



Associação entre função pulmonar, força muscular respiratória e capacidade funcional de exercício em indivíduos obesos com síndrome da apneia obstrutiva do sono

Thays Maria da Conceição Silva Carvalho^{1,a}, Anísio Francisco Soares^{2,b},
Danielle Cristina Silva Climaco^{3,c}, Isaac Vieira Secundo^{3,d},
Anna Myrna Jaguaribe de Lima^{2,e}

1. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal Tropical, Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE – Recife (PE) Brasil.
 2. Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal, Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE – Recife (PE) Brasil.
 3. Hospital Geral Otávio de Freitas – HGOF – Recife (PE) Brasil.
- a. <http://orcid.org/0000-0001-8686-0834>
b. <http://orcid.org/0000-0003-1493-7964>
c. <http://orcid.org/0000-0003-1935-1540>
d. <http://orcid.org/0000-0003-0794-1228>
e. <http://orcid.org/0000-0002-4224-4009>

Recebido: 7 fevereiro 2017.

Aprovado: 7 dezembro 2017.

Trabalho realizado no Ambulatório de Pneumologia, Hospital Otávio de Freitas – HGOF – Recife (PE) Brasil.

RESUMO

Objetivo: Avaliar e correlacionar a função pulmonar e a força muscular inspiratória com a tolerância ao esforço em indivíduos obesos com síndrome de apneia obstrutiva do sono (SAOS). **Métodos:** Foram recrutados 31 adultos com diagnóstico de SAOS de moderada a grave através do exame de polissonografia. Os participantes foram submetidos à espirometria para a medida de CVF, VEF₁ e relação CVF/VEF₁, assim como à manovacuometria para a medida de Plmáx e PEmáx. Para a determinação da capacidade funcional de exercício foram realizados o teste *shuttle* (TS) e o teste de caminhada de seis minutos (TC6). **Resultados:** Na amostra, as médias de CVF (% do previsto), VEF₁ (% do previsto), Plmáx e PEmáx foram de 76,4 ± 12,3%, 80,1 ± 6,3%, 60,0 ± 21,9 cmH₂O e 81,3 ± 22,2 cmH₂O, respectivamente. As médias das distâncias percorridas no TS e no TC6 foram de 221 ± 97 m e 480,8 ± 67,3 m, respectivamente. Houve correlações moderadas positivas entre a distância percorrida no TS e CVF (r = 0,658; p = 0,001) e entre a distância no TS e VEF₁ (r = 0,522; p = 0,003). **Conclusões:** Nesta amostra de indivíduos obesos com SAOS não tratada, houve reduções na função pulmonar, força muscular inspiratória e capacidade física. Além disso, observou-se que o declínio da função pulmonar, mas não da força muscular respiratória, estava associado à tolerância ao esforço físico nestes pacientes.

Descritores: Síndromes da apneia do sono; Tolerância ao exercício; Testes de função respiratória; Músculos respiratórios.

INTRODUÇÃO

A síndrome da apneia obstrutiva do sono (SAOS) caracteriza-se pela obstrução parcial ou total das vias aéreas superiores durante o sono.⁽¹⁻³⁾ Os eventos de obstrução estão associados a dessaturação da oxi-hemoglobina, fragmentação ou privação do sono, hipoxemia, hipercapnia, dispneia, assim como a sintomas diurnos, tais como sonolência diurna excessiva.^(3,4) A etiologia da SAOS é multifatorial, incluindo alterações anatômicas craniofaciais e obesidade. Indivíduos obesos apresentam um maior risco de oclusão da faringe e de alteração da mecânica respiratória.⁽⁵⁾

O aumento de tecido adiposo na região torácica e abdominal compromete a função diafragmática e reduz a complacência da caixa torácica e os volumes pulmonares, acarretando incremento de trabalho muscular inspiratório.^(6,7) Os episódios de hipóxia recorrente na SAOS são usualmente acompanhados por microdespertares para o restabelecimento da ventilação normal decorrentes da oclusão das vias aéreas superiores.⁽⁸⁾ Além disso, os episódios recorrentes de hipóxia e reoxigenação relacionados à obstrução das vias aéreas superiores na SAOS associam-se à anormalidade na pressão parcial de

oxigênio e de dióxido de carbono, reduzindo a atividade da musculatura respiratória e os volumes pulmonares. Esses fatores geram novos episódios de apneia-hipopneia ao longo da noite, comprometendo a realização das atividades de vida diária.⁽⁹⁻¹¹⁾

A obesidade e a SAOS são fatores que potencialmente alteram a capacidade aeróbica e a tolerância ao exercício de diferentes formas. Inicialmente, o comprometimento da função pulmonar e da musculatura respiratória, presente na obesidade, está relacionado à redução na capacidade funcional de exercício e na qualidade de vida.^(12,13) Há ainda evidências de que os prejuízos à tolerância ao exercício nos pacientes com SAOS sejam decorrentes dos eventos de dispneia, hipoxemia intermitente, disfunção da musculatura respiratória e da hipertensão pulmonar resultantes da síndrome.^(14,15) Doenças cardiovasculares encontradas na obesidade e na SAOS, como hipertensão arterial, arritmia cardíaca, disfunção sistólica, aumento do trabalho respiratório e hipoventilação, juntamente com o sedentarismo, também podem limitar a tolerância ao exercício nesses pacientes.^(16,17)

Assim, o presente estudo objetivou avaliar e correlacionar a função pulmonar e a força muscular inspiratória com a tolerância ao esforço em indivíduos obesos com SAOS.

Endereço para correspondência:

Thays Maria da Conceição Silva Carvalho. Rua Dom Manoel de Medeiros. s/n, Dois Irmãos, CEP 52171-900, Recife, PE, Brasil.

Tel.: 55 81 9899-0222. E-mail: annamyrna@uol.com.br

Apoio financeiro: Este estudo recebeu apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

MÉTODOS

O presente estudo é do tipo observacional, transversal, descritivo, analítico e de caráter quantitativo. Foram recrutados adultos de ambos os sexos e diagnóstico confirmado de SAOS através do exame de polissonografia, que foram avaliados e atendidos no Ambulatório de Pneumologia do Hospital Otávio de Freitas, localizado na cidade do Recife (PE) no período entre janeiro e dezembro de 2016. Os critérios utilizados para a inclusão dos indivíduos foram os seguintes: diagnóstico de SAOS de moderada a grave; idade entre 50-70 anos; aptidão para realizar os testes de esforço para a avaliação da capacidade funcional; e índice de massa corpórea (IMC) entre 18 kg/m² e 40 kg/m². Como critérios de exclusão foram levados em consideração os seguintes aspectos: apneia leve — índice de apneia-hipopneia (IAH) entre 5-15 eventos/h; presença de doenças cardiopulmonares, neuromusculares e ortopédicas que influenciassem ou limitassem a capacidade de realização dos testes; IMC > 40 kg/m²; e uso de pressão positiva contínua das vias aéreas. Foram selecionados 150 pacientes para a avaliação de elegibilidade, dos quais 81 foram excluídos por não corresponderem aos critérios de inclusão. Dessa forma, 69 pacientes foram alocados para a realização dos testes; no entanto, 38 foram excluídos no decorrer da avaliação, totalizando 31 pacientes avaliados dentro do estudo (Figura 1).

O cálculo amostral foi realizado utilizando o software MedCalc, versão 17.9.5 (MedCalc Software, Mariakerke,

Bélgica), considerando como parâmetros um erro probabilístico de 0,05 (alfa de 5%) e um poder estatístico de 80%. Dessa forma, a amostra mínima calculada foi de 24 indivíduos.

A pesquisa foi aprovada no comitê de ética em pesquisa para seres humanos da instituição. Todos os participantes da pesquisa assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido.

Os pacientes preencheram o questionário denominado índice de qualidade do sono de Pittsburgh, responsável por avaliar a qualidade do sono no último mês.⁽¹⁸⁾ Também foi utilizada a escala de sonolência de Epworth para a avaliação da sonolência diurna excessiva.⁽¹⁹⁾ Foram mensuradas a frequência cardíaca, através de um monitor cardíaco (modelo FT1; Polar, Kempele, Finlândia), e a pressão arterial, através de esfigmomanômetro aneróide adulto com braçadeira (modelo Premium; Missouri Mikatos, Embu, Brasil) e estetoscópio Rappaport premium (Accumed, Rio de Janeiro, Brasil). A frequência cardíaca foi medida no repouso e imediatamente após o teste. Já pressão arterial sistólica (PAS) e a pressão arterial diastólica (PAD) foram mensuradas em repouso, 1 min após o teste, 3 min após o teste, 5 min após o teste e 10 min após o teste. A medida de P_{Imáx} e de P_{Emáx} seguiu as recomendações metodológicas da *American Thoracic Society/European Respiratory Society*⁽²⁰⁾ e da Sociedade Brasileira de Pneumologia e Fisiologia,⁽²¹⁾ com a utilização de um manovacuômetro (modelo MVD300; Globalmed, Porto Alegre, Brasil). Foram

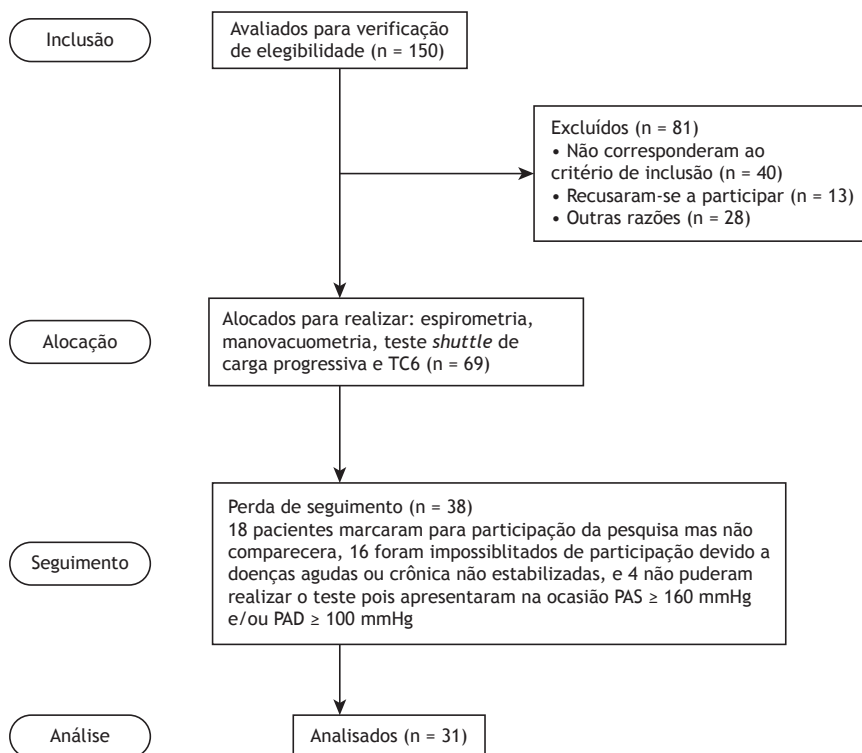


Figura 1. Fluxograma de seleção, alocação, seguimento e análise do estudo. C6: teste de caminhada de seis minutos; PAS: pressão arterial sistólica; e PAD: pressão arterial diastólica.

selecionados três testes aceitáveis (não necessariamente sequenciais), isto é, que atendessem aos critérios de reprodutibilidade. A medida utilizada foi a de maior valor apresentado (com variação menor ou igual a 10% entre os demais).

Através da espirometria, também seguindo as recomendações metodológicas da Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia,⁽²¹⁾ foram obtidas as seguintes variáveis: CVF, VEF₁ e relação VEF₁/CVF.

Para a realização do teste *shuttle*, o paciente precisava percorrer um trajeto de 20 m (10 m de ida e 10 m de volta), segundo o protocolo desenvolvido por Singh et al.⁽²²⁾ O trajeto era identificado com dois cones de inserção. Já o teste de caminhada de seis minutos (TC6) foi realizado de acordo com especificações da *American Thoracic Society*.⁽²³⁾

As análises descritivas foram apresentadas em média \pm desvio-padrão ou mediana e intervalo interquartil, quando apropriado, de acordo com o teste de Kolmogorov-Smirnov. A análise de correlação entre as variáveis foi feita pelo teste de Spearman, e a avaliação da diferença entre as médias foi realizada através do teste t Student para amostras independentes. Foi considerado $p < 0,05$ como nível de significância. Os dados foram processados pelo programa *Statistical Package for the Social Sciences*, versão 16.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, EUA).

RESULTADOS

A Tabela 1 apresenta características demográficas e polissonográficas da população estudada. Foram avaliados 31 pacientes, sendo 10 homens (32,2%) e 21 mulheres (67,8%), com média de idade de 58,8 \pm 5,4 anos e média de IMC de 31,2 \pm 5,0 kg/m². A média de IAH foi de 35,0 \pm 12,8 eventos/h. Dos 31

Tabela 1. Características da amostra (N = 31).^a

Variáveis	Resultados
Sexo feminino	21 (67,7)
Idade, anos	58,8 \pm 5,4
Peso, kg	82,2 \pm 16,7
Altura, m	1,63 \pm 0,06
IMC, kg/m ²	31,2 \pm 5,0
Circunferência abdominal, cm	99,4 \pm 16,7
Circunferência de pescoço, cm	35,7 \pm 2,8
IAH, eventos/h	35,0 \pm 12,8
15-30 eventos/h	14 (45,2)
> 30 eventos/h	17 (54,8)
ESE	9,19 \pm 4,4
IQSP	6,48 \pm 1,61
Comorbidades ^b	
Hipertensão	29 (91,0)
Diabetes	22 (61,5)

IMC: índice de massa corpórea; IAH: índice de apneia-hipopnéia; ESSE: escala de sonolência de Epworth; e IQSP: índice de qualidade do sono de Pittsburgh. ^aValores expressos em n (%) ou média \pm dp. ^bOs pacientes com essas comorbidades recebiam medicações anti-hipertensivas e/ou hipoglicemiantes.

pacientes avaliados, 14 (45,2%) apresentavam SAOS moderada e 17 (54,8%) apresentavam SAOS grave. Com relação à qualidade do sono, os pacientes apresentaram qualidade ruim do sono segundo o índice de qualidade do sono de Pittsburgh; no entanto, não foi observada sonolência diurna, de acordo com a classificação da escala de sonolência de Epworth.

A Tabela 2 apresenta os dados referentes à função pulmonar e à força muscular respiratória.

A Tabela 3 apresenta comparações das frequências cardíacas e de pressão arterial na realização do teste *shuttle* e do TC6. As seguintes variáveis foram significativamente maiores no teste *shuttle* que no TC6: PAS 1 min após o teste ($p = 0,004$), PAS 3 min após o teste ($p = 0,01$), PAS 5 min após o teste ($p = 0,03$), PAD 3 min após o teste ($p = 0,07$), e PAD 5 min após o teste ($p = 0,001$). As demais variáveis não apresentaram diferenças significativas na comparação entre os dois testes.

Na tabela 4 observamos os coeficientes de correlação de Spearman das variáveis antropométricas, espirométricas e de força muscular inspiratória relacionados às distâncias percorridas no teste *shuttle* e no TC6. Observou-se uma correlação forte e positiva entre a CVF e a distância percorrida no teste *shuttle* ($r = 0,658$; $p = 0,001$), assim como uma correlação moderada positiva entre o VEF₁ e a distância percorrida no mesmo teste ($r = 0,522$; $p = 0,003$). No entanto, com relação aos outros parâmetros avaliados, não foram encontradas correlações.

DISCUSSÃO

Os principais achados no presente estudo mostraram que, nos nossos pacientes obesos e com SAOS, a função pulmonar e a força muscular inspiratória se apresentavam prejudicadas. Além disso, a capacidade funcional de exercício estava reduzida e havia correlações significativas positivas entre a distância percorrida no teste *shuttle* e as variáveis relacionadas à função pulmonar.

Com relação aos dados espirométricos e de força muscular respiratória encontrados no estudo, observamos que os nossos resultados são inferiores aos de referência para população brasileira saudável.⁽²⁴⁾ Já no estudo desenvolvido por Tassinari et al.,⁽²⁵⁾ não foi observado prejuízo à função pulmonar e à musculatura respiratória nos pacientes com SAOS. Entretanto, os

Tabela 2. Dados referentes a função pulmonar e força muscular respiratória.^a

Variáveis	Resultados
CVF, l	2,4 \pm 0,6
CVF, % previsto	76,4 \pm 12,3
VEF ₁ , % previsto	80,1 \pm 6,32
VEF ₁ , l	2,0 \pm 0,4
VEF ₁ /CVF	79,6 \pm 5,8
P1máx, cmH ₂ O	60,0 \pm 21,9
PEmáx, cmH ₂ O	81,3 \pm 22,2

^aValores expressos em média \pm dp.

Tabela 3. Variáveis coletadas durante o teste *shuttle* e o teste de caminhada de seis minutos.^a

Variáveis	Teste <i>shuttle</i>	TC6	Δintergrupos (IC95%)	p*
FC _{repouso} , bpm	72,9 ± 7,9	73,2 ± 8,3	-2,5 (-4,3 a 3,6)	0,901
FC _{máxima} , bpm	121,9 ± 14,7	109,7 ± 18,6	12,1 (3,6-20,7)	0,006
PAS _{repouso} , mmHg	117,1 ± 5,8	115,8 ± 6,7	1,2 (-1,9 a 4,4)	0,424
PAS _{recuperação 1'} , mmHg	152,2 ± 13,0	138,3 ± 10,0*	13,8 (7,9-19,7)	0,001
PAS _{recuperação 3'} , mmHg	137,1 ± 9,4	128,0 ± 7,9*	9,0 (4,6-13,4)	0,01
PAS _{recuperação 5'} , mmHg	127,4 ± 6,3	119,3 ± 6,9*	8,0 (4,7-11,3)	0,001
PAS _{recuperação 10'} , mmHg	119,3 ± 4,4	117,1 ± 5,8	2,2 (-3,8 a 4,9)	0,093
PAD _{repouso} , mmHg	82,5 ± 7,2	82,2 ± 7,1	3,3 (-3,3 a 3,8)	0,861
PAD _{recuperação 1'} , mmHg	118,0 ± 10,4	108,0 ± 11,3*	10,0 (4,4-15,5)	0,001
PAD _{recuperação 3'} , mmHg	112,9 ± 9,3	103,5 ± 13,5*	9,3 (3,4-15,2)	0,002
PAD _{recuperação 5'} , mmHg	101,9 ± 12,2	88,0 ± 11,3*	13,8 (7,8-19,8)	0,001
PAD _{recuperação 10'} , mmHg	88,0 ± 11,3	82,9 ± 7,8*	5,1 (0,19-10,1)	0,042
Distância percorrida, m	221,0 ± 97,0	480,8 ± 67,3		

TC6: teste de caminhada de seis minutos; PAS: pressão arterial sistólica; e PAD: pressão arterial diastólica.
^aValores expressos em média ± dp. *Teste t para amostras independentes.

Tabela 4. Correlação entre as variáveis selecionadas e as distâncias percorridas no teste *shuttle* teste e teste de caminhada de seis minutos.

Variáveis	Teste <i>shuttle</i>		TC6	
	r	p	r	p
IMC	-0,320	0,07	-0,062	0,741
VEF ₁	0,522	0,003	0,117	0,532
CVF	0,658	0,001	0,189	0,308
Plmáx	0,075	0,069	-0,105	0,575
Circunferência abdominal	0,056	0,996	-0,110	0,858
Circunferência de pescoço	-0,032	0,862	-0,121	0,574
IAH	0,070	0,710	-0,111	0,551

TC6: teste de caminhada de seis minutos; IMC: índice de massa corpórea; e IAH: índice de apneia e hipopneia.

indivíduos estudados eram eutróficos, diferentemente dos da nossa amostra, composta por obesos com SAOS. Da mesma forma, Gontijo et al.,⁽²⁶⁾ estudando indivíduos obesos que não apresentavam SAOS, também obtiveram valores espirométricos dentro dos padrões de normalidade. Os autores concluíram que a obesidade não seria um fator de comprometimento da função pulmonar. Estudos apontam que indivíduos obesos, em decorrência da deposição de gordura na parede torácica e do abdômen, apresentam redução da complacência torácica, elevando, assim, o trabalho total da respiração.^(3,27,28) O colapso das vias aéreas superiores e os eventos de apneia e hipopneia decorrentes da SAOS levam a consequências respiratórias, tais como hipoxemia, hipoventilação alveolar e hipercapnia. Esses eventos de hipóxia-reoxigenação acarretam a ativação de quimiorreceptores periféricos que levam ao aumento na ventilação para corrigir as alterações de gases no sangue.⁽¹⁰⁾ As alterações na concentração de O₂ e CO₂ acarretam uma queda na atividade da musculatura respiratória e redução dos volumes pulmonares.^(8,9)

No que diz respeito à associação entre a função pulmonar e a tolerância ao exercício, no nosso estudo encontramos correlações positivas significativas das variáveis espirométricas (CVF e VEF₁) com a distância percorrida no teste *shuttle*. Esse achado demonstra que, quanto menores são os volumes pulmonares, menor é a tolerância ao esforço, reforçando que a

função pulmonar interfere na capacidade de exercício desses indivíduos. O comprometimento da capacidade de exercício na obesidade também foi mostrado em outro estudo que concluiu que o excesso de peso está associado com perdas de autoestima e de bem-estar psíquico.⁽²⁹⁾ Fatores como dispneia, anormalidades na mecânica respiratória, disfunção muscular respiratória e hipoxemia arterial contribuem para a limitação ao exercício nos pacientes com SAOS.⁽¹⁴⁾

Em nosso estudo, foi verificado que a distância percorrida em ambos os testes foi inferior à distância de referência para indivíduos saudáveis na população brasileira,⁽³⁰⁻³²⁾ indicando que os nossos pacientes obesos e com SAOS apresentavam uma redução na tolerância ao exercício. Na nossa amostra, além dos voluntários apresentarem SAOS e obesidade, havia outras comorbidades, tais como hipertensão e diabetes mellitus do tipo 2. A tolerância ao exercício está diretamente relacionada ao bom desempenho do sistema cardiopulmonar. Sendo assim, as razões do prejuízo gerado sobre a capacidade funcional de exercício nos pacientes com SAOS são de cunho multifatorial, estando associado com obesidade, sedentarismo, doenças cardiovasculares, dispneia e anormalidades na respiração.^(14,15) No entanto, os dados são conflitantes acerca dos prejuízos decorrentes da associação da SAOS com a obesidade em relação à capacidade de exercício. Um estudo desenvolvido por

Beitler et al.⁽¹¹⁾ mostrou que o consumo de oxigênio de pico (VO_{2Pico}) foi significativamente mais baixo em indivíduos obesos e com SAOS quando comparados aos controles, relatando ainda uma associação entre o VO_{2Pico} e o IAH. Em contrapartida, Rizzi et al.,⁽¹⁵⁾ em seu estudo também com pacientes com SAOS porém eutróficos, não observaram prejuízo da capacidade funcional de exercício nesses indivíduos. Em um ensaio clínico randomizado desenvolvido com indivíduos obesos e eutróficos, subdivididos como com ou sem SAOS, esse mesmo grupo de autores⁽³³⁾ observaram uma diferença significativa na tolerância ao esforço entre os grupos de obesos e os controles não obesos, independentemente da presença de SAOS, em termos de VO_2 máximo e de produção de CO_2 . Eles concluíram que a obesidade seria a principal condição da baixa capacidade funcional, já que os grupos de pacientes obesos, independentemente da presença de SAOS, apresentaram baixa tolerância ao exercício.

Em relação às respostas cardiovasculares ao TC6, os dados coletados imediatamente após o teste demonstraram uma elevação acentuada dos parâmetros cardíacos durante o esforço, resultados esses que estão de acordo com os achados de Rizzi et al.⁽³³⁾ em pacientes com SAOS e obesos. No entanto, o teste *shuttle* mostrou resultados ainda maiores nas variáveis cardiovasculares, o que também foi observado por Gonçalves et al.⁽³⁴⁾ em seu estudo com indivíduos saudáveis. Um terceiro estudo com pacientes com SAOS e obesos, utilizando o teste de esforço cardiopulmonar (TECP) com o protocolo de Bruce, observou que pacientes com apneia severa apresentavam um aumento da pressão arterial durante o pico do exercício e de recuperação após o exercício.⁽³⁴⁾ Green et al.⁽³⁵⁾ afirmaram que o teste *shuttle* provoca uma resposta fisiológica ao exercício semelhante àquela observada no TECP.

Apesar de o TC6 ser um teste padrão na avaliação do esforço na prática clínica, inclusive na SAOS⁽²⁵⁾ e na obesidade,⁽³⁶⁾ o teste *shuttle* também se mostrou viável e fidedigno na avaliação da tolerância ao esforço em indivíduos com SAOS. Green et al.⁽³⁵⁾ desenvolveram um estudo com pacientes com insuficiência cardíaca comparando as respostas obtidas através de TECP, teste *shuttle* e TC6. Concluíram assim que o teste *shuttle*

fornecia um índice válido para determinar a capacidade funcional em indivíduos com insuficiência cardíaca e que o poder preditivo do teste *shuttle* podia superar o do TC6. Billings et al.⁽³⁷⁾ desenvolveram um estudo utilizando o teste *shuttle* na avaliação de pacientes com SAOS de moderada a grave, comparando a aptidão física após o tratamento com pressão positiva contínua das vias aéreas. Os autores concluíram que o teste *shuttle* é seguro, bem tolerado e de fácil reprodução em pacientes com SAOS, reforçando a ideia de que o teste *shuttle* pode ser empregado com segurança na avaliação da tolerância ao exercício na SAOS.

Nosso estudo apresenta limitações, como o tamanho reduzido da amostra. Contudo, o número de pacientes avaliados ficou dentro do cálculo amostral. Tampouco não foi realizado o TECP para uma avaliação mais fidedigna dos parâmetros cardiovasculares para que, posteriormente, fosse investigada sua correlação com os parâmetros encontrados nos outros dois testes realizados, considerando-se que o TECP é o teste padrão ouro na análise da capacidade funcional e do comprometimento cardiopulmonar. Outra limitação foi o fato de que o nosso estudo avaliou apenas um grupo de indivíduos obesos e com SAOS, não havendo um grupo controle de obesos sem SAOS. Além disso, dados referentes a comorbidades cardiovasculares não estavam disponíveis na amostra estudada. Dessa forma, estudos com maior rigor metodológico, como ensaios clínicos randomizados, são necessários para aumentar o conhecimento sobre o assunto no futuro.

Os resultados encontrados no presente estudo mostram que indivíduos obesos com SAOS não tratada apresentaram reduções da função pulmonar, da força muscular inspiratória e da capacidade física. Além disso, observou-se que o declínio da função pulmonar, mas não a força muscular inspiratória, está associado à tolerância ao esforço físico nesses pacientes, o que torna necessária a utilização de intervenções terapêuticas para a melhoria dessas variáveis, como, por exemplo, o exercício físico. Podemos ressaltar ainda que o teste *shuttle* se mostrou capaz de avaliar a tolerância ao esforço na SAOS, tendo grande utilidade na investigação clínica pelo seu baixo custo, reprodutibilidade e fácil aplicação.

REFERÊNCIAS

- Huang JF, Chen LD, Lin QC, Chen GP, Yu YH, Huang JC, et al. The relationship between excessive daytime sleepiness and metabolic syndrome in severe obstructive sleep apnea. *Clin Respir J*. 2016;10(6):714-721. <https://doi.org/10.1111/crj.12276>
- Hsia JC. Anatomy and physiology of the upper airway in obstructive sleep apnea. *Oper Tech Otolaryngol Head Neck Surg*. 2015;26(2):74-77. <https://doi.org/10.1016/j.otot.2015.03.005>
- Wimms A, Woehrl H, Ketheeswaran S, Ramanan D, Armitstead J. Obstructive sleep apnea in women: specific issues and interventions. *Biomed Res Intern*. 2016;2016:1764837. <https://doi.org/10.1155/2016/1764837>
- Cholidou KG, Manali ED, Kapsimalis F, Kostakis ID, Vougas K, Simoes D, et al. Heart rate recovery post 6 minute walking test in obstructive sleep apnea: cycle ergometry versus 6-minute walking test in OSA patients. *Clin Res Cardiol*. 2014;103(10):805-15. <https://doi.org/10.1007/s00392-014-0721-3>
- Martins AB, Tufik S, Moura SM. Physiopathology of obstructive sleep apnea-hypopnea syndrome. *J Bras Pneumol*. 2007;33(1):93-100. <https://doi.org/10.1590/S1806-37132007000100017>
- Salome CM, King GG, Berend N. Physiology of obesity and effects on lung function. *J Appl Physiol* (1985). 2010;108(1):206-11. <https://doi.org/10.1152/japplphysiol.00694.2009>
- Melo LC, Silva MA, Calles AC. Obesity and lung function: a systematic review. *Einstein (Sao Paulo)*. 2014;12(1):120-5. <https://doi.org/10.1590/S1679-45082014RW2691>
- Haggstram FM, Zettler EW, Fam CF. Apnéia obstrutiva do sono e alterações cardiovasculares. *Scientia Med (Porto Alegre)*. 2009;19:122-8.
- Yokhana SS, Gerst DG 3rd, Lee DS, Badr MS, Qureshi T, Mateika JH. Impact of repeated daily exposure to intermittent hypoxia and

- mild sustained hypercapnia on apnea severity. *J Appl Physiol* (1985). 2012;112(3):367-77. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00702.2011>
10. Mateika JH, Syed Z. Intermittent hypoxia, respiratory plasticity and sleep apnea in humans: present knowledge and future investigations. *Respir Physiol Neurobiol*. 2013;188(3):289-300. <https://doi.org/10.1016/j.resp.2013.04.010>
 11. Beitler JR, Awad KM, Bakker JP, Edwards BA, DeYoung P, Djonlagic I, et al. Obstructive sleep apnea is associated with impaired exercise capacity: a cross-sectional study. *J Clin Sleep Med*. 2014;10(11):1199-204. <https://doi.org/10.5664/jcsm.4200>
 12. Çiçek D, Lakadamyali H, Gökay S, Sapmaz I, Muderrisoglu H. Effect of obstructive sleep apnea on heart rate, heart rate recovery and QTc and P-wave dispersion in newly diagnosed untreated patients. *Am J Med Sci*. 2012;344(3):180-5. <https://doi.org/10.1097/MAJ.0b013e318239a67f>
 13. Rasslan Z, Saad R Jr, Stirbulov R, Fabbri RM, Lima CA. Evaluation of pulmonary function in class I and II obesity. *J Bras Pneumol*. 2004;30(6):508-14. <https://doi.org/10.1590/S1806-37132004000600004>
 14. Lin CC, Hsieh WY, Chou CS, Liaw SF. Cardiopulmonary exercise testing in obstructive sleep apnea syndrome. *Respir Physiol Neurobiol*. 2006;150(1):27-34. <https://doi.org/10.1016/j.resp.2005.01.008>
 15. Rizzi CF, Cintra F, Risso T, Pulz C, Tufik S, de Paola A, et al. Exercise capacity and obstructive sleep apnea in lean subjects. *Chest*. 2010;137(1):109-14. <https://doi.org/10.1378/chest.09-1201>
 16. Ryan S. Adipose tissue inflammation by intermittent hypoxia: mechanistic link between obstructive sleep apnea and metabolic dysfunction. *J Physiol*. 2017;595(8):2423-2430. <https://doi.org/10.1113/JP273312>
 17. Brum PC, Forjaz CL, Tinucci T, Negrão CE. Adaptações agudas e crônicas do exercício físico no sistema cardiovascular. *Rev Paul Educ Fis*. 2004;18:21-31.
 18. Bertolazi AN, Fagundes SC, Hoff LS, Dartora EG, Miozzo IC, de Barba ME, et al. Validation of the Brazilian Portuguese version of the Pittsburgh Sleep Quality index. *Sleep Med*. 2011;12(1):70-5. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2010.04.020>
 19. Bertolazi AN, Fagundes SC, Hoff LS, Pedro VD, Menna Barreto SS, Johns MW. Portuguese-language version of the Epworth sleepiness scale: validation for use in Brazil. *J Bras Pneumol*. 2009;35(9):877-83. <https://doi.org/10.1590/S1806-37132009000900009>
 20. American Thoracic Society/European Respiratory Society. ATS/ERS Statement on respiratory muscle testing. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002;166(4):518-624. <https://doi.org/10.1164/rccm.166.4.518>
 21. Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia. Diretrizes para testes de função pulmonar. *J Pneumol*. 2002;28(Suppl 3):S1-S238.
 22. Singh SJ, Morgan MD, Scott S, Walters D, Hardman AE. Development of a shuttle walking test of disability in patients with chronic airways obstruction. *Thorax*. 1992;47(12):1019-24. <https://doi.org/10.1136/thx.47.12.1019>
 23. ATS Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories. ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002;166(1):111-7. <https://doi.org/10.1164/ajrccm.166.1.at1102>
 24. Pereira CA, Sato T, Rodrigues SC. New reference values for forced spirometry in white adults in Brazil. *J Bras Pneumol*. 2007;33(4):397-406. <https://doi.org/10.1590/S1806-37132007000400008>
 25. Tassinari CC, Piccin CF, Beck MC, Scapini F, Oliveira LC, Signori LU, et al. Capacidade funcional e qualidade de vida entre sujeitos saudáveis e pacientes com apneia obstrutiva do sono. *Medicina (Rib Preto)*. 2016;49(2):152-9. <https://doi.org/10.11606/issn.2176-7262.v49i2p152-159>
 26. Gontijo PL, Lima TP, Costa TR, Reis EP, Cardoso FP, Cavalcanti Neto FF. Correlation of spirometry with the six-minute walk test in eutrophic and obese individuals. *Rev Assoc Med Bras* (1992). 2011;57(4):380-6. [https://doi.org/10.1016/S0104-4230\(11\)70081-1](https://doi.org/10.1016/S0104-4230(11)70081-1)
 27. Zielinski J. Effects of intermittent hypoxia on pulmonary haemodynamics: animal models versus studies in humans. *Eur Respir J*. 2005;25(1):173-80. <https://doi.org/10.1183/09031936.04.0037204>
 28. Cordeiro AL, de Melo TA, Neves D, Luna J, Esquivel MS, Guimarães AR, et al. Inspiratory Muscle Training and Functional Capacity in Patients Undergoing Cardiac Surgery. *Braz J Cardiovasc Surg*. 2016;31(2):140-4.
 29. Tavares TB, Nunes SM, Santos MO. Obesidade e qualidade de vida: revisão de literatura. *Rev Med Minas Gerais*. 2010;20:359-66.
 30. Soares KK, Gomes EL, Junior AB, Oliveira LV, Sampaio LM, Costa D. Avaliação do desempenho físico e funcional respiratório em obesos. *Fisioter Mov*. 2011;24(4):697-704. <https://doi.org/10.1590/S0103-51502011000400014>
 31. Fernandes PM, Pereira NH, Santos AC, Soares ME. Teste de caminhada de seis minutos: avaliação da capacidade funcional de indivíduos sedentários. *Rev Bras Cardiol*. 2012;25(3):185-91.
 32. Dourado VZ, Guerra RL, Tanni SE, Antunes LC, Godoy I. Reference values for the incremental shuttle walk test in healthy subjects: from the walk distance to physiological responses. *J Bras Pneumol*. 2013;39(2):190-7. <https://doi.org/10.1590/S1806-37132013000200010>
 33. Rizzi CF, Cintra F, Mello-Fujita L, Rios LF, Mendonça ET, Feres MC, et al. Does obstructive sleep apnea impair the cardiopulmonary response to exercise? *Sleep*. 2013;36(4):547-53. <https://doi.org/10.5665/sleep.2542>
 34. Gonçalves CG, Hayashu D, Mesquita R, Pitta F, Fernandes KB, Probst VS. Teste de campo "incremental shuttle walking test" impõe esforço máximo a indivíduos saudáveis de diferentes faixas etárias? *Rev Bras Fisioter*. 2012;16:364-74.
 35. Green DJ, Watts K, Rankin S, Wong P, O'Driscoll JG. A Comparison of the shuttle and 6 walking tests with measured peak oxygen consumption in patients with heart failure. *J Sci Med Sport*. 2001;4(3):292-300. [https://doi.org/10.1016/S1440-2440\(01\)80038-4](https://doi.org/10.1016/S1440-2440(01)80038-4)
 36. Perecin JC, Domingos-Benício NC, Gastaldi AC, Sousa TC, Cravo SL, Sologuren MJ. Teste de caminhada de seis minutos em adultos eutróficos e obesos. *Rev Bras Fisioter*. 2003;7(3):245-51.
 37. Billings CG, Aung T, Renshaw SA, Bianchi SM. Incremental shuttle walk test in the assessment of patients with obstructive sleep apnea-hypopnea syndrome. *J Sleep Res*. 2013;22(4):471-7. <https://doi.org/10.1111/jsr.12037>