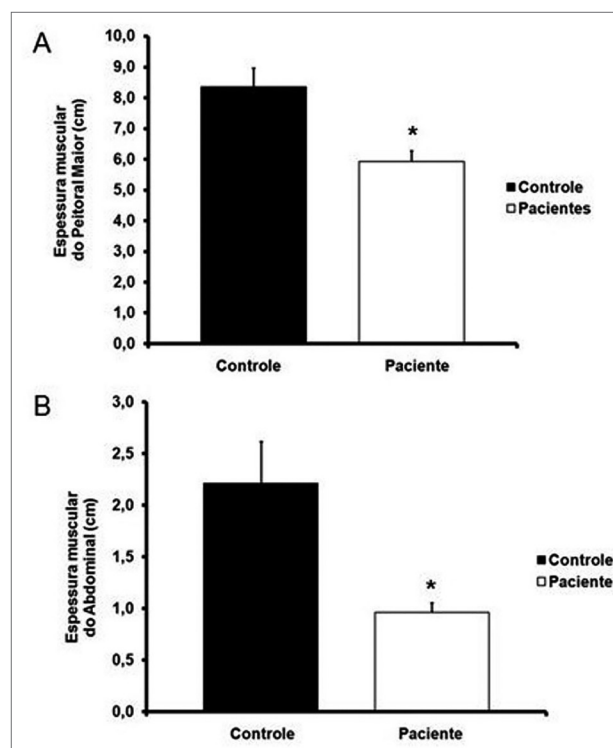
Os pacientes foram classificados como moderadamente ativos: 1502,55(788,19-2513,00) MET-minutos/semana, enquanto que os indivíduos do grupo controle foram classificados como altamente ativos: 2268,0(1680,0-4490,8) MET-minutos/semana ($p = 0,006$); o gasto calórico semanal dos pacientes também

foi menor: 1384,0(480,7-2253,7) kcal/kg/semana *vs.* 1680,0(1677,4-4950,0) kcal/kg/semana ($p = 0,010$). O gasto calórico semanal dos pacientes foi significativamente menor que dos controles: 1384,0(480,7-2253,7) kcal/kg/semana *vs.* 1680,0(1677,4-4950,0) kcal/kg/semana, respectivamente ($p = 0,010$).

O tempo médio gasto sentado por semana dos pacientes foi significativamente maior do que dos indivíduos saudáveis (394,0 ± 33,1 min/dia e 293,0 ± 38,6; $p = 0,009$). O mesmo foi observado em relação ao tempo médio gasto sentado durante o fim de semana, cujos valores foram 460,0 ± 0,1 para os pacientes e 201,0 ± 10,7 para os controles ($p = 0,003$).

A correlação intraclassa do teste e retestada avaliação da espessura muscular do peitoral maior foi de $r = 0,971$ e para o reto abdominal de $r = 0,984$. Em relação à morfologia muscular, os grupos apresentaram diferença significativa na espessura dos músculos peitoral maior ($p = 0,001$) e abdominal ($p = 0,001$). Os pacientes apresentaram um valor médio de espessura do peitoral maior de 5,92 ± 0,35 mm e o grupo controle uma média de 8,35 ± 0,62 mm. Para o músculo abdominal, os pacientes apresentaram um valor médio de 0,96 ± 0,10 mm, enquanto que no grupo controle esse valor foi 2,21 ± 0,40 mm (Figura 2).

Figura 2. Espessura muscular entre os grupos. A) Espessura muscular do peitoral maior; B) Espessura muscular do reto abdominal; * $p < 0,001$.



DISCUSSÃO

O principal achado deste estudo foi que pacientes renais crônicos em hemodiálise apresentam menores espessuras musculares do peitoral maior e do reto abdominal. Comparados aos indivíduos saudáveis, os pacientes tiveram um menor nível de atividade física, gasto calórico e equivalente metabólico, e um maior tempo sentado na semana e no final de semana.

A manutenção do tratamento da DRC através da hemodiálise faz estes pacientes permanecerem por longos períodos imóveis ao longo da semana, fato que se não compensado com atividade física pode favorecer fragilidade muscular, fadiga e maior índice de hospitalizações.^{13,20,21} Os resultados do estudo de Medina *et al.*,²³ assim como do presente estudo, demonstram que a população de renais crônicos em HD é insuficientemente ativa, contribuindo para o sedentarismo e para alterações na estrutura muscular como atrofia e mudanças na sua arquitetura.

O estudo de Sakkas *et al.*¹⁰ avaliou por meio de biópsia muscular o músculo reto abdominal de pacientes que realizavam diálise peritoneal, comparando com indivíduos saudáveis. Os autores encontraram atrofia muscular da amostra de tecido dos pacientes quando comparados aos indivíduos controle. Os achados do presente estudo se correlacionam com estes dados, pois foram observados menores valores de espessura muscular do reto abdominal, embora a avaliação tenha sido por ultrassonografia e não pela análise microscópica do tecido.

Poucos estudos avaliaram a perda de massa muscular em musculaturas do tronco, como o reto abdominal. Este músculo tem um importante papel estabilizador da coluna durante o movimento, além disso, ele também pode ser afetado quando há desuso e atrofia de músculos esqueléticos de membros inferiores.^{9,23} Além disso, a menor espessura do reto abdominal dos pacientes pode indicar uma atrofia muscular generalizada.^{10,11}

Em relação ao músculo peitoral maior, também foi encontrada uma menor espessura nos pacientes em relação ao grupo controle. Este estudo é o primeiro a avaliar a espessura muscular do peitoral maior por meio de ecografia nos pacientes com DRC que realizam HD. Outros dois estudos que utilizaram a biópsia muscular também demonstraram atrofia do músculo deltoide.^{24,25} Estes achados indicam uma diminuição de tecido contrátil na amostra tecidual, predominantemente de fibras do tipo II.

A importância de avaliar o peitoral maior está na prevenção de problemas que sua atrofia pode induzir,

como perda de força de musculaturas inspiratórias acessórias,²⁶ postura corporal de ombros caídos, e dificuldade na realização de atividades de vida diária que necessitem movimentos realizados com os membros superiores acima da cabeça à frente do corpo. Adicionalmente, pacientes com diminuição de força de membros inferiores podem requisitar constantemente o músculo peitoral maior ao sentar-se ou levantar-se com o auxílio do apoio das mãos devido a sua função adutora de forma bilateral que auxilia na estabilização do tronco.²⁷

O peitoral maior auxilia diretamente em movimentos que realizam rotação interna do braço, assim como tem a função excêntrica de desacelerar movimentos de extensão do ombro, abdução horizontal e rotação externa,²⁷ que podem muitas vezes representar movimentos de apoio corporal durante atividades básicas como, por exemplo, tomar banho e deitar-se. Nesses casos, é importante que o peitoral maior esteja preservado para evitar lesões como rupturas, no caso de ser empregada muita força durante a extensão e rotação externa de ombro.²⁸

Já foi evidenciado que musculaturas proximais dos membros inferiores de doentes renais sofrem mais com a perda tecidual.^{29,30} Nos casos de uremia avançada o nível de redução de força de membros inferiores devido à miopatias e/ou polineuropatias é muito elevado.^{31,32} Os mecanismos que envolvem a perda de massa magra envolvem aspectos como o desenvolvimento de resistência à insulina e de inflamação e ativação de proteólise muscular pelo complexo ubiquitina-proteassoma.³³ Além disso, pacientes com DRC apresentam altos riscos no seu estado nutricional devido à uremia, limitações na dieta, baixo nível de atividade física, inflamação crônica, comorbidades e perturbações metabólicas. Esses fatores afetam o gasto energético e afetam a composição corporal destes pacientes.³⁴

Evidências sugerem que a sarcopenia em pacientes com DRC é uma situação complexa mediada pelo desequilíbrio entre o anabolismo e o catabolismo das proteínas musculares³⁵. Ainda, existe uma lacuna na literatura em relação a diferentes métodos para a avaliação de massa muscular nesses pacientes, bem como estudos que realizem uma associação desses métodos com marcadores de perda de massa magra.

Em uma perspectiva cinesiológica funcional, a preservação da espessura muscular de músculos como o abdominal e o peitoral maior torna-se essencial para a manutenção de funções básicas que proporcionam independência funcional. Os achados deste estudo podem

auxiliar de forma significativa na organização de intervenções por meio de exercícios físicos direcionados para o tronco, assim como servir de base para novos estudos que visam identificar limitações funcionais de músculos de membros superiores, do tórax e parede abdominal.

Como limitação deste estudo não foi avaliada a presença e associação de outros marcadores de massa magra convencionais com o parâmetro de espessura muscular avaliada pela ecografia.

CONCLUSÃO

Este estudo demonstrou que pacientes com DRC terminal em tratamento com HD apresentam: 1) Menor nível de atividade física; 2) Maior tempo despendido sentado durante a semana e o final de semana; e 3) Menores espessuras musculares dos músculos peitoral maior e reto abdominal.

REFERÊNCIAS

- Bastos MG, Bregman R, Kirsztajn M. Doença renal crônica: frequente e grave, mas também prevenível e tratável. *Rev Assoc Med Bras* 2010;56:248-53.
- Pinho NA, Silva GV, Pierin AMG. Prevalência e fatores associados à doença renal crônica em pacientes internados em um hospital universitário na cidade de São Paulo, SP, Brasil. *J Bras Nefrol* 2015;37:91-7.
- Sesso RC, Lopes AA, Thomé FS, Lugon JR, Watanabe Y, Santos DR. Relatório do Censo Brasileiro de Diálise Crônica 2012. *J Bras Nefrol* 2014;36:48-53. DOI: <http://dx.doi.org/10.5935/0101-2800.20140009>
- Johansen KL, Shubert T, Doyle J, Soher B, Sakkas GK, Kent-Braun JA. Muscletrophy in patients receiving hemodialysis: effects on muscle strength, muscle quality, and physical function. *Kidney Int* 2003;63:291-7. DOI: <http://dx.doi.org/10.1046/j.1523-1755.2003.00704.x>
- Toyama K, Sugiyama S, Oka H, Sumida H, Ogawa H. Exercise therapy correlates with improving renal function through modifying lipid metabolism in patients with cardiovascular disease and chronic kidney disease. *J Cardiol* 2010;56:142-6. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jjcc.2010.06.007>
- Domański M, Ciechanowski K. Sarcopenia: a major challenge in elderly patients with end-stage renal disease. *J Aging Res* 2012;2012:754739. DOI: [10.1155/2012/754739](http://dx.doi.org/10.1155/2012/754739). DOI: <http://dx.doi.org/10.1155/2012/754739>
- Ikizler TA, Himmelfarb J. Muscle wasting in kidney disease: Let's get physical. *J Am Soc Nephrol* 2006;17:2097-8.
- Fahal IH. Uraemic sarcopenia: aetiology and implications. *Nephrol Dial Transplant* 2014;29:1655-65. DOI: <http://dx.doi.org/10.1093/ndt/gft070>
- Souza VA, Oliveira D, Mansur HN, Fernandes NMS, Bastos MG. Sarcopenia na Doença Renal Crônica. *J Bras Nefrol* 2015;37:98-105.
- Sakkas GK, Ball D, Mercer TH, Sargeant AJ, Tolfrey K, Naish PF. Atrophy of non-locomotor muscle in patients with end-stage renal failure. *Nephrol Dial Transplant* 2003;18:2074-81. DOI: <http://dx.doi.org/10.1093/ndt/gfg325>
- Cotton JR, Woodard T, Carter NW, Knochel JP. Resting skeletal muscle membrane potential as an index of uremic toxicity. A proposed new method to assess adequacy of hemodialysis. *J Clin Invest* 1979;63:501-6. PMID: 429569 DOI: <http://dx.doi.org/10.1172/JCI109328>
- Campistol JM. Uremic myopathy. *Kidney Int* 2002;62:1901-13. PMID: 12371997 DOI: <http://dx.doi.org/10.1046/j.1523-1755.2002.00614.x>
- Hall YN, Larive B, Painter P, Kaysen GA, Lindsay RM, Nissenson AR, et al.; Frequent Hemodialysis Network Trial Group. Effects of six versus three times per week hemodialysis on physical performance, health, and functioning: Frequent Hemodialysis Network (FHN) randomized trials. *Clin J Am Soc Nephrol* 2012;7:782-94.
- Capitanini A, Galligani C, Lange S, Cupisti A. Upper limb disability in hemodialysis patients: evaluation of contributing factors aside from amyloidosis. *Ther Apher Dial* 2012;16:242-7. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1744-9987.2011.01056.x>
- Herzog W, ter Keurs HE. Force-length relation of in-vivo human rectus femoris muscles. *Pflugers Arch* 1988;411:642-7. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/BF00580860>
- Radaelli R, Wilhelm Neto EN, Marques MFB, Pinto RS. Espessura e qualidade musculares medidas a partir de ultrassonografia: influência de diferentes locais de mensuração. *Rev Bras Ciênc Nat* 2011;13:87-91.
- Lindenau JDR, Guimarães LSP. Calculando o tamanho do efeito no SPSS. *Rev HCPA* 2012;32:363-81.
- Sumerling TJ, Quant SP. Measurements of the human anterior chest wall by ultrasound and estimates of chest wall thickness for use in determination of transuranic nuclides in the lung. *Radiat Prot Dosimetry* 1983;3:203-10.
- Bradley M, Donnell P. Atlas of Musculoskeletal Ultrasound Anatomy. London: Greenwich Medical Media; 2002.
- Dancey CP, Reidy J. Estatística sem matemática para psicologia usando SPSS para windows. 3ª ed. Porto Alegre: Artmed; 2008.
- Almeida LAB, Pitanga FJG, Freitas MM, Pitanga CPS, Dantas EHM, Beck CC. Caloric expenditure of different domains of physical activity as predictors of the absence of diabetes in adults. *Rev Bras Med Esporte* 2012;18:17-21. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1517-86922012000100003>
- Kopple JD, Kim JC, Shapiro BB, Zhang M, Li Y, Porszasz J, et al. Factors affecting daily physical activity and physical performance in maintenance dialysis patients. *J Ren Nutr* 2015;25:217-22. DOI: <http://dx.doi.org/10.1053/j.jrn.2014.10.017>
- Medina LAR, Vanderlei FM, Vanderlei LCM, Torres DB, Padulla AT, Freitas AEA, et al. Atividade física e qualidade de vida em pacientes com doença renal crônica submetidos à hemodiálise. *ConScientiae Saúde* 2010;9:212-9.
- Hodges PW, Richardson CA. Contraction of the abdominal muscles associated with movement of the lower limb. *Phys Ther* 1997;77:132-42. DOI: <http://dx.doi.org/10.1093/ptj/77.2.132>
- do Prado LB, do Prado GF, Oliveira AS, Schmidt B, Carvalhaes JT. Histochemical study of the skeletal muscle in children with chronic renal failure in dialysis treatment. *Arq Neuropsiquiatr* 1998;56:381-7.
- Bautista J, Gil-Necija E, Castilla J, Chinchon I, Rafel E. Dialysis myopathy. Report of 13 cases. *Acta Neuropathol* 1983;61:71-5. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/BF00688389>
- Cunha MS, Andrade V, Guedes CAV, Meneghetti CHZ, Aguiar AP, Cardoso AL. Avaliação da capacidade funcional e da qualidade de vida em pacientes renais crônicos submetidos a tratamento hemodialítico. *Fisioter Pesqui* 2009;16:155-60.
- Floyd RT. Manual de cinesiologia estrutural. 16ª ed. Barueri: Manole; 2011.
- Oliveira FC, Alves MDS, Bezerra AP. Co-morbidades e mortalidade de pacientes com doença renal: atendimento terceirizado de nefrologia. *Acta Paul Enferm* 2009;22:476-80. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-21002009000800003>
- Bohanon RW. Sit-to-stand test for measuring performance of lower extremity muscles. *Percept Mot Skills* 1995;80:163-6. DOI: <http://dx.doi.org/10.2466/pms.1995.80.1.163>
- Provencher MT, Handfield K, Boniquit NT, Reiff SN, Sekiya JK, Romeo AA. Injuries to the pectoralis major muscle: diagnosis and management. *Am J Sports Med* 2010;38:1693-705. DOI: <http://dx.doi.org/10.1177/0363546509348051>
- Mert T, Gunes Y, Guven M, Gunay I, Ozcengiz D. Effects of calcium and magnesium on peripheral nerve conduction. *Pol J Pharmacol* 2003;55:25-30. PMID: 12856822

33. Mitch WE, Remuzzi G. Diets for patients with chronic kidney disease, should we reconsider? *BMC Nephrol* 2016;17:80. PMID: 27401192
34. Koefoed M, Kromann CB, Juliussen SR, Hvidtfeldt D, Ekelund B, Frandsen NE, et al. Nutritional Status of Maintenance Dialysis Patients: Low Lean Body Mass Index and Obesity Are Common, Protein-Energy Wasting Is Uncommon. *PLoS One* 2016;11:e0150012. DOI: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0150012>
35. Sabatino A, Regolisti G, Karupaiah T, Sahathevan S, Sadu Singh BK, Khor BH, et al. Protein-energy wasting and nutritional supplementation in patients with end-stage renal disease on hemodialysis. *Clin Nutr* 2017;36:663-71.