

# Repercussões da insuficiência renal crônica na capacidade de exercício, estado nutricional, função pulmonar e musculatura respiratória de crianças e adolescentes

Consequences of chronic renal insufficiency on the exercise capacity, nutritional status, pulmonary function and respiratory musculature of children and adolescents

Coelho CC<sup>1,2</sup>, Aquino ES<sup>2</sup>, Lara KL<sup>2</sup>, Peres TM<sup>2</sup>, Barja PR<sup>1</sup>, Lima EM<sup>3</sup>

## Resumo

**Objetivo:** Avaliar a capacidade funcional, função pulmonar, musculatura respiratória e estado nutricional de crianças e adolescentes portadores de insuficiência renal crônica (IRC) em tratamento conservador. **Métodos:** Este estudo foi realizado com 30 voluntários, divididos em dois grupos: Portadores de IRC em tratamento conservador (Grupo IRC) e grupo sem comprometimento da função renal (Grupo Controle). Os voluntários foram submetidos à avaliação fisioterapêutica, espirometria, avaliação de força e resistência da musculatura respiratória, do estado nutricional e da capacidade funcional. Para a análise dos dados, foi utilizado o teste de Mann-Whitney com nível de significância de 5%. **Resultados:** No Grupo IRC, o índice de Tiffeneau foi significativamente menor ( $p=0,003$ ). Em relação à função muscular respiratória, os valores de pressão expiratória máxima foram menores ( $p=0,010$ ) e os valores do tempo do teste de resistência, maiores ( $p=0,003$ ). Na avaliação funcional, as variáveis que diferiram estatisticamente foram: menor distância caminhada ( $p<0,001$ ) e maior pressão arterial média ( $p<0,001$ ); frequência respiratória final ( $p<0,001$ ) e escala de Borg ( $p=0,048$ ). Quanto ao estado nutricional, todas as variáveis, estatisticamente significativas, foram menores. **Conclusões:** Crianças e adolescentes portadores IRC, em tratamento conservador, podem apresentar alterações importantes da capacidade funcional, musculatura respiratória e estado nutricional.

**Palavras-chave:** insuficiência renal crônica; criança; adolescente.

## Abstract

**Objective:** To evaluate functional capacity, pulmonary function, respiratory musculature and nutritional status among children and adolescents with chronic renal insufficiency (CRI) undergoing conservative treatment. **Methods:** This study was conducted with 30 volunteers, divided into two groups: a group of children and adolescents with CRI undergoing conservative therapy (CRI Group) and a group without renal disease (Control Group). The volunteers underwent physical therapy evaluation, spirometry, strength and resistance tests on their respiratory musculature, nutritional status evaluation and functional capacity assessment. The data were analyzed using the Mann-Whitney test with a significance level of 5%. **Results:** The Tiffeneau index was significantly lower in the CRI Group ( $p=0.003$ ). In relation to respiratory muscle function, the maximum expiratory pressure values were lower ( $p=0.010$ ) and the time values of the resistance test were greater ( $p=0.003$ ). In the functional assessment, the variables that differed statistically were: lower distance walked ( $p<0.001$ ), greater mean arterial pressure ( $p<0.001$ ), final respiratory rate ( $p<0.001$ ) and Borg scale ( $p=0.048$ ). Regarding nutritional status, all the statistically significant variables were lower. **Conclusions:** Children and adolescents with CRI undergoing conservative treatment may present significantly impaired functional capacity, respiratory musculature and nutritional status.

**Key words:** chronic renal insufficiency; children; adolescent.

Recebido: 28/7/2006 – Revisado: 20/08/2007 – Aceito: 2/10/2007

<sup>1</sup>Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento, Universidade do Vale do Paraíba (Univap) – São José dos Campos (SP), Brasil

<sup>2</sup>Departamento de Ciências Biológicas, Ambientais e da Saúde, Centro Universitário de Belo Horizonte (Uni-BH) – Belo Horizonte (MG), Brasil

<sup>3</sup>Departamento de Nefrologia Pediátrica, Hospital das Clínicas, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) – Belo Horizonte (MG), Brasil

Correspondência para: Cristiane Cenachi Coelho, Avenida Professor Mário Werneck, 2.368/703, Buritis, CEP 30575-180, Belo Horizonte (MG), Brasil, e-mail: cccoelho@terra.com.br

## Introdução

A insuficiência renal crônica (IRC) caracteriza-se pela destruição progressiva e irreversível de estruturas renais<sup>1</sup>. O sistema respiratório sofre alterações no *drive* respiratório, mecânica pulmonar, função muscular e troca gasosa<sup>2-4</sup>. Essa disfunção pulmonar pode ser resultado direto da circulação de toxinas ou, indiretamente, do excesso de volume devido ao aumento de líquido corporal circulante, anemia, supressão imunológica, drogas e nutrição deficiente<sup>5-7</sup>.

Em relação à estrutura muscular esquelética de pacientes com IRC, as anormalidades fisiológicas são freqüentes, tendo como principais sinais: fadiga, fraqueza muscular e baixa tolerância ao exercício<sup>4-8</sup>. Em relação à fraqueza muscular respiratória, as medidas de pressões respiratórias máximas podem auxiliar no diagnóstico e na intervenção terapêutica destes pacientes<sup>8</sup>. Quanto à atividade física, a avaliação pode ser realizada por meio de testes de esforço específicos<sup>9,10</sup>. O teste de caminhada de 6 minutos (TC6) é um destes testes, que reflete de forma bastante fidedigna a prática de atividades funcionais de vida diária<sup>11</sup>.

Tanto a fraqueza muscular quanto o de tratamento da IRC provocam alterações na função respiratória. O tratamento conservador (terapia de reposição) consiste em um método de prevenção ou retardo da deterioração da função renal remanescente e auxilia o organismo na compensação do distúrbio existente antes da opção pela terapia dialítica ou transplante<sup>12</sup>.

Por não haver consenso na literatura quanto ao grau de comprometimento funcional e da musculatura respiratória em crianças com IRC, o objetivo deste estudo foi avaliar o comprometimento da função pulmonar, da capacidade funcional e do estado nutricional de crianças e adolescentes portadores de IRC em tratamento conservador, e comparar com crianças e adolescentes sem comprometimento da função renal.

## Materiais e Métodos

### Voluntários

Este estudo foi iniciado após a aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) conforme o parecer número ETIC 571/04 e ETIC 572/04, e após consentimento livre esclarecido, por escrito, dos responsáveis legais pelos voluntários. Foram incluídos 30 voluntários, divididos em dois grupos: grupo de crianças e adolescentes portadores de IRC em tratamento conservador (Grupo IRC), ou seja, indivíduos com prescrição de modificações dietéticas, medicação diurética e anti-hipertensiva, além de reposição eletrolítica; e grupo de crianças e adolescentes sem comprometimento da função renal (Grupo Controle).

Foram avaliados voluntários com idade entre seis e 16 anos, agrupados de acordo com idade e sexo. Para evitar interferências em razão da diferença na faixa etária, os resultados foram pareados de acordo com idade e sexo. Os portadores de IRC foram selecionados a partir do diagnóstico clínico e laboratorial de IRC. Foram excluídos os voluntários instáveis hemodinamicamente, portadores de doenças pulmonares ou cardíacas recentes ou crônicas, em uso de drogas que afetassem a função e/ou a força dos músculos respiratórios, com sintomas de uremia grave, disfunções neuromusculares, osteoarticulares, dificuldade de entendimento e realização dos testes propostos, ou que se recusaram a participar do estudo<sup>1-3</sup>.

Para o Grupo Controle, foram selecionados voluntários sem comprometimento da função renal, confirmado pelo teste de urinalise. Os critérios de exclusão foram os mesmos do Grupo IRC.

### Métodos de avaliação

Os voluntários foram submetidos à avaliação fisioterapêutica padronizada. Em seguida, foi realizado o teste de prova de função pulmonar (espirometria), avaliação da força e resistência da musculatura respiratória, do estado nutricional e da capacidade funcional. Cada avaliação foi realizada por quatro examinadores independentes que eram cegos em relação ao grupo dos voluntários.

A espirometria foi realizada com o uso de um espirômetro computadorizado de acordo com as diretrizes propostas pela ATS/ERS<sup>13</sup>. Foram avaliados: capacidade vital forçada (CVF), volume expiratório forçado de primeiro segundo (VEF<sub>1</sub>) e índice de Tiffeneau (VEF<sub>1</sub>/CVF). Os valores foram expressos em valores absolutos e percentagem do previsto<sup>14</sup>.

A capacidade funcional foi avaliada pelo TC6, de acordo com as diretrizes propostas pela ATS<sup>11</sup>. Foram mensuradas a freqüência respiratória (f), pressão arterial (PA), freqüência cardíaca (FC) e oximetria de pulso (SpO<sub>2</sub>) no início e ao final do teste. O índice de dispnéia de esforço foi avaliado por meio da escala de Borg. O objetivo de avaliar estas variáveis foi para verificar possíveis alterações no sistema cardiopulmonar em decorrência do teste. Durante toda a caminhada, houve monitorização constante da FC pelo uso de um freqüencímetro e da SpO<sub>2</sub> pelo uso da oximetria (Nonin Onyx®, modelo 9500). Os voluntários realizaram pelo menos dois TC6 e a diferença das distâncias percorridas entre os testes não deveria ultrapassar 10%.

Como indicador de força dos músculos respiratórios, foram avaliadas as pressões inspiratória (PI<sub>máx</sub>) e expiratória (PE<sub>máx</sub>) máximas de acordo com o método proposto por Black e Hyatt<sup>15</sup>. As pressões foram medidas com o manovacuômetro analógico (Gerar®, 0 ± 300cmH<sub>2</sub>O). Na análise final, foi considerado o maior valor medido, sendo que a diferença entre os dois

maiores valores não deveria ultrapassar 5%. Os valores foram expressos em porcentagem do previsto<sup>16</sup>.

Para avaliação da resistência dos músculos inspiratórios, foi utilizado o protocolo de Jong et al.<sup>17</sup>. O teste foi iniciado com uma pressão de 30% da P<sub>Imáx</sub> e, a cada dois minutos, foi acrescentado 10% da P<sub>Imáx</sub> à carga do treinador muscular. A carga máxima foi aquela que o paciente conseguiu sustentar por mais de um minuto. Antes e após o teste, foram avaliadas a FC, f, SpO<sub>2</sub> e, ao final, a escala de Borg, para verificar se o aumento da carga durante este teste poderia ser responsável por alterações cardiopulmonares e, também, se o voluntário poderia utilizar estratégias respiratórias para a manutenção de cargas mais elevadas.

Para avaliar o estado nutricional dos voluntários, foram aferidas as medidas de idade, peso e estatura. Para crianças de zero a nove anos, foram utilizados os índices antropométricos peso/idade (P/I) e estatura/idade (E/I). A referência antropométrica utilizada foi a do *National Center for Health Statistics* (NCHS), recomendada pela Organização Mundial de Saúde (OMS) e adotada pelo Ministério de Saúde do Brasil desde 1976. As crianças com peso/idade ou peso/estatura inferior a -2 desvios padrão foram classificadas como desnutridas (baixo peso) e aquelas com estatura/idade inferior a -2 desvios padrão como *deficit* estatural. Considerou-se como risco nutricional as crianças que se encontravam abaixo de 1 desvio padrão (escore Z) da média referencial. As crianças com peso/idade acima de 2 desvios padrão foram classificadas como excesso de peso. Para analisar as crianças e adolescentes de dez a 16 anos de idade, foi utilizado o índice de massa corporal (IMC) por idade (IMC/I). Atribuiu-se baixo peso as crianças com IMC/I abaixo do percentil 5 e excesso de peso acima do percentil 85<sup>18</sup>. As medidas de circunferência de braço foram feitas no membro superior não dominante, com o braço pendente e relaxado ao lado do corpo, no ponto médio entre o acrômio e o olécrano. Foram realizadas três medidas e o valor considerado válido foi a média dos dois valores mais próximos<sup>19</sup>.

## Análise estatística

Foi aplicado o teste de Kolmogorov-Smirnov para a análise de distribuição de normalidade. Para análise dos dados, foi

utilizado o teste de Mann-Whitney. Os resultados foram considerados significantes para um nível de significância de 5% com intervalo de confiança de 95%.

## Resultados

Durante o estudo, foram avaliados 36 voluntários. Destes, seis foram excluídos devido a problemas mentais (n= 2) e a distúrbios músculoesqueléticos (n= 4). Dos 30 voluntários restantes, 15 eram do Grupo IRC e 15 do Grupo Controle, sendo sete do sexo masculino e oito do sexo feminino em cada um dos grupos. A média de idade dos voluntários foi de 11,13 ± 3,35 anos. Os valores do peso corporal e altura do Grupo IRC e do Grupo Controle foram 30,93 ± 9,75kg e 38,20 ± 12,19kg e 136,33 ± 14,26cm e 146 ± 15,09cm, respectivamente.

Em relação à espirometria, o Grupo IRC apresentou valores significativamente menores do índice de Tiffeneau (VEF<sub>1</sub>/CVF), conforme a Tabela 1.

Quanto à avaliação de força dos músculos respiratórios, o Grupo IRC apresentou valores de P<sub>Emáx</sub> significativamente menores. Em relação à avaliação de resistência dos músculos inspiratórios antes, durante e após o teste, foram monitoradas a FC, f, escala de Borg e SpO<sub>2</sub>. O Grupo IRC apresentou um tempo de teste significativamente maior; porém, com f final, FC final e escala de Borg significativamente maiores. Entretanto, a carga máxima atingida nos dois grupos não foi diferente (Tabela 2).

Em relação ao TC6', a pressão arterial média (PAM), f final e escala de Borg foram significativamente maiores no Grupo IRC. Entretanto, os voluntários do Grupo IRC caminharam menos (Tabela 3).

No que diz respeito à avaliação nutricional, 53,33% dos voluntários do Grupo IRC estavam eutróficos; 26,6%, em risco nutricional; 20%, com baixo peso e baixa estatura. Já na classificação dos voluntários do Grupo Controle, 73,3% estavam eutróficos; 13,3%, em risco nutricional; 6,66%, com baixo peso e 6,6%, com excesso de peso.

Em relação à composição nutricional, 73,4% dos voluntários do Grupo IRC apresentavam depleção muscular e 26,6%

**Tabela 1.** Análise descritiva e comparativa entre os grupos quanto às medidas da espirometria.

Variável	Grupo IRC (n= 15)	Grupo Controle (n= 15)	EP (IC)	p
CVF (litros)	2,14	2,26	-0,29 (-0,77; 0,29)	0,309
CVF (% do previsto)	94,00	99,00	-2,00 (-14,00; 8,99)	0,693
VEF <sub>1</sub> (litros)	1,70	2,02	-0,30 (- 0,72; 0,14)	0,140
VEF <sub>1</sub> (% do previsto)	86,00	96,00	-10,00 (-21,00; 0,99)	0,101
VEF <sub>1</sub> /CVF (% do previsto)	91,00	98,00	-6,00 (-10,00; 2,00)	0,003

CVF: capacidade vital forçada; VEF<sub>1</sub>: volume expiratório forçado de primeiro segundo; índice de Tiffeneau (VEF<sub>1</sub>/CVF). Os valores de CVF, VEF<sub>1</sub> e VEF<sub>1</sub>/CVF estão expressos em mediana. EP e IC referem-se respectivamente à estimativa pontual e ao intervalo de confiança.

**Tabela 2.** Análise descritiva e comparativa entre os grupos quanto às medidas de força dos músculos inspiratórios (PI<sub>máx</sub>) e expiratórios (PE<sub>máx</sub>) e quanto às medidas do teste de resistência inspiratória.

Variável	Grupo IRC (n= 15)	Grupo Controle (n= 15)	EP (IC)	p
PI <sub>máx</sub> (% do previsto)	163,26	154,64	15,58 (-18,62; 47,17)	0,340
PE <sub>máx</sub> (% do previsto)	75,11	130,20	-44,08 (-71,78; -13,02)	0,010
Tempo do teste (segundos)	218,00	101,00	87,00 (36,10; 202,00)	0,003
Carga máx (cmH <sub>2</sub> O)	39,00	36,00	-1,00 (-19,99; 10,00)	0,884
f inicial (irpm)	14,00	13,00	-1,00 (-2,99; 1,00)	0,272
FC inicial (bpm)	92,00	93,00	-2,00 (-10,00; 5,00)	0,466
SpO <sub>2</sub> inicial (%)	98,20	97,53	-1,00 (-2,00; 0,00)	0,011
f final (irpm)	26,00	17,00	10,00 (5,99; 12,00)	< 0,001
FC final (bpm)	100,00	82,00	18,00 (8,00; 26,00)	0,006
SpO <sub>2</sub> final (%)	98,00	98,00	-0,00 (-1,00; 1,00)	0,945
Borg	17,00	13,00	2,00 (1,00; 5,00)	0,008

PI<sub>máx</sub>: pressão inspiratória máxima; PE<sub>máx</sub>: pressão expiratória máxima; carga máx do teste: carga máxima do teste; f: frequência respiratória; FC: frequência cardíaca; SpO<sub>2</sub>: oximetria de pulso. Os valores das variáveis são expressos em mediana. EP e IC referem-se respectivamente à estimativa pontual e ao intervalo de confiança.

encontravam-se com as reservas musculares normais. Quanto à depleção de tecido adiposo, 47% dos voluntários do grupo estavam com depleção e 53%, com as reservas normais. No Grupo Controle, 53,4% dos voluntários tinham depleção muscular, enquanto 26,6% encontravam-se com massa muscular normal. Já em relação ao tecido adiposo, 40% dos voluntários estavam com depleção, enquanto 60% apresentaram reservas normais.

Na comparação dos grupos quanto às variáveis de circunferência muscular de braço (CMB), escore Z, estatura/idade e peso/idade ocorreram diferenças significativas. Em relação ao percentil de IMC, não foram observadas diferenças significativas (Tabela 4).

## Discussão

Os resultados demonstraram uma diminuição estatisticamente significativa do índice de Tiffeneau na prova de função pulmonar dos voluntários do Grupo IRC; porém, com valores dentro dos limites de normalidade clínica. Siafakas et al.<sup>2</sup> demonstraram que pacientes portadores de IRC podem apresentar limitação ao fluxo aéreo. Segundo relatos destes autores, a redução do VEF<sub>1</sub> pode estar associada à diminuição da força muscular, que é responsável por um atraso na contração da fibra muscular<sup>2</sup>. Dujic et al.<sup>20</sup> também descrevem uma diminuição de todas as variáveis espirométricas, inclusive da CVF, e atribuem esta diminuição a uma obstrução reversível das vias aéreas e ao aprisionamento aéreo, causados pelo acúmulo de líquido próximo às pequenas vias aéreas<sup>20</sup>. Entretanto, um estudo descreve que pacientes portadores de IRC, em tratamento conservador, podem apresentar valores espirométricos dentro da normalidade, devido a maior preservação da função pulmonar<sup>12</sup>, assim como foi observado no presente estudo.

A literatura é bem clara quanto à fraqueza da musculatura respiratória ser uma das complicações da IRC<sup>21-24</sup>. Porém, a causa desta fraqueza é incerta. Sugere-se que está relacionada à deficiência de carnitidina, vitamina D e excesso de hormônio paratireoideano<sup>25,26</sup>. Também existem relatos de que seja decorrente da hipotrofia das fibras musculares tipo II e alterações da ATPase miofibrilar, causando *deficit* na utilização de energia<sup>2</sup>.

No presente estudo, foi observado que os pacientes portadores de IRC apresentaram fraqueza apenas da musculatura expiratória, mas, como estes pacientes encontravam-se em tratamento conservador, que é menos invasivo, e possuíam idade de 11,13 ± 3,35 anos – ou seja, eram pacientes jovens –, poderiam apresentar a força da musculatura inspiratória ainda preservada. Outra hipótese que poderia se referir à fraqueza da musculatura expiratória pode estar relacionada ao sedentarismo dos portadores de IRC e à mecânica respiratória, uma vez que a inspiração é um processo ativo e a expiração é passiva, os músculos expiratórios destes pacientes poderiam estar mais fracos pelo desuso<sup>27</sup>.

No teste de resistência dos músculos inspiratórios, os indivíduos do Grupo IRC conseguiram alcançar um tempo de teste significativamente maior; porém, não ocorreu diferença na carga máxima atingida entre grupos. O Grupo IRC apresentou aumento significativo da f final, sugerindo que os voluntários do Grupo IRC podem ter utilizado estratégias respiratórias como o aumento da f para conseguir tolerar as cargas impostas por um período maior de tempo. Clanton et al.<sup>26</sup> afirmaram que a medida da resistência dos músculos respiratórios é função do padrão respiratório, e alterações neste padrão podem interferir no tempo de sustentação de cargas respiratórias<sup>26</sup>. Entretanto, outros autores relatam que a diferença significativa entre a f nos testes de resistência dos músculos respiratórios não é uma variável importante no que diz respeito à carga tolerada<sup>28,29</sup>. Portanto, a literatura apresenta resultados controversos e os

**Tabela 3.** Análise descritiva e comparativa entre os dois grupos em relação à capacidade funcional avaliada por meio do teste de caminhada de 6 minutos.

Variável	Grupo IRC (n= 15)	Grupo Controle (n= 15)	EP (IC)	p
Distância (metros)	560,00	724,00	-158 (-226,00; -88,00)	< 0,001
PAM (mmHg)	96,66	83,33	13,33 (6,67; 18,33)	< 0,001
f inicial (irpm)	14,00	13,00	-1,00 (-2,99; 1,00)	0,272
f final (irpm)	30,00	15,00	15,00 (11,00; 17,00)	< 0,001
FC inicial (bpm)	92,00	93,00	-2,00 (-10,00; 5,00)	0,466
FC final (bpm)	145,00	150,00	-12,00 (-29,01; 4,00)	0,164
SpO <sub>2</sub> inicial (%)	98,00	98,00	-0,00 (-1,00; 1,00)	0,945
SpO <sub>2</sub> final (%)	97,00	96,00	-0,00 (-1,00; 2,00)	0,732
Borg	15,00	11,00	2,00 (-0,001; 4,001)	0,048

PAM: pressão arterial média; f: frequência respiratória; FC: frequência cardíaca; SpO<sub>2</sub>: oximetria de pulso. Os valores das variáveis são expressos em mediana. EP e IC referem-se respectivamente a estimativa pontual e intervalo de confiança.

**Tabela 4.** Análise descritiva e comparativa entre os grupos em relação a variáveis nutricionais.

Variável	Grupo IRC (n= 15)	Grupo Controle (n= 15)	EP (IC)	p
CMB (cm)	17,16	19,44	-2,37 (-4,54; -0,43)	0,018
Z = estatura/idade	-0,70	0,23	-1,30 (-2,19; -0,37)	0,007
Z = peso/idade	-0,86	-0,43	-0,90 (-1,89; -0,12)	0,029
Percentil IMC	24,31	20,60	0,50 (-223,33; 23,68)	0,950

CMB: circunferência muscular de braço; IMC: índice de massa corpórea. Os valores das variáveis são expressos em mediana. EP e IC referem-se respectivamente a estimativa pontual e intervalo de confiança.

achados encontrados no presente estudo não podem confirmar que os pacientes do Grupo IRC estavam com uma resistência da musculatura inspiratória melhor do que os voluntários do Grupo Controle.

Em relação ao TC6, foi observado que o Grupo IRC apresentou uma distância caminhada significativamente menor e isto foi associado a um aumento da PAM, f final, SpO<sub>2</sub> final e escala Borg, confirmando a piora na prática de atividades funcionais de vida diária, em pacientes portadores de IRC, mesmo mais jovem e em tratamento conservador. Além disso, o desempenho cardíaco, que é frequentemente anormal em indivíduos com IRC, também está presente em pacientes com faixa etária menor, causando prejuízo na prática de atividades físicas e na qualidade de vida<sup>29</sup>.

Quanto à análise nutricional, foi observado que 20% dos indivíduos do Grupo IRC estavam abaixo do peso e com baixa estatura. No Grupo Controle, apenas 6,66% dos voluntários estavam abaixo do peso, sendo que nenhum se encontrava com

baixa estatura. Observou-se também a diminuição significativa no Grupo IRC da CMB, do escore Z estatura/idade e peso/idade. Crianças com distúrbio renal comumente apresentam alteração no crescimento e no peso corporal. A má nutrição é um fator determinante na redução do crescimento destas crianças<sup>29,30</sup>. No Grupo IRC, 73,4% dos voluntários apresentavam depleção muscular comparados com 53,4% do Grupo Controle. Bark et al.<sup>23</sup> sugerem que o estado nutricional e o peso corporal podem gerar fraqueza da musculatura respiratória; sendo assim, essa pode ser mais uma das causas da fraqueza da musculatura expiratória encontrada nos voluntários no presente estudo<sup>24</sup>.

Os dados encontrados neste estudo indicam que pacientes com IRC podem apresentar diminuição do desempenho funcional e prejuízo na prática de atividades físicas. Portanto, estes achados contribuem para uma melhor opção terapêutica, otimizando o tratamento clínico e auxiliando profissionais em suas intervenções.

## Referências bibliográficas

1. Prezant DJ. Effect of uremia and its treatment on pulmonary function. *Lung*. 1990;168(1):1-14.
2. Siafakas NM, Argyrakopoulos T, Andreopoulos K, Tsoukalas G, Tzanakis N, Bouros D. Respiratory muscle strength during continuous ambulatory peritoneal dialysis (CAPD). *Eur Respir J*. 1995;8(1):109-13.
3. Pierson DJ. Respiratory considerations in patients with renal failure. *Respir Care*. 2006;51(4):413-22.
4. Gómez-Fernández P, Sánchez Agudo L, Calatrava JM, Escuin F, Selgas R, Martínez ME, et al. Respiratory muscle weakness in uremic patients under continuous ambulatory peritoneal dialysis. *Nephron*. 1984;36(4):219-23.
5. Paul K, Mavridis G, Bronzel KE, Shärer K. Pulmonary function in children with chronic renal failure. *Eur J Pediatr*. 1991;150(11):808-12.
6. Weiner P, Zidan F, Zonder HB. Hemodialysis treatment may improve inspiratory muscle strength and endurance. *Isr J Med Sci*. 1997;33(2):134-8.

7. Sala E, Noyszewski EA, Campistol JM, Marrades RM, Dreha S, Torregrossa JV, et al. Impaired muscle oxygen transfer in patients with chronic renal failure. *Am J Physiol Regulatory Integrative Comp Physiol*. 2001;280(4):R1240-8.
8. Wagener JS, Hibbert ME, Landau LI. Maximal respiratory pressures in children. *Am Rev Respir Dis*. 1984;129(5):873-5.
9. Ulmer HE, Greiner H, Schüler HW, Schärer K. Cardiovascular impairment and physical working capacity in children with chronic renal failure. *Acta Paediatr Scand*. 1978;67(1):43-8.
10. Feber J, Dupuis JM, Chapuis F, Brailion P, Jocteur-Monrozier D, Daudet G, et al. Body composition and physical performance in children after renal transplantation. *Nephron*. 1997;75(1):13-9.
11. Crapo RO, Casaburi R, Coates AL, Enright PL, MacIntyre NL, McKay RT, et al. ATS Statement: Guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002;166(1):111-7.
12. Bush A, Gabriel R. Pulmonary function in chronic renal failure: effects of dialysis and transplantation. *Thorax*. 1991;46(6):424-8.
13. Miller MR, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, Coates A, et al. Standardization of spirometry. *Eur Respir J*. 2005;26(2):319-38.
14. Pereira CAC, Barreto SP, Simões JP, Pereira FWL, Gerstler JG, Nakatani J. Valores de referência para espirometria em uma amostra da população brasileira adulta. *J Pneumol*. 1992;18(1):10-22.
15. Black LF, Hyatt RE. Maximal respiratory pressures: normal values and relationship to age and sex. *Am Rev Respir Dis*. 1969;99(5):696-702.
16. Schmidt R, Donato CRFD, Valle PHC, Costa D. Avaliação da força muscular respiratória em crianças e adolescentes. *Práxis V*. 1999;1:41-54.
17. de Jong W, van Aalderen WMC, Kraan J, Koëter GH, van der Schans CP. Inspiratory muscle training in patients with cystic fibrosis. *Respir Med*. 2001;95(1):31-6.
18. National Center for Health Statistics [homepage na Internet]. Atlanta: Centers for Disease Control and Prevention, Inc.; c2000 [atualizada em 2007 Out 19; acesso em 2007 Out 22]. Disponível em: <http://www.cdc.gov/growthcharts>
19. Lebzelter J, Klainman E, Yarmolovsky A, Sulkes J, Fink-Krelbaum T, Kramer MR, et al. Relationship between pulmonary function and unsupported arm exercise in patients with COPD. *Monaldi Arch Chest Dis*. 2001;54(4):309-14.
20. Dujic Z, Tocilj J, Ljutić D, Eterović D. Effects of hemodialysis and anemia on pulmonary diffusing capacity, membrane diffusing capacity and capillary blood volume in uremic patients. *Respiration*. 1991;58(5-6):277-81.
21. Floyd M, Ayyar DR, Barwick DD, Hudgson P, Weightman D. Myopathy in chronic renal failure. *Q J Med*. 1974;43(172):509-24.
22. Lazaro RP, Kirshner HS. Proximal muscle weakness in uremia. *Arch Neurol*. 1980;37(9):555-8.
23. Bark H, Heimer D, Chaimovitz C, Mostoslavski M. Effect of chronic renal failure on respiratory muscle strength. *Respiration*. 1988;54(3):153-61.
24. Quintanilla AP, Sahgal V. Uremic myopathy. *Int J Artif Organs*. 1984;7(50):239-42.
25. Saiki JK, Varizi ND, Naeim F, Meshkinpour H. Dialysis-induced changes in muscle strength. *J Dial*. 1980;4(4):191-201.
26. Clanton TL, Dixon GF, Drake J, Gadek JE. Effects of breathing pattern on inspiratory muscle endurance in humans. *J Appl Physiol*. 1985;59(6):1834-41.
27. Rochester DF. Test of respiratory muscle function. *Clin Chest Med*. 1988;9(2):249-61.
28. Martyn JB, Moreno RH, Pare PD, Pardy RL. Measurement of inspiratory muscle performance with incremental threshold loading. *Am Rev Respir Dis*. 1987;135(4):919-23.
29. Wingen AM, Mehls O. Nutrition in children with preterminal chronic renal failure. Myth or important therapeutic aid? *Pediatric Nephrol*. 2002;17(2):111-20.
30. Adey D, Kumar R, McCarthy JT, Nair KS. Reduced synthesis of muscle proteins in chronic renal failure. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 2000;278(2):E219-25.