

## **Força muscular inspiratória e função pulmonar em pacientes com insuficiência cardíaca crônica e apneia obstrutiva do sono**

**Inspiratory muscle strength and lung function in patients with heart failure and obstructive sleep apnea**

**Fuerza de los músculos inspiratorios y función pulmonar en pacientes con insuficiencia cardíaca crónica y apnea obstructiva del sueño**

Recebido: 01/09/2021 | Revisado: 13/09/2021 | Aceito: 21/09/2021 | Publicado: 23/09/2021

### **João Guilherme Chaves Parizotto**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2554-930X>

Universidade de Cruz Alta, Brasil  
Universidade Regional do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil  
E-mail: joaoguilherme\_chaves@hotmail.com

### **Francine Manara Bortagarai**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0754-4559>

Fisioterapeuta. Santa Maria, Brasil  
E-mail: fbortagarai@hotmail.com

### **Paulo Ricardo Moreira**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3001-1988>

Universidade de Cruz Alta, Brasil  
E-mail: pmoreira@unicruz.edu.br

### **João Carlos Donadussi**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0350-8577>

Hospital São Vicente de Paulo, Brasil  
E-mail: joaodonadussi@gmail.com

### **Cintia da Silva Medeiros**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7519-504X>

Hospital São Vicente de Paulo, Brasil  
E-mail: cintiasmed@yahoo.com.br

### **Sérgio Nunes Pereira**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2885-6786>

Hospital Universitário de Santa Maria, Brasil  
E-mail: sergio.nunespereira@gmail.com

### **Camila de Mendonça Krebs**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9259-0663>

Hospital Universitário de Santa Maria, Brasil  
E-mail: camilakrebs@hotmail.com

### **Adriane Schmidt Pasqualoto**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7869-7667>

Universidade Federal de Santa Maria, Brasil  
E-mail: adriane.pasqualoto@ufsm.br

### **Isabella Martins De Albuquerque**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7256-1881>

Universidade Federal de Santa Maria, Brasil  
E-mail: albuisa@gmail.com

### **Carine Cristina Callegaro**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9482-5457>

Universidade Federal de Santa Maria, Brasil  
E-mail: carine.callegaro@ufsm.br

### **Resumo**

**Objetivo:** Avaliar a força dos músculos inspiratórios e a função pulmonar em pacientes com insuficiência cardíaca crônica (ICC) e apneia obstrutiva do sono (AOS). **Métodos:** Estudo transversal com 18 participantes com ICC (12 homens) apresentando fração de ejeção do ventrículo esquerdo (FEVE) reduzida (< 51% para homens e < 53% para mulheres), acometidos por AOS (leve a grave) diagnosticada através do exame de polissonografia portátil. A força muscular inspiratória foi mensurada pela determinação da pressão inspiratória máxima (P<sub>imáx</sub>) através de manovacuometria e comparado aos valores preditos para o sexo e idade. A capacidade vital forçada (CVF), volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF<sub>1</sub>) e índice de tiffenau (CVF/VEF<sub>1</sub>) foram mensurados através de um espirômetro computadorizado e foram comparados aos valores preditos. **Resultados:** A força muscular inspiratória dos

pacientes com ICC e AOS ( $109 \pm 29$  cmH<sub>2</sub>O) encontrou-se preservada em comparação aos valores preditos para o sexo e idade ( $100 \pm 13$ cmH<sub>2</sub>O;  $p= 0,22$ ). Ambos, CVF e VEF<sub>1</sub> encontraram-se diminuídos em relação aos valores preditos ( $p= 0,001$ ). *Conclusões:* Pacientes com ICC e AOS apresentaram força muscular inspiratória preservada e função pulmonar diminuída em relação aos valores de referência.

**Palavras-chave:** Síndromes da apneia do sono; Insuficiência cardíaca; Músculos respiratórios; Testes de função respiratória.

### Abstract

*Aim:* Assessing inspiratory muscle strength and lung function in patients with chronic heart failure (CHF) and obstructive sleep apnea (OSA). *Methods:* Cross-sectional study carried out with 18 CHF participants (12 men) who presented reduced left ventricular ejection fraction (LVEF) ( $< 51\%$  for men and  $< 53\%$  for women), and who also had OSA (from light to severe), which was diagnosed through portable polysomnography exam. Inspiratory muscle strength was measured by determining the maximum inspiratory pressure (Ipmax) through manovacuometry; it was compared to values predicted by sex and age. Forced vital capacity (FVC), forced expiratory volume in one second (FEV1) and tiffenau index (FVC/FEV1) were measured in computerized spirometer; they were compared to predicted values. *Results:* Inspiratory muscle strength of CHF and OSA ( $109 \pm 29$  cmH<sub>2</sub>O) patients was preserved in comparison to values predicted by sex and age ( $100 \pm 13$ cmH<sub>2</sub>O;  $p= 0.22$ ). Both, CVF and VEF<sub>1</sub> recorded lower values in comparison to the predicted ones ( $p= 0.001$ ). *Conclusions:* CHF and OSA patients presented preserved inspiratory muscle strength and reduced lung function in comparison to reference values.

**Keywords:** Sleep Apnea Syndromes; Heart Failure; Respiratory Muscles; Respiratory Function Tests.

### Resumen

*Objetivo:* Evaluar la fuerza de los músculos inspiratorios y la función pulmonar en pacientes con insuficiencia cardíaca crónica (ICC) y apnea obstructiva del sueño (AOS). *Métodos:* Estudio transversal con 18 participantes con ICC (12 hombres) presentaron fracción de eyección del ventrículo izquierdo (FEVI) reducida ( $< 51\%$  para los hombres y  $< 53\%$  para las mujeres), afectado por AOS (leve a grave) diagnosticado mediante polisomnografía portátil. La fuerza muscular inspiratoria fue medida por la determinación de la presión inspiratoria máxima (Pimáx) por manovacuometría y comparado con los valores predichos para el sexo y la edad. La capacidad vital forzada (CVF), el volumen espiratorio forzado en el primer segundo (VEF<sub>1</sub>) y el índice de tiffenau (CVF/VEF<sub>1</sub>) se midieron utilizando un espirómetro computarizado y se compararon con los valores predichos. *Resultados:* Se preservó la fuerza muscular inspiratoria de los pacientes con ICC y AOS ( $109 \pm 29$  cmH<sub>2</sub>O) en comparación con los valores predichos para sexo y edad ( $100 \pm 13$ cmH<sub>2</sub>O;  $p= 0,22$ ). Tanto la CVF como la VEF<sub>1</sub> fueron disminuidas en relación con los valores predichos ( $p= 0,001$ ). *Conclusiones:* Los pacientes con ICC y AOS presentaron fuerza muscular inspiratoria preservada y disminución de la función pulmonar con relación a los valores de referencia.

**Palabras clave:** Síndromes de apnea del sueño; Insuficiencia cardíaca; Músculos respiratorios; Pruebas de función respiratoria.

## 1. Introdução

A apneia obstrutiva do sono (AOS) é um distúrbio respiratório caracterizado por eventos recorrentes de obstrução parcial (hipopneia) ou completa (apneia) da via aérea superior (VAS) com duração igual ou superior a 10 segundos durante o sono (American Academy of Sleep Medicine, 2014). O colapso da VAS aumenta a carga resistiva inspiratória e causa hipoxemia intermitente, bem como frequentes despertares (Kapoor et al., 2017).

Alguns estudos apontam que o esforço inspiratório repetitivo contra uma via aérea obstruída pode prejudicar a força dos músculos inspiratórios em pacientes com AOS (Chien et al., 2010; Rehling et al., 2017). Em contrapartida, em dois estudos a força desse grupo muscular não diferiu em pacientes apneicos comparado aos controles saudáveis sem apneia (Shepherd et al, 2006; Tassinari et al., 2016).

A prevalência de distúrbios respiratórios do sono mostra-se elevada em pacientes com insuficiência cardíaca crônica (ICC) (Sakar et al., 2018), sendo que a AOS acomete de 12% à 53 % dos indivíduos com ICC (kasai & Bradley, 2011). Nessa população, a força muscular inspiratória poderia encontrar-se reduzida, em decorrência dos eventos de hipóxia repetitivos causados pela AOS. A hipóxia intermitente crônica reduz a força muscular diafragmática em estudo com modelo animal (Shortt et al., 2014). Alternativamente, os esforços inspiratórios repetidos contra a via aérea ocluída poderia aumentar a força muscular inspiratória em pacientes com ICC e AOS.

Embora os pulmões também estejam sob carga oxidativa causada pela hipóxia intermitente crônica, tem havido pouca atenção sobre o papel das vias aéreas intratorácicas (Bikov, Losonczy & Kunos, 2017). Logo, se faz necessário investigar a função pulmonar, uma vez que há poucas pesquisas em pacientes com AOS (Tassinari et al., 2016). Vários estudos sugerem que a redução no volume pulmonar pode agravar tanto a AOS (Bikov, Losonczy & Kunos, 2017; Carvalho et al., 2018; Santos et al., 2018; Tassinari et al., 2016) quanto a ICC (Forgiarini et al., 2007; Johnson et al. 2001; Joho et al., 2017), o que prediz piores desfechos aos pacientes.

Porém os efeitos da AOS sobre a função pulmonar ainda não estão totalmente compreendidos (Tassinari et al., 2016), uma vez que a CVF, VEF1 e CVF/FEF1 podem encontrar-se reduzidos em apneicos obesos (Carvalho et al., 2018), a redução do VEF1 pode estar associada a risco aumentado de AOS grave ou a fatores protetivos (valores menores que 60% do previsto) (Santos et al., 2018), mas também podem estar com os valores dentro da normalidade, conforme averiguado em pacientes apneicos eutróficos (Tassinari et al., 2016).

Assim como o impacto da ICC estável na função pulmonar permanece controverso (Johnson et al., 2001). As influências de confusão incluem estabilidade da doença, cirurgia prévia de revascularização do miocárdio ou cirurgia valvar, história de tabagismo e de obesidade (Johnson et al., 2001). No entanto, alguns estudos reportam valores de VEF1 e CVF piores entre os indivíduos na classe funcional NYHA III (Forgiarini et al., 2007; Johnson et al., 2001).

Até o momento nenhum estudo de nosso conhecimento investigou a força da musculatura inspiratória e a função pulmonar em pacientes apneicos com ICC. Sendo assim, o objetivo do estudo foi avaliar a força muscular inspiratória e a função pulmonar em indivíduos com ICC e AOS em relação aos valores preditos para o sexo e idade.

## 2. Metodologia

Esse estudo transversal foi desenvolvido no período de março de 2016 a setembro de 2018. Participaram do estudo 18 pacientes com diagnóstico de ICC por disfunção sistólica e AOS. Os pacientes foram recrutados através dos registros das avaliações contidas em prontuário hospitalar ou encaminhados por médicos cardiologistas. Foram incluídos no estudo indivíduos de ambos os sexos, na faixa etária entre 30 e 70 anos, com ICC sistólica, diagnosticada por ecocardiograma (fração de ejeção do ventrículo esquerdo (FEVE) menor que 51% para indivíduos do sexo masculino e menor de 53% para indivíduos do sexo feminino) (Lang et al., 2015), que estavam clinicamente estáveis, em classe funcional da NYHA I, II e III, sem alterações na medicação nos últimos 3 meses, e que apresentaram AOS no exame de poligrafia respiratória portátil, com índice de apneia e hipopneia (IAH) maior que 5 eventos/hora. Foram excluídos do estudo os pacientes que apresentaram angina instável, fibrilação atrial, infarto agudo do miocárdio ou cirurgia cardíaca recente (< 6 meses), doença metabólica crônica, doença infecciosa, doença neuromuscular, fumantes ativos, e em tratamento com pressão positiva contínua nas vias aéreas.

O estudo foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa para seres humanos da Universidade de Cruz Alta (CAAE: 25471413.7.0000.5322). Todos os pacientes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) e passaram por avaliação cardiológica para participar do estudo.

Com o intuito de diagnóstico de AOS, os pacientes foram submetidos a monitorização portátil (Stardust II, Philipis Respironics, Pennsylvania, USA), utilizando um monitor com um sensor de posição e de movimentos respiratórios posicionado no abdômen, uma cânula nasal e um oxímetro de pulso posicionado no dedo médio. O teste foi realizado em casa, sendo os indivíduos treinados previamente para vestir e ligar o equipamento, e recolocar os sensores em caso de perda de sinal, além de manipularem o monitor caso fosse necessário levantar-se durante a noite. Foram recomendados a dormir com o monitor por pelo menos 7 horas contínuas no período da noite, além de não realizar atividade física e ingestão de bebidas alcoólicas. Os indivíduos diagnosticados com apneia do sono deveriam apresentar índice de apneia e hipopneia (IAH) de no

mínimo  $\geq 5$  eventos por hora de sono (American Academy of Sleep Medicine, 2014). Os critérios de definição de apneia foram: IAH 5-14 eventos/hora considerado apneia leve, IAH 15-29 eventos/hora considerado apneia moderada, e IAH  $\geq 30$  eventos/hora, considerado apneia grave (American Academy of Sleep Medicine, 2014). A análise da monitorização portátil foi realizada através do software Stardust Host versão 2.0.22 por um avaliador treinado para a interpretação do exame, segundo os critérios da American Academy of Sleep Medicine (Berry et al., 2012). A monitorização portátil em casa encontra-se previamente validada (de Oliveira et al., 2009).

A força muscular inspiratória foi determinada pela mensuração da pressão inspiratória máxima (Pimáx) através de um transdutor de pressão (MVD300V.1.1 Microhard System, Globalmed, Porto Alegre, Brasil) conectado a um sistema composto por filtro bacteriológico e duas válvulas unidirecionais (DHD Inspiratory Muscle Trainer, Chicago, Illinois) acopladas a um bucal. Os pacientes foram orientados a inspirar profundamente a partir do volume residual contra um circuito ocluído, mas com um pequeno escape de ar (2 mm). As manobras foram repetidas 12 vezes com o objetivo de encontrar 6 medidas com variação menor que 10%. O maior valor obtido foi utilizado como Pimáx (Belén, 2002; Callegaro et al., 2010). Os valores de referência para Pimáx foram calculados usando-se as equações de Neder et al (1999).

A avaliação da função pulmonar (CVF e o VEF1) foi realizada através de um espirômetro computadorizado (Espirômetro FE141, Adinstruments, Sidney Austrália), conforme recomendações da American Thoracic Society (Belén, 2002). O espirômetro foi calibrado antes de cada teste. Os pacientes foram mantidos em repouso por 15 minutos na posição sentada. Após, as manobras foram explicadas e demonstradas para os pacientes. Usando um clip nasal, para evitar vazamento de ar, os pacientes foram orientados a realizar a manobra em um bucal conectado a um sistema composto por um espirômetro, acoplado a um filtro bacteriológico. A manobra foi realizada a partir de uma inspiração abrupta seguida de uma expiração forçada. Foram observados a pausa pós-inspiratória e o tempo expiratório forçado, o primeiro não devendo ser mais do que 3 segundos e o segundo não devendo ser menos de 6 segundos. Após, foram examinados os dados de todas as manobras, sendo selecionada a manobra com maiores valores para CVF e VEF1. As manobras foram repetidas até 8 vezes por paciente, caso os resultados não fossem reprodutíveis, o teste era suspenso (Pereira, 2002). Os valores foram comparados com os valores preditos, conforme Pereira (2002).

Para a análise estatística foi utilizado o programa Statistical Package for the Social Sciences (SPSS; versão 22). Estão apresentados os dados em média e desvio-padrão. Foi verificada a normalidade da distribuição dos dados através do teste Kolmogorov-Smirnov. As avaliações da função muscular inspiratória e função pulmonar de pacientes com AOS e ICC foram comparados aos valores de referência para a idade e sexo através de teste t de Student para amostras independentes. A associação entre variáveis foi testada por correlação linear de Pearson e considerado como significativo  $p < 0,05$ .

### 3. Resultados

A Tabela 1 apresenta a caracterização da amostra. Foram avaliados 18 pacientes, sendo 12 homens (66,7%) e 6 mulheres (33,3%), com média de idade de  $58 \pm 5$  anos, FEVE de  $36 \pm 9$  %, média de índice de massa corporal (IMC) de  $27 \pm 3$  kg/m<sup>2</sup>, sendo 22,2% (n=4) eutróficos, 61,1% (n=11) classificados com sobrepeso, e 16,7% (n=3) com obesidade grau 1.

Com relação a AOS, o IAH médio foi de  $28 \pm 15$  eventos/hora. A maioria dos pacientes encontraram-se em estágio grave da doença (45%), seguido por estágio leve (33%) e moderado (22%) consecutivamente. Os homens apresentaram maior gravidade de apneia do sono ( $32 \pm 15$  eventos/hora) do que as mulheres ( $16 \pm 12$  eventos/hora;  $p = 0,01$ ). Todos os pacientes apresentaram AOS e destes apenas dois (11%) apresentaram predominância de apneia central.

**Tabela 1** – Características da amostra.

Variáveis	ICC (n=18)
Sexo masculino (%)	12 (66,7)
Idade (anos)	58 ± 5
Peso (Kg)	78 ± 11
Altura (m)	1,69 ± 0,1
IMC (Kg/cm <sup>2</sup> )	27 ± 3
FEVE (%)	36 ± 9
IAH (eventos/hora)	118 ± 14
PAS (mm/hg)	28 ± 15
PAD (mm/hg)	80 ± 11
FC (bpm)	70 ± 9
Medicamentos	
Beta-bloqueadores (%)	83,3
Diuréticos (%)	66,6
Estatinas (%)	77,7
Anticoagulantes (%)	72,2
I-ECA (%)	61,1

Dados apresentados em média, desvio padrão ou percentual. IMC: índice de massa corporal; FEVE: fração de ejeção do ventrículo esquerdo; PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica; FC: frequência cardíaca. I-ECA: inibidor da enzima conversora da angiotensina. Fonte: Autores.

O IAH não obteve correlação significativa com FEVE ( $r = -0,31$ ;  $p = 0,21$ ), IMC ( $r = 0,39$ ;  $p = 0,10$ ), CVF ( $r = 0,04$ ;  $p = 0,84$ ), VEF<sub>1</sub> ( $r = -0,02$ ;  $p = 0,93$ ), CVF/ VEF<sub>1</sub> ( $r = -0,25$ ;  $p = 0,30$ ) e força muscular inspiratória ( $r = 0,16$ ;  $p = 0,51$ ), mas obteve tendência de associação direta com a idade ( $r = 0,45$ ;  $p = 0,05$ ).

Na Tabela 2 são apresentados os dados das variáveis relacionadas à força muscular inspiratória e função pulmonar. A média da Pimáx encontrada nos pacientes não diferiu significativamente dos valores preditos pela equação de Neder et al. (1999) ( $p = 0,22$ ).

**Tabela 2** - Variáveis respiratórias

	Valores aferidos	Valores preditos	P
<b>Pimáx (cmH<sub>2</sub>O)</b>	109 ± 29	100 ± 13	0,22
<b>CVF (L)</b>	2,9 ± 0,9	3,9 ± 0,6	0,001*
<b>VEF<sub>1</sub> (L)</b>	2,4 ± 0,8	3,1 ± 0,5	0,003*
<b>CVF/VEF<sub>1</sub> (L)</b>	80,7 ± 8,9	79,2 ± 1,2	0,51

Dados apresentados em média e desvio padrão. Pimáx: pressão inspiratória máxima; CVF: capacidade vital força; VEF<sub>1</sub>: volume expiratório forçado no primeiro segundo; CVF/ VEF<sub>1</sub>: razão entre capacidade vital forçada e volume expiratório forçado no primeiro segundo. Fonte: Autores.

Entretanto, a CVF foi menor nos indivíduos deste estudo em relação aos valores de referência. Do mesmo modo ocorreu com o VEF<sub>1</sub> que foi menor em comparação aos valores de referência. O índice de tiffenau (CVF/VEF<sub>1</sub>) obtido nos pacientes com ICC não diferiu dos valores preditos ( $p=0,51$ ).

A força muscular inspiratória mostrou associação direta com CVF ( $r=0,51$ ;  $p=0,02$ ) e VEF<sub>1</sub> ( $r=0,52$ ;  $p=0,02$ ), mas não houve correlação entre Pimáx e CVF/VEF<sub>1</sub> ( $r=0,13$ ;  $p=0,59$ ).

#### 4. Discussão

Neste estudo, pacientes acometidos por ICC e AOS apresentaram redução da função pulmonar, apesar da força muscular inspiratória estar preservada, de acordo com as equações de Neder et al (1999).

Em relação à força muscular inspiratória, nossos achados contrastam com alguns estudos prévios que sugerem a presença de fraqueza dos músculos inspiratórios em indivíduos com apneia grave (Chien et al., 2010), em obesos com apneia moderada a grave (Carvalho et al., 2018) e em apneicos com diabetes mellitus tipo 2 (Rehling et al., 2017). A explicação hipotética desses autores é que o uso excessivo do diafragma durante os eventos de AOS, com o passar do tempo, promove disfunção dessa musculatura, levando a menor capacidade de gerar força.

Em concordância com nossos achados, um estudo prévio não encontrou diferença na força muscular inspiratória entre indivíduos com ou sem AOS (Shepherd et al., 2006). Esses resultados foram confirmados por um estudo caso-controle, que também não mostrou diferenças na força dos músculos inspiratórios de indivíduos eutróficos com AOS em comparação ao grupo saudável pareado para sexo e idade (Tassinari et al., 2016). Além disso, o presente estudo mostrou que a força muscular inspiratória não apresenta correlação com o IAH.

No estudo de Hoffmeister et al (2018), a força muscular inspiratória estava preservada no grupo de obesos comparado aos saudáveis, embora não tenham avaliado a presença de AOS nos obesos, vale ressaltar a alta prevalência de tal comorbidade na obesidade (Pinto et al., 2016). Neste contexto, os pacientes com ICC e AOS poderiam ser submetidos a cargas resistivas progressivas, induzidas pelos eventos obstrutivos, o que poderia condicionar a musculatura inspiratória na ICC e justificar a força muscular preservada em até 70% da população com ICC (Wong, Selig, & Hare, 2011) comparada a alta prevalência de AOS na doença cardíaca (Sakar et al., 2018).

Esse condicionamento poderia contribuir para a manutenção da capacidade funcional por atenuar o metaborreflexo inspiratório (Callegaro et al., 2011). Entretanto, Carvalho et al (2018), falharam em mostrar associação entre força muscular inspiratória e capacidade funcional em pacientes obesos com AOS. Interessantemente, a diminuição da função pulmonar está associada com a baixa capacidade funcional nessa população. Entretanto, Tassinari et al (2016), não observaram prejuízos na função pulmonar e na força da musculatura respiratória nos pacientes eutróficos com AOS.

Referente ao uso de medicação um estudo (Frankenstein et al., 2009) encontrou valores de corte para estratificação de risco visivelmente reduzidos para Pimáx prevista naqueles que usavam betabloqueadores, evidenciando a necessidade de se ter este cuidado na interpretação desta variável em indivíduos que utilizam esta classe de medicamentos. Deve-se levar em consideração que a amostra deste estudo era composta por indivíduos que realizavam tratamento com betabloqueadores e inibidores da enzima conversora da angiotensina, possuíam bom manejo clínico e estavam sem alterações nas medicações há pelo menos 3 meses.

Com relação a função pulmonar, estudos apontam que a redução do volume pulmonar pode estar presente em indivíduos obesos (Genta et al., 2014; Meurling, O'Shea & Garvey, 2019), pois aumenta as chances de colapsabilidade das vias aéreas (Bikov, Losonczy & Kunos; Hillman et al., 2013), estando relacionada ao aumento da gravidade da AOS, independentemente dos pacientes terem doenças das vias respiratórias ou do parênquima pulmonar (Bikov, Losonczy &

Kunos, 2017) e em indivíduos com ICC pode promover hiperatividade simpática (Bikov, Losonczy & Kunos, 2017; Joho et al., 2017). Carvalho et al (2018) estudaram pacientes obesos com apneia moderada a grave e obtiveram valores espirométricos reduzidos. Também se faz importante considerar a influência da idade sobre a função pulmonar, uma vez que a CVF e o VEF1 sofrem um declínio mais acelerado a partir de 55-60 anos, assim como a relação VEF1/CVF (Pereira, 2002).

Pode observar-se que pacientes com ICC e AOS apresentaram redução da CVF e do VEF1, porém não houve associação significativa entre a função pulmonar e o IAH, bem como entre IMC e variáveis de função pulmonar. O IMC também não foi associado com IAH, no presente estudo, provavelmente devido ao fato de que a maioria da amostra apresentou sobrepeso e apenas três (3) pacientes foram obesos grau 1.

Em pacientes com ICC a redução da FEVE é um dos preditores para fraqueza muscular inspiratória (Nakagawa et al., 2020), sendo que pacientes com FEVE  $\leq 45\%$  apresentam maior gravidade de apneia do sono (Reuter et al., 2018). Também foi observado maior prejuízo da função pulmonar e da força muscular respiratória na classe funcional NYHA III (Folgiarini et al., 2007; Johnson et al., 2001). Esses achados contrastam com nosso estudo que apresentou falta de associação significativa do IAH com FEVE e função pulmonar.

Em relação a significativa correlação do IAH com a idade encontrada no trabalho, sugere-se que, quanto maior a idade, maior o IAH, resultado em conformidade com o levantamento de base populacional brasileira que mostrou prevalência de AOS aumentada a partir da faixa etária de 50 anos de idade (Tufik et al., 2010).

Cabe ressaltar que AOS é uma doença complexa e heterogênea e as diferenças na morfologia e na duração das interrupções do fluxo aéreo noturno e dessaturações de oxigênio associadas, que não são capturadas pelo marcador de gravidade da AOS tradicional, bem como as diferenças do tempo da doença antes do diagnóstico são importantes contribuintes para a grande variabilidade observada entre os resultados dos estudos (Azarbarzin et al., 2019).

Os achados do nosso estudo apresentam implicações clínicas importantes. A fraqueza dos músculos inspiratórios trata-se de um preditor de mortalidade para pacientes com ICC (Nakagawa et al., 2020) e é possível que pacientes nessas condições tenham sensibilidade quimiorreflexa exacerbada (Callegaro et al., 2010) e uma atenuação do barorreflexo arterial (Ribeiro et al., 2012) resultando em maior atividade simpática. A hiperatividade simpática na ICC está associada a diminuição da função pulmonar (Bikov, Losonczy & Kunos, 2017) que se correlaciona inversamente com a predisposição ao colapso das vias aéreas (Hillman et al., 2013) resultando em AOS.

As limitações do presente estudo são o tamanho reduzido da amostra, a falta de grupo controle e também a ausência de investigação da saturação de oxi-hemoglobina (duração, frequência dos eventos e profundidade das dessaturações), assim como o fato de não termos realizado espirometria pós-broncodilator para identificarmos pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica.

## 5. Conclusão

Em conclusão, os resultados encontrados no presente estudo sugerem que pacientes com ICC e AOS apresentam força muscular inspiratória preservada e função pulmonar diminuída em relação aos valores de referência. Estudos futuros devem ser realizados com maior amostra, com grupo controle e também visando ampliar a análise das condições respiratórias de pacientes com ICC e AOS através de medidas de função pulmonar pela pletismografia, avaliação da resistência muscular respiratória e demais averiguações que possam preencher a lacuna de ausência de evidências nesta temática.

## Agradecimentos

Agradecemos a todos os voluntários que participaram desse estudo. Agradecemos ao apoio financeiro proveniente do Edital Pesquisador Gaúcho Fapergs e Chamada Universal CNPq.

## Referências

- American Academy of Sleep Medicine. (2014). International Classification of Sleep Disorders. (3<sup>a</sup> ed.).
- Azarbarzin, A., Sands, S. A., Stone, K. L., Taranto-Montemurro, L., Messineo, L., Terrill, P. I., ... & Wellman, A. (2019). The hypoxic burden of sleep apnoea predicts cardiovascular disease-related mortality: the Osteoporotic Fractures in Men Study and the Sleep Heart Health Study. *European heart journal*, 40(14), 1149-1157.
- Belén, A. (2002). ATS/ERS Statement on respiratory muscle testing. *Am J Respir Crit Care Med*, 166, 518-624.
- Berry, R. B., Budhiraja, R., Gottlieb, D. J., Gozal, D., Iber, C., Kapur, V. K., ... & Tangredi, M. M. (2012). Rules for scoring respiratory events in sleep: update of the 2007 AASM manual for the scoring of sleep and associated events: deliberations of the sleep apnea definitions task force of the American Academy of Sleep Medicine. *Journal of clinical sleep medicine*, 8(5), 597-619.
- Bikov, A., Losonczy, G., & Kunos, L. (2017). Role of lung volume and airway inflammation in obstructive sleep apnea. *Respiratory investigation*, 55(6), 326-333.
- Callegaro, C. C., Martinez, D., Ribeiro, P. A., Brod, M., & Ribeiro, J. P. (2010). Augmented peripheral chemoreflex in patients with heart failure and inspiratory muscle weakness. *Respiratory physiology & neurobiology*, 171(1), 31-35.
- Callegaro, C. C., Ribeiro, J. P., Tan, C. O., & Taylor, J. A. (2011). Attenuated inspiratory muscle metaboreflex in endurance-trained individuals. *Respiratory physiology & neurobiology*, 177(1), 24-29.
- Carvalho, T. M. D. C. S., Soares, A. F., Climaco, D. C. S., Secundo, I. V., & Lima, A. M. J. D. (2018). Correlation of lung function and respiratory muscle strength with functional exercise capacity in obese individuals with obstructive sleep apnea syndrome. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, 44, 279-284.
- Chien, M. Y., Wu, Y. T., Lee, P. L., Chang, Y. J., & Yang, P. C. (2010). Inspiratory muscle dysfunction in patients with severe obstructive sleep apnoea. *European Respiratory Journal*, 35(2), 373-380.
- de Oliveira, A. C. T., Martinez, D., Vasconcelos, L. F. T., Gonçalves, S. C., do Carmo Lenz, M., Fuchs, S. C., ... & Fuchs, F. D. (2009). Diagnosis of obstructive sleep apnea syndrome and its outcomes with home portable monitoring. *Chest*, 135(2), 330-336.
- Forgiarini Junior, L. A., Rubleski, A., Douglas, G., Tieppo, J., Vercelino, R., Dal Bosco, A., ... & Dias, A. S. (2007). Avaliação da força muscular respiratória e da função pulmonar em pacientes com insuficiência cardíaca. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, 89, 36-41.
- Frankenstein, L., Nelles, M., Meyer, F. J., Sigg, C., Schellberg, D., Remppis, B. A., ... & Zugck, C. (2009). Validity, prognostic value and optimal cutoff of respiratory muscle strength in patients with chronic heart failure changes with beta-blocker treatment. *European Journal of Preventive Cardiology*, 16(4), 424-429.
- Genta, P. R., Schorr, F., Eckert, D. J., Gebrim, E., Kayamori, F., Moriya, H. T., ... & Lorenzi-Filho, G. (2014). Upper airway collapsibility is associated with obesity and hyoid position. *Sleep*, 37(10), 1673-1678.
- Hillman, D. R., Walsh, J. H., Maddison, K. J., Platt, P. R., Schwartz, A. R., & Eastwood, P. R. (2013). The effect of diaphragm contraction on upper airway collapsibility. *Journal of Applied Physiology*, 115(3), 337-345.
- Hoffmeister, A. D., Lima, K. S. D., Albuquerque, I. M. D., Binotto, V., & Callegaro, C. C. (2018). Inspiratory muscle endurance in obese and eutrophic individuals. *Fisioterapia e Pesquisa*, 25, 438-443.
- Johnson, B. D., Beck, K. C., Olson, L. J., O'Malley, K. A., Allison, T. G., Squires, R. W., & Gau, G. T. (2001). Pulmonary function in patients with reduced left ventricular function: influence of smoking and cardiac surgery. *Chest*, 120(6), 1869-1876.
- Joho, S., Ushijima, R., Akabane, T., Hirai, T., & Inoue, H. (2017). Restrictive lung function is related to sympathetic hyperactivity in patients with heart failure. *Journal of cardiac failure*, 23(2), 96-103.
- Kapur, V. K., Auckley, D. H., Chowdhuri, S., Kuhlmann, D. C., Mehra, R., Ramar, K., & Harrod, C. G. (2017). Clinical practice guideline for diagnostic testing for adult obstructive sleep apnea: an American Academy of Sleep Medicine clinical practice guideline. *Journal of Clinical Sleep Medicine*, 13(3), 479-504.
- Kasai, T., & Bradley, T. D. (2011). Obstructive sleep apnea and heart failure: pathophysiologic and therapeutic implications. *Journal of the American College of Cardiology*, 57(2), 119-127.
- Lang, R. M., Badano, L. P., Mor-Avi, V., Afilalo, J., Armstrong, A., Ernande, L., ... & Voigt, J. U. (2015). Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *European Heart Journal-Cardiovascular Imaging*, 16(3), 233-271.
- Meurling, I. J., O'Shea, D., & Garvey, J. F. (2019). Obesity and sleep: a growing concern. *Current opinion in pulmonary medicine*, 25(6), 602-608.
- Nakagawa, N. K., Diz, M. A., Kawachi, T. S., de Andrade, G. N., Umeda, I. I. K., Murakami, F. M., ... & Cahalin, L. P. (2020). Risk Factors for Inspiratory Muscle Weakness in Chronic Heart Failure. *Respiratory care*, 65(4), 507-516.
- Neder, J. A., Andreoni, S., Lerario, M. C., & Nery, L. E. (1999). Reference values for lung function tests: II. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. *Brazilian journal of medical and biological research*, 32, 719-727.
- Pereira, C. A.C. (2002) Espirometria. *J Pneumol*, 2002.

- Pinto, J. A., Ribeiro, D. K., Cavallini, A. F. D. S., Duarte, C., & Freitas, G. S. (2016). Comorbidities associated with obstructive sleep apnea: a retrospective study. *International archives of otorhinolaryngology*, 20, 145-150.
- Rehling, T., Banghøj, A. M., Kristiansen, M. H., Tarnow, L., & Molsted, S. (2017). Reduced inspiratory muscle strength in patients with type 2 diabetes mellitus and obstructive sleep apnoea. *Journal of diabetes research*, 2017.
- Reuter, H., Herkenrath, S., Tremel, M., Halbach, M., Steven, D., Frank, K., ... & Randerath, W. J. (2018). Sleep-disordered breathing in patients with cardiovascular diseases cannot be detected by ESS, STOP-BANG, and Berlin questionnaires. *Clinical Research in Cardiology*, 107(11), 1071-1078.
- Ribeiro, J. P., Chiappa, G. R., & Callegaro, C. C. (2012). The contribution of inspiratory muscles function to exercise limitation in heart failure: pathophysiological mechanisms. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 16, 261-267.
- Santos, M. A., Aguiar, M., Sacramento, V., Rodrigues, S., & Furtado, S. (2018). Obstructive Sleep Apnea severity and lung function.
- Sarkar, P., Mukherjee, S., Chai-Coetzer, C. L., & McEvoy, R. D. (2018). The epidemiology of obstructive sleep apnoea and cardiovascular disease. *Journal of thoracic disease*, 10(Suppl 34), S4189.
- Shepherd, K. L., Jensen, C. M., Maddison, K. J., Hillman, D. R., & Eastwood, P. R. (2006). Relationship between upper airway and inspiratory pump muscle force in obstructive sleep apnea. *Chest*, 130(6), 1757-1764.
- Shortt, C. M., Fredsted, A., Chow, H. B., Williams, R., Skelly, J. R., Edge, D., ... & O'Halloran, K. D. (2014). Reactive oxygen species mediated diaphragm fatigue in a rat model of chronic intermittent hypoxia. *Experimental physiology*, 99(4), 688-700.
- Tassinari, C. C., Piccin, C. F., Beck, M. C., Scapini, F., Oliveira, L. C., Signori, L. U., & Silva, A. M. (2016). Capacidade funcional e qualidade de vida entre sujeitos saudáveis e pacientes com apneia obstrutiva do sono. *Medicina (Rio Preto)*, 49(2), 152-159.
- Tufik, S., Santos-Silva, R., Taddei, J. A., & Bittencourt, L. R. A. (2010). Obstructive sleep apnea syndrome in the Sao Paulo epidemiologic sleep study. *Sleep medicine*, 11(5), 441-446.
- Wong, E., Selig, S., & Hare, D. L. (2011). Respiratory muscle dysfunction and training in chronic heart failure. *Heart, lung and circulation*, 20(5), 289-294.