

**ASSOCIAÇÃO ENTRE OBESIDADE E FUNÇÃO PULMONAR:
UMA ANÁLISE EM 2.385 INDIVÍDUOS ADULTOS**

Júnior Kahl¹, Isabela de Andrade Lindner¹, Cristina Bichels Hebeda¹, Franciani Rodrigues da Rocha¹

RESUMO

Introdução: A obesidade é um problema de saúde mundial, responsável por um número crescente de mortes evitáveis em todas as faixas etárias. Os efeitos da obesidade na função respiratória não são completamente compreendidos. **Objetivo:** Analisar a associação entre obesidade e função pulmonar em indivíduos adultos, por meio de identificação de distúrbios ventilatórios pulmonares através do exame de espirometria. **Materiais e Métodos:** Estudo observacional, retrospectivo, analítico e com delineamento epidemiológico transversal. Os dados espirométricos e índice de massa corporal (IMC) foram coletados de 2.385 indivíduos, e a obesidade foi classificada como grau I, II ou III. O teste de espirometria foi realizado para identificar doenças respiratórias e foi correlacionado com o grau de obesidade. **Resultados:** A maioria da população investigada apresentou obesidade grau I. A capacidade respiratória foi diminuída com o aumento da idade e do grau de obesidade para homens e mulheres, pois foram encontrados comprometimentos de CVF (L), VEF1 (L), VEF1/CVF (%), FEF e PFE de acordo com o predito de cada paciente. **Conclusão:** o DVR é prevalente com o processo de envelhecimento e com aumento do grau de obesidade. A espirometria demonstra que há comprometimento na função respiratória por acúmulo de tecido adiposo no corpo humano. Destaca-se a importância de analisar os exames espirométricos por intervalo de idade para que se identifique as diferenças nos volumes pulmonares relacionados à senescência dos indivíduos adultos obesos, impactando no diagnóstico e conduta terapêutica pelos profissionais de saúde.

Palavras-chave: Obesidade. Espirometria. Distúrbio Ventilatório.

ABSTRACT

Obesity and lung function: an analysis of 2.385 adults

Introduction: Obesity is a world health problem, responsible for a growing number of evitable deaths in all age groups. The effects of obesity on respiratory function is not completely understood. **Objective:** To analyze the association between obesity and lung function in adult individuals, by identifying lung ventilation disorders through spirometry examination. **Materials and Methods:** Here, data of body mass index (BMI) was collected from 2385 individuals, and obesity was classified as I, II or III grade. Spirometer test was performed to identify respiratory diseases and then correlated to the obesity grade. **Results:** Majority of investigated population presented grade I obesity. Respiratory capacity decreased with increasing age and degree of obesity for men and women, as impairments of FVC (L), FEV1 (L), FEV1/FVC (%), FEF and PEF were found according to predicted of each patient. Thus, the Restrictive Ventilatory Disorder was prevalent with the aging process and more present with the increase in the degree of obesity. **Conclusion:** DVR is more prevalent with the aging process and with an increase in the degree of obesity. Spirometry demonstrates that there is impairment in respiratory function due to the accumulation of adipose tissue in the human body. It is important to analyze the spirometric tests by age range in order to identify the differences in lung volumes related to senescence in obese adult individuals, impacting the diagnosis and therapeutic approach by health professionals.

Key words: Obesity. Spirometry. Ventilatory Disorder.

1 - Núcleo de Pesquisa em Ciências Médicas: investigações em saúde - NPCMed, Faculdade de Medicina, Centro Universitário para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí - UNIDAVI, Itajaí, Santa Catarina, Brasil.

E-mail dos autores:
junior.kahl@unidavi.edu.br
isabelalindner@unidavi.edu.br
cristina.hebeda@unidavi.edu.br
franciani@unidavi.edu.br

INTRODUÇÃO

A obesidade é uma doença crônica, caracterizada pelo acúmulo de tecido adiposo corporal com risco para a saúde (Melo, Silva, Calles, 2014).

Dados da Organização Mundial da Saúde mostram que a população obesa triplicou desde a década de 1975. Mais recentemente, em 2017, aproximadamente 4 milhões de pessoas morreram em decorrência de doenças relacionadas ao sobrepeso e obesidade (OMS, 2021).

A obesidade é classificada de acordo com dados do índice de massa corporal em sobrepeso, com IMC superior a 25 e obesidade, com IMC superior a 30. A obesidade está relacionada com morte prematura por causas cardiovasculares, respiratórias, sanguíneas e endócrinas, além de reduzir a expectativa de vida em quase 10 anos (Bhaskaran e colaboradores, 2018; OMS, 2021; NIH, 2022).

Os indivíduos obesos possuem até seis vezes mais chances de desenvolver problemas respiratórios, especialmente distúrbios ventilatórios como consequência de modificações mecânicas ou inflamatórias (Pereira e colaboradores, 2018).

O sistema respiratório é afetado pela obesidade por múltiplos mecanismos. Pessoas obesas apresentam um estado pró-inflamatório persistente com secreção de mediadores inflamatórios como leptina, TNF-alfa, IL-6, IL-8, proteína C reativa e MCP-1 que contribuem para a inflamação pulmonar (Peters e colaboradores., 2018; Kawai, Autieri, Scalia, 2021; Mafor e colaboradores, 2016).

A leptina, originalmente identificada como hormônio da saciedade, está aumentada na obesidade e seu papel sobre a doença pulmonar tem sido discutido (Peters e colaboradores, 2018; Dixon, Peters, 2018).

Alterações mecânicas sobre a dinâmica da função pulmonar também são descritas como modificações decorrentes da obesidade. Nesse contexto, diante destas modificações, desenvolve-se redução da complacência e volume pulmonar, aumento da resistência aérea, redução na força muscular respiratória, heterogeneidade na distribuição de ventilação, aumento da difusão pulmonar e falência respiratória hipercápnica já foram observadas (Melo, Silva, Calles, 2014; Albuquerque, 2015; Mafor e colaboradores, 2016).

Estas alterações na mecânica respiratória refletem em sintomas semelhantes à asma, como dispneia, sibilos e hiperresponsividade das vias aéreas (Dixon, Peters, 2018).

A espirometria é uma técnica amplamente utilizada para avaliação da função pulmonar. É considerada padrão ouro para o diagnóstico de alterações ventilatórias. Apresenta especificidade em identificar volumes, capacidade pulmonar e velocidade na inspiração e expiração (Pereira e colaboradores, 2018).

A espirometria é um exame que quantifica os volumes e fluxos respiratórios, permitindo o rastreamento, diagnóstico e monitoramento da função pulmonar e suas patologias, sendo um teste simples, não invasivo e de fácil realização (Rivero-Yeverino, 2019). Este exame é fundamental para se avaliar a saúde respiratória geral (Graham e colaboradores, 2019).

O depósito de gordura na região abdominal, denominado andróide, promove desequilíbrio elástico do parênquima pulmonar que é identificado por exame de espirometria através da Capacidade Vital Forçada (CVF) e do Volume Expirado Forçado no primeiro segundo (VEF₁) (Sant'Anna e colaboradores, 2019).

O depósito andróide de gordura corporal é prevalente no sexo masculino e favorece um padrão ventilatório restritivo mais evidenciado (Melo, Silva, Calles, 2014).

A literatura é escassa no estabelecimento de uma relação direta da obesidade e parâmetros respiratórios. Esses efeitos mecânicos não são prontamente quantificados com testes convencionais de função pulmonar e medição do Índice de Massa Corporal (IMC) (Dixon, Peters, 2018).

Portanto, esta pesquisa teve como objetivo analisar a associação entre obesidade e função pulmonar em indivíduos adultos, por meio de identificação de distúrbios ventilatórios pulmonares através do exame de espirometria.

Essa relação não é identificada em estudos anteriores.

MATERIAIS E MÉTODOS

População Estudada

Esta pesquisa trata-se de um estudo observacional, retrospectivo, analítico e com delineamento epidemiológico transversal. A

população do presente estudo foi de caráter censitário, incluiu indivíduos com idade igual ou superior a 18 anos, que realizaram o exame de espirometria, entre 01/01/2017 a 31/12/2021.

Para o presente artigo foram selecionados 2.385 exames de espirometria de pacientes classificados como obesos. Para esta classificação e para avaliação dos pacientes, foi utilizada as orientações da Organização Mundial da Saúde (OMS, 2000), sendo classificados como: obesidade grau I: valores de 30,00 a 34,90 kg/m², obesidade grau II: valores de 35,00 a 39,90 kg/m² e obesidade grau III: valores iguais ou acima de 40,00 kg/m².

O procedimento de coleta iniciou-se após autorização do Comitê de Ética e Pesquisa do Centro Universitário de Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí sob parecer nº 5.356.893 e autorização da clínica de referência da Região do Alto Vale, Santa Catarina, Brasil, onde os exames foram realizados.

Espirometria

Todos os exames de espirometria foram realizados pelo aparelho espirômetro da marca CareFusion, utilizando-se Software Spirometry PC Software V2.5.4.0, executados por técnicos capacitados e laudados pelo médico especialista da clínica, no qual todos os pacientes foram orientados da seguinte forma: permanecer sentado, utilização de clipe nasal, posicionamento do bocal do espirômetro em região oral, realização inspiração forçada seguida expiração forçada com duração de seis segundos. Todo este processo é realizado três vezes, no qual é analisado e apresentado o melhor resultado. O Software Spirometry PC Software V2.5.4.0 calcula os melhores sopros por paciente com base na realização de três melhores sopros.

A coleta de dados foi realizada utilizando-se levantamento de dados de identificação presentes no exame de espirometria, como: idade, peso, altura e sexo. Além disso, foram observados os achados dos melhores sopros com base nos índices: Capacidade Vital Forçada (CVF), Volume Expiratório Final (VEF₁), Volume Expiratório Final v.s Capacidade Vital Forçada (VEF₁/CVF), Fluxo Expiratório Final ^{25-75%} (FEF_{25-75%}), Pico de Fluxo Expiratório (PFE), foram analisados os achados basais dos indivíduos associando-se ao predito do teste. Após, os achados do exame de espirometria

foram observados com o intuito de classificar os pacientes de acordo com o que determina a literatura: normalidade ao teste ou distúrbio ventilatório.

Assim, os indivíduos que apresentassem apenas redução abaixo de 80% do predito em VEF₁, foram classificados como Distúrbio Ventilatório Obstrutivo (DVO), já se houvesse redução abaixo de 80% do predito em CVF, era classificado como Distúrbio Ventilatório Restritivo (DVR).

Na análise da relação de VEF₁/CVF, era determinado que, uma redução abaixo de 80% do predito gerava classificação de DVO, já indivíduos que apresentassem esta relação dentro dos valores do predito ou superior a 100%, associado a valores reduzidos de CVF, foram classificados como DVR.

Foi classificado como Distúrbio Ventilatório Combinado ou Misto (DVC), quando há redução nos valores de VEF₁ e CVF abaixo de 80%, com diferença entre eles igual ou menor a 12%. Já o DVO com CVF reduzida, foi determinado quando VEF₁ e CVF apresentaram-se reduzidas, porém, é preciso que a diferença entre ambos seja maior que 12%.

E para a melhor descrição do perfil destes pacientes e associações estatísticas eles foram classificados de acordo com a sua idade: ≥ 18 a < 30 anos; ≥ 30 a < 45 anos; ≥ 45 a < 60 anos e ≥ 60 anos.

Análise Estatística

Os dados obtidos através do exame de espirometria foram digitados em planilha do programa Microsoft Excel, posteriormente os pacientes foram classificados de acordo com o IMC, de acordo com os níveis de obesidade I, II ou III.

Posteriormente, estes dados foram transferidos ao programa IBM Statistical Package for the Social Sciences (SPSS, versão 22.0) para análise estatística. Os bancos foram segmentados por gênero e classificação de IMC (Obesidade I, II e III) a fim de evitar vieses estatísticos.

As variáveis quantitativas foram observadas em relação a sua normalidade utilizando-se teste de Kolmogorov-Smirnov. A inferência estatística entre as faixas etárias (≥18 a <30 anos; ≥30 a <45 anos; ≥45 a <60 anos e ≥ 60 anos) foi realizada utilizando-se do teste paramétrico One-Way ANOVA seguido do post-hoc de Tuckey, se distribuição normal e

caso não, foi utilizado o teste H de Kruskal-Wallis, seguido do post-hoc de DUNN.

Para análise descritiva, as variáveis quantitativas discretas e contínuas foram expressas por média e desvio-padrão ($\pm$ DP) e as variáveis qualitativas nominais ou ordinais foram apresentadas em número absoluto (n) e porcentagem (%).

Em todas as análises foi adotado como nível para significância estatística um p-valor $\alpha = 0,05$ ($p < 0,05$). As tabelas foram elaboradas no Google Documentos.

RESULTADOS

Caracterização da População Estudada

A amostra do presente estudo foi composta por 2.385 adultos, sendo 963 (40,38%) do sexo masculino e 1.422 (59,62%) do sexo feminino.

A maior prevalência em ambos os sexos foi de obesidade grau I, com 657 (68,22%) indivíduos do sexo masculino e 745 (52,39%) do sexo feminino (tabela 1).

Tabela 1 - Caracterização da Amostra.

	≥18 a <30 anos n= 139 (5,83%)	≥30 a <45 anos n= 415 (17,40%)	≥45 a <60 anos n= 694 (29,10%)	≥60 anos n= 1137 (47,67%)	Total n=2385 (100,0%)
Masculino					
Obesidade Grau I	35 (5,33%)	87 (13,24%)	180 (27,4%)	355 (54,03%)	657 (100,0%)
Obesidade Grau II	12 (6,12%)	29 (14,80%)	64 (32,65%)	91 (46,43%)	196 (100,0%)
Obesidade Grau III	11 (10,0%)	37 (33,64%)	31 (28,18%)	31 (28,18%)	110 (100,0%)
Feminino					
Obesidade Grau I	33 (4,42%)	92 (12,37%)	224 (34,11%)	396 (53,09%)	745 (100,0%)
Obesidade Grau II	13 (3,44%)	71 (18,78%)	111 (29,37%)	183 (48,41%)	378 (100,0%)
Obesidade Grau III	35 (11,7%)	99 (33,11%)	84 (28,09%)	81 (27,09%)	299 (100,0%)

Legenda: >: maior; n:número absoluto; %: porcentagem. Método Estatístico Empregado: Análise Descritiva de Frequências.

Efeitos da obesidade grau I sobre os volumes ventilatórios pulmonares

Dados antropométricos e a capacidade pulmonar de indivíduos adultos com obesidade grau I são apresentados na tabela 2. Nos pacientes do sexo masculino com obesidade grau I foi identificada uma média da CVF de $4,52 \pm 0,77$ L para indivíduos com ≥ 18 a < 30 anos. Este valor de CVF foi superior dos demais intervalos de idade investigados que apresentaram valores de $3,96 \pm 0,86$ L (≥ 30 a < 45 anos), $3,32 \pm 0,87$ L (≥ 45 a < 60 anos) e $2,49 \pm 0,83$ L (≥ 60 anos). O mesmo padrão de CVF observado nos homens, foi observado em pacientes do sexo feminino. Mulheres na faixa etária de ≥ 18 a < 30 anos apresentaram CVF média de $3,12 \pm 0,66$ L, superior aos demais grupos estudados.

Valores normais ou superiores a 80% na relação VEF_1/CVF são importantes na comparação isolada de VEF_1 e CVF para diferenciação entre o diagnóstico de distúrbio ventilatório obstrutivo ou restritivo. Assim, uma relação VEF_1/CVF de $81,97 \pm 7,76\%$ e de

$82,74 \pm 8,98\%$ foram determinadas para indivíduos de ≥ 18 a < 30 anos e ≥ 30 a < 45 anos, respectivamente. Valores inferiores a 80 % foram identificados nos demais indivíduos do sexo masculino. Por outro lado, no sexo feminino, a relação VEF_1/CVF em todos os intervalos de idade apresentaram uma média acima de 80%.

Os valores de $FEF_{25-75\%}$ (L/s) foram superiores em indivíduos mais jovens, em ambos os sexos e valores de PFE (L) foram superiores em homens em relação às mulheres.

Efeitos da obesidade grau II sobre os volumes ventilatórios pulmonares

Dados antropométricos e a capacidade pulmonar de indivíduos adultos com obesidade grau II são apresentados na tabela 3. Pacientes do sexo masculino, com idades entre ≥ 18 a < 30 anos e com obesidade grau II apresentaram média de CVF de $4,80 \pm 0,74$ L. Destaca-se que o valor de CVF encontrado para indivíduos mais jovens é praticamente o dobro daquele

encontrado em homens ≥ 60 anos ($2,44 \pm 0,78$ L). O mesmo padrão de resposta foi observado no sexo feminino. Mulheres com idade ≥ 18 a < 30 anos exibiram CVF média de $2,95 \pm 0,93$ L, valor este superior aos demais intervalos de idade.

Na análise da relação VEF_1/CVF , os intervalos de idade de ≥ 18 a < 30 anos e ≥ 60 anos apresentaram valores inferiores a 80% e foram respectivamente $78,00 \pm 8,43\%$ e $79,67 \pm 10,69\%$. No sexo feminino todos os intervalos apresentaram valores superiores a 80%.

Tabela 2 - Dados antropométricos e capacidade pulmonar de indivíduos adultos com obesidade grau I

Variáveis	Masculino				p-value	Feminino				p-value
	≥ 18 a < 30 anos	≥ 30 a < 45 anos	≥ 45 a < 60 anos	≥ 60 anos		≥ 18 a < 30 anos	≥ 30 a < 45 anos	≥ 45 a < 60 anos	≥ 60 anos	
	n=35	n=87	n=180	n=355		n=33	n=92	n=224	n=395	
Idade, anos	$25,06 \pm 3,61^{bc}$	$37,83 \pm 4,4^{de}$	$52,93 \pm 4,17^f$	$70,36 \pm 7,0$	$0,01^{**}$	$23,24 \pm 3,5^{bc}$	$38,18 \pm 4,2^{de}$	$53,10 \pm 4,17^f$	$70,04 \pm 7,3$	$0,01^{**}$
Altura, cm	$175,66 \pm 8,80^c$	$174,83 \pm 7,3^e$	$173,1 \pm 7,10^f$	$169,4 \pm 6,4$	$0,01^{**}$	$162,1 \pm 6,0^{bc}$	$161,5 \pm 7,1^{de}$	$158,8 \pm 6,79^f$	$157,0 \pm 6,4$	$0,01^{**}$
Peso, kg	$99,17 \pm 10,36^c$	$98,70 \pm 9,42^e$	$96,38 \pm 8,77^f$	$91,98 \pm 8,0$	$0,01^{**}$	$84,88 \pm 7,88^c$	$84,83 \pm 8,5^{de}$	$81,44 \pm 7,75^f$	$79,57 \pm 7,2$	$0,01^{**}$
IMC, kg/m ²	$32,07 \pm 1,12$	$32,23 \pm 1,31$	$32,11 \pm 1,36$	$32,0 \pm 1,46$	$0,38^{**}$	$32,22 \pm 1,51$	$32,45 \pm 1,48$	$32,21 \pm 1,45$	$32,23 \pm 1,4$	$0,56^{**}$
CVF (L)	$4,52 \pm 0,77^{abc}$	$3,96 \pm 0,86^{de}$	$3,32 \pm 0,87^f$	$2,49 \pm 0,83$	$0,01^{**}$	$3,12 \pm 0,66^{bc}$	$2,90 \pm 0,69^{de}$	$2,28 \pm 0,61^f$	$2,08 \pm 0,83$	$0,01^{**}$
VEF_1 (L)	$3,71 \pm 0,72^{bc}$	$3,28 \pm 0,76^{de}$	$2,62 \pm 0,76^f$	$1,92 \pm 0,70$	$0,01^{**}$	$2,64 \pm 0,63^{bc}$	$2,43 \pm 0,63^{de}$	$1,90 \pm 0,56^f$	$1,43 \pm 0,48$	$0,01^{**}$
VEF_1/CVF (%)	$81,97 \pm 7,76$	$82,74 \pm 8,9^{de}$	$78,96 \pm 10,6$	$77,8 \pm 12,7$	$0,01^{**}$	$84,24 \pm 10,2$	$83,78 \pm 10,6$	$83,17 \pm 10,5$	$82,7 \pm 11,5$	$0,88^{**}$
FEF _{25-75%} (L/s)	$3,63 \pm 1,18^{bc}$	$3,47 \pm 1,30^{de}$	$2,54 \pm 1,21^f$	$1,82 \pm 1,04$	$0,01^{**}$	$2,96 \pm 1,10^{bc}$	$2,68 \pm 1,02^{de}$	$2,10 \pm 0,95^f$	$1,54 \pm 0,76$	$0,01^{**}$
PFE (L)	$8,14 \pm 1,58^{bc}$	$7,86 \pm 2,04^{de}$	$6,63 \pm 2,00^f$	$4,80 \pm 2,02$	$0,01^{**}$	$5,51 \pm 1,46^{bc}$	$5,20 \pm 1,54^{de}$	$4,59 \pm 1,55^f$	$3,48 \pm 1,31$	$0,01^{**}$

Legenda: cm: centímetros; CVF: Capacidade Vital Forçada; FEF_{25-75%}: Fluxo Expiratório Final_{25-75%}; IMC: Índice de Massa Corporal; kg: quilogramas; VEF_1 : Volume Expiratório Final; VEF_1/CVF : Volume Expiratório Final/Capacidade Vital Forçada; FEF_{25-75%}: Fluxo Expiratório Final_{25-75%}. L: litros; L/s: litro/segundo; PFE: Pico de Fluxo Expiratório/ n: número absoluto; %: porcentagem. Método Estatístico Empregado: χ^2 = Teste One-Way ANOVA, seguido do post-hoc de Tuckey; * = Teste U de Kruskal-Wallis, seguido do post-hoc de Dunn. Comparação entre os grupos: a: ≥ 18 a < 30 anos v.s ≥ 30 a < 45 anos; b: ≥ 18 a < 30 anos v.s ≥ 45 a < 60 anos; c: ≥ 18 a < 30 anos v.s ≥ 60 anos; d: ≥ 30 a < 45 anos v.s ≥ 45 a < 60 anos; e: ≥ 30 a < 45 anos v.s ≥ 60 anos; f: ≥ 45 a < 60 anos v.s ≥ 60 anos. Considerado como estatisticamente significativo: *p<0,05.

Tabela 3 - Dados antropométricos e capacidade pulmonar de indivíduos adultos com obesidade grau II.

Variáveis	Masculino				p-value	Feminino				p-value
	≥ 18 a < 30 anos	≥ 30 a < 45 anos	≥ 45 a < 60 anos	≥ 60 anos		≥ 18 a < 30 anos	≥ 30 a < 45 anos	≥ 45 a < 60 anos	≥ 60 anos	
	n=12	n=29	n=64	n=91		n=13	n=71	n=111	n=183	
Idade, anos	$26,0 \pm 3,2^{bc}$	$37,1 \pm 4,2^{de}$	$52,08 \pm 4,2^f$	$69,0 \pm 7,4$	$0,01^{**}$	$26,0 \pm 3,0^{bc}$	$37,6 \pm 4,4^{de}$	$51,84 \pm 4,4^f$	$69,05 \pm 6,35$	$0,01^{**}$
Altura, cm	$182,67 \pm 3,85^{abc}$	$174,38 \pm 7,4^e$	$173,13 \pm 6,84^f$	$169,18 \pm 7,00$	$0,01^{**}$	$164,08 \pm 6,90^c$	$162,25 \pm 6,62^e$	$159,3 \pm 6,94^f$	$155,22 \pm 5,62$	$0,01^{**}$
Peso, kg	$122,75 \pm 4,92^{abc}$	$114,72 \pm 9,90^e$	$111,13 \pm 9,36^f$	$105,93 \pm 8,72$	$0,01^{**}$	$101,08 \pm 7,95^c$	$99,27 \pm 9,26^{de}$	$95,08 \pm 8,79^f$	$89,75 \pm 7,2$	$0,01^{**}$
IMC, kg/m ²	$36,78 \pm 1,2$	$37,67 \pm 1,3$	$37,03 \pm 1,5$	$36,9 \pm 1,4$	$0,12^{**}$	$37,53 \pm 1,1$	$37,64 \pm 1,5$	$37,31 \pm 1,4$	$37,31 \pm 1,4$	$0,19^{**}$
CVF (L)	$4,80 \pm 0,7^{abc}$	$3,88 \pm 1,1^{de}$	$3,16 \pm 1,01^f$	$2,44 \pm 0,7$	$0,01^{**}$	$2,95 \pm 0,93^c$	$2,83 \pm 0,7^{de}$	$2,35 \pm 0,83^f$	$1,74 \pm 0,51$	$0,01^{**}$
VEF_1 (L)	$3,77 \pm 0,80$	$3,17 \pm 0,93$	$2,53 \pm 0,75$	$1,93 \pm 0,6$	$0,01^{**}$	$2,54 \pm 0,8^{bc}$	$2,43 \pm 0,6^{de}$	$1,94 \pm 0,61^f$	$1,45 \pm 0,45$	$0,01^{**}$
VEF_1/CVF (%)	$78,0 \pm 8,4^{bc}$	$82,0 \pm 7,5^e$	$80,4 \pm 11,3^f$	$79,6 \pm 10,6$	$0,58^{**}$	$86,2 \pm 10,4$	$85,86 \pm 8,2$	$84,15 \pm 9,6$	$84,0 \pm 10,8$	$0,56^{**}$
FEF _{25-75%} (L/s)	$3,3 \pm 1,08^c$	$3,23 \pm 1,2^e$	$2,56 \pm 1,13^f$	$1,80 \pm 0,8$	$0,01^{**}$	$2,94 \pm 1,2^{bc}$	$2,83 \pm 1,0^{de}$	$2,19 \pm 0,99^f$	$1,62 \pm 0,78$	$0,01^{**}$
PFE (L)	$9,15 \pm 1,9^{bc}$	$7,65 \pm 2,2^{de}$	$6,08 \pm 1,97^f$	$4,76 \pm 1,7$	$0,01^{**}$	$5,91 \pm 2,2^{bc}$	$5,78 \pm 1,4^{de}$	$4,70 \pm 1,63^f$	$3,64 \pm 1,30$	$0,01^{**}$

Legenda: cm: centímetros; CVF: Capacidade Vital Forçada; FEF_{25-75%}: Fluxo Expiratório Final_{25-75%}; IMC: Índice de Massa Corporal; kg: quilogramas; VEF_1 : Volume Expiratório Final; VEF_1/CVF : Volume Expiratório Final/Capacidade Vital Forçada; FEF_{25-75%}: Fluxo Expiratório Final_{25-75%}. L: litros; L/s:

litro/segundo; PFE: Pico de Fluxo Expiratório/ n:número absoluto; %: porcentagem. Método Estatístico Empregado: χ^2 = Teste One-Way ANOVA, seguido do post-hoc de Tuckey; χ^2 = Teste U de Kruskal-Wallis, seguido do post-hoc de Dunn. Comparação entre os grupos: ^a: ≥ 18 a < 30 anos v.s ≥ 30 a < 45 anos; ^b: ≥ 18 a < 30 anos v.s ≥ 45 a < 60 anos; ^c: ≥ 18 a < 30 anos v.s ≥ 60 anos; ^d: ≥ 30 a < 45 anos v.s ≥ 45 a < 60 anos; ^e: ≥ 30 a < 45 anos v.s ≥ 60 anos; ^f: ≥ 45 a < 60 anos v.s ≥ 60 anos. Considerado como estatisticamente significativo: * $p < 0,05$.

Foi observado que indivíduos mais jovens, em ambos os sexos, exibiram os maiores valores para FEF_{25-75%} (L/s), sendo que os homens apresentaram os maiores resultados. Neste sentido, os valores de PFE (L) foram superiores no intervalo de ≥ 18 a < 30 anos, em ambos os sexos.

Efeitos da obesidade grau III sobre os volumes ventilatórios pulmonares

Dados antropométricos e a capacidade pulmonar de indivíduos adultos com obesidade grau III são apresentados na tabela 4. Pacientes do sexo masculino, com idades de ≥ 18 a < 30 anos e obesidade grau III apresentaram média de CVF de $4,64 \pm 0,73$ L. Este valor foi superior aos demais valores encontrados para os diferentes intervalos de idade. Ressalta-se que, indivíduos ≥ 60 anos apresentaram valor médio de CVF aproximadamente 50% inferior em comparação aos mais jovens ($2,34 \pm 0,66$ L).

Diferentemente do relatado anteriormente, no sexo feminino, pacientes

com idades de ≥ 30 a < 45 anos apresentaram o maior valor médio de CVF ($3,72 \pm 0,60$ L) dentre os intervalos de idade analisados. Este achado foi seguido pelo valor de CVF encontrado em mulheres com idades de ≥ 18 a < 30 anos ($3,26 \pm 0,54$ L). Mulheres com idade ≥ 60 anos, apresentaram o menor valor de CVF ($1,69 \pm 0,54$).

Na verificação da relação VEF₁/CVF, a média apresentada pelos homens com idade entre ≥ 18 e < 30 anos, foi de $88,97 \pm 5,77\%$, sendo superior aos demais intervalos de idade estudados. Valores inferiores a 80% foram observados em pacientes com ≥ 60 anos ($79,45 \pm 11,89\%$). No sexo feminino todos os intervalos exibiram valores superiores a 80%. Mulheres com idades entre ≥ 18 e < 30 anos apresentaram valor médio para a relação VEF₁/CVF de $88,97 \pm 5,77\%$.

Na análise de FEF_{25-75%} (L/s) e PFE (L), homens no intervalo de idade ≥ 18 a < 30 anos apresentaram os maiores resultados. O mesmo padrão de resposta foi observado nas mulheres.

Tabela 4 - Dados antropométricos e capacidade pulmonar de indivíduos adultos com obesidade grau III

Variáveis	Masculino					Feminino				
	≥ 18 a < 30 anos n=11	≥ 30 a < 45 anos n=37	≥ 45 a < 60 anos n=31	≥ 60 anos n=31	p	≥ 18 a < 30 anos n=35	≥ 30 a < 45 anos n=99	≥ 45 a < 60 anos n=84	≥ 60 anos n=81	p
Idade, anos	$26,2 \pm 3,2^b$ c	$37,19 \pm 4,5^d$ e	$50,00 \pm 3,6$ 7 ^f	$65,97 \pm 3,1$	0,01 ^x	$25,11 \pm 2,8^a$ bc	$37,36 \pm 3,8^d$ e	$51,89 \pm 4,40$ f	$69,94 \pm 7,3$	0,01 ^{xy}
Altura, cm	$178,9 \pm 6,2^b$	$177,6 \pm 9,4^d$ e	$171,74 \pm 7,4$	$170,9 \pm 13,0$	0,01 ^y	$165,0 \pm 5,9^b$ c	$161,5 \pm 8,3^d$ e	$159,3 \pm 6,94$ f	$156,1 \pm 5,8$	0,01 ^{xy}
Peso, kg	$162,7 \pm 22,1^{bc}$	$144,5 \pm 25,3$ e	$132,7 \pm 23,1$	$125,3 \pm 21,5$	0,01 ^y	$119,3 \pm 11,2$ c	$119,7 \pm 20,5^e$	$115,0 \pm 14,8$ f	$107,5 \pm 13,1$	0,01 ^{xy}
IMC, kg/m ²	$50,7 \pm 6,1^a$ c	$45,59 \pm 5,48$	$43,92 \pm 9,5$	$46,6 \pm 17,3$	0,01 ^y	$43,85 \pm 3,51$	$45,97 \pm 5,4^e$	$45,30 \pm 4,69$	$44,0 \pm 4,5$	0,01 ^{xy}
CVF (L)	$4,6 \pm 0,7^{abc}$	$3,75 \pm 1,00^{df}$	$2,99 \pm 0,94^f$	$2,34 \pm 0,66$	0,01 ^x	$3,26 \pm 0,5^{abc}$	$3,72 \pm 9,6^{de}$	$2,24 \pm 0,74^f$	$1,69 \pm 0,5$	0,01 ^{xy}
VEF ₁ (L)	$3,9 \pm 0,7^{abc}$	$3,07 \pm 0,8^{de}$	$2,42 \pm 0,80^f$	$1,83 \pm 0,51$	0,01 ^x	$2,89 \pm 0,4^{abc}$	$2,36 \pm 0,6^{de}$	$1,89 \pm 0,65^f$	$1,41 \pm 0,4$	0,01 ^{xy}
VEF ₁ /CVF (%)	$83,7 \pm 6,5$	$82,68 \pm 9,55$	$81,13 \pm 9,4$	$79,4 \pm 11,8$	0,50 ^x	$88,97 \pm 5,7^b$	$86,16 \pm 7,1$	$84,08 \pm 9,01$	$84,4 \pm 9,2$	0,02 ^{xy}
FEF _{25-75%} (L/s)	$4,2 \pm 1,4^{bc}$	$3,20 \pm 1,27^e$	$2,58 \pm 1,45$	$1,72 \pm 0,72$	0,01 ^y	$3,51 \pm 0,7^{abc}$	$2,84 \pm 1,2^{de}$	$2,13 \pm 0,95^f$	$1,50 \pm 0,68$	0,01 ^{xy}
PFE (L)	$8,0 \pm 1,4^{ac}$	$7,82 \pm 1,9^{de}$	$6,19 \pm 2,15^f$	$4,68 \pm 1,56$	0,01 ^x	$6,21 \pm 1,2^{bc}$	$5,64 \pm 1,7^{de}$	$4,58 \pm 1,72^f$	$3,51 \pm 1,2$	0,01 ^{xy}

Legenda: cm: centímetros; CVF: Capacidade Vital Forçada; FEF_{25-75%}: Fluxo Expiratório Final_{25-75%}; IMC: Índice de Massa Corporal; kg: quilogramas; VEF₁: Volume Expiratório Final; VEF₁/CVF: Volume

Expiratório Final/Capacidade Vital Forçada; FEF_{25-75%} : Fluxo Expiratório Final _{25-75%}. L: litros; L/s: litro/segundo; PFE: Pico de Fluxo Expiratório/ n:número absoluto; %: porcentagem. Método Estatístico Empregado: ^x= Teste One-Way ANOVA, seguido do post-hoc de Tuckey; ^y= Teste U de Kruskal-Wallis, seguido do post-hoc de Dunn. Comparação entre os grupos: ^a: ≥18 a <30 anos v.s ≥30 a <45 anos; ^b: ≥18 a <30 anos v.s ≥45 a <60 anos; ^c: ≥18 a <30 anos v.s ≥60 anos; ^d: ≥30 a <45 anos v.s ≥45 a <60 anos; ^e: ≥30 a <45 anos v.s ≥60 anos; ^f: ≥45 a <60 anos v.s ≥60 anos. Considerado como estatisticamente significativo: *p<0,05.

Efeitos da obesidade na função pulmonar apresentados no exame de espirometria

A análise dos exames espirométricos, dentro do seu respectivo grau de obesidade e intervalo de idade, são demonstrados na tabela 5. Nos pacientes com obesidade grau I, volumes pulmonares normais foram observados para 42,9 % dos homens e 51,5 % das mulheres na menor faixa etária investigada. Nos pacientes do sexo masculino, ainda com obesidade grau I e no menor intervalo de idade estudado, 22,9% apresentaram DVO enquanto 25,7% exibiram DVR. No intervalo de idade ≥ 30 e < 45 anos, 34,5% de indivíduos do sexo masculino e 51,1% do sexo feminino

apresentaram valores de volumes pulmonares normais. Neste intervalo de idade, 37,9% dos homens demonstraram DVR e 26,1% das mulheres. No intervalo de idade ≥ 45 e < 60 anos, 18,9% dos homens e 26,3% das mulheres demonstraram valores de volumes pulmonares normais para o predito. DVR foi encontrado em 35% dos homens e 44,2% das mulheres. Em indivíduos com ≥ 60 anos, apenas 5,1% dos homens e 12,9% das mulheres encontraram-se com valores dentro da normalidade. Neste intervalo de idade, 44,5% dos homens e 53,7% das mulheres apresentaram DVR. Foi observado que 32,7% dos homens e 22,5% das mulheres apresentaram DVC.

Tabela 5 - Distúrbios ventilatórios associados a intervalo de idade e grau de obesidade

Variáveis	Masculino				p-value	Feminino				p-value
	≥18 a <30 anos	≥30 a <45 anos	≥45 a <60 anos	≥60 anos		≥18 a <30 anos	≥30 a <45 anos	≥45 a <60 anos	≥60 anos	
Obesidade grau 1	n=35 (%)	n=87 (%)	n=180 (%)	n=355 (%)		n=33	n=92	n=224	n=395	
Normal	15 (42,9) ^{a=4,8}	30 (34,5) ^{ra=5,6}	34 (18,9)	18 (5,1)		17 (51,5) ^{ra=3,9}	47 (51,1) ^{ra=6,7}	59 (26,3)	51 (12,9)	
DVO	8 (22,9) ^{ra=2,3}	12 (13,8)	24 (13,3)	29 (8,2)		3 (9,1)	9 (9,8)	15 (6,7)	27 (6,8)	
DVO ↓CVF	2 (5,7)	5 (5,7)	8 (4,4)	34 (9,6) ^{ra=2,2}	0,01*	2 (6,1)	7 (7,6)	13 (5,8)	16 (4,1)	0,01*
DVR	9 (25,7)	33 (37,9)	63 (35,0)	158 (44,5) ^{ra=2,5}		9 (27,3)	24 (26,1)	99 (44,2)	212 (53,7) ^{ra=4,3}	
DVC	1 (2,9)	7 (8,0)	51 (28,30)	116 (32,7) ^{ra=3,8}		2 (6,1)	5 (5,4)	38 (17,0)	89 (22,5) ^{ra=3,4}	
Obesidade grau 2	n=12	n=29	n=64	n=91		n=13	n=71	n=111	n=183	
Normal	4 (33,3)	12 (41,4) ^{ra=4,5}	9 (14,1)	3 (3,3)		5 (38,5)	32 (45,1) ^{ra=4,4}	36 (32,4)	20 (10,9)	
DVO	3 (25,0)	5 (17,2)	9 (14,1)	6 (6,6)		1 (7,7)	6 (8,5)	6 (5,4)	11 (6,0)	
DVO ↓CVF	1 (8,3)	0 (0,0)	3 (4,7)	1 (1,1)	0,01*	1 (7,7)	0 (0,0)	4 (3,6)	6 (3,3)	0,01*
DVR	2 (16,7)	6 (20,7)	32 (50,0)	40 (44,0)		6 (46,2)	27 (38,0)	49 (44,1)	110 (60,1) ^{ra=3,5}	
DVC	2 (16,7)	6 (20,7)	11 (17,2)	41 (45,1) ^{ra=4,1}		0 (0,0)	6 (8,5)	16 (14,4)	36 (19,7) ^{ra=2,3}	
Obesidade grau 3	n=11	n=37	n=31	n=31		n=35	n=99	n=84	n=81	
Normal	5 (45,5) ^{ra=3,9}	4 (10,8)	3 (9,7)	0 (0,0)		19 (54,3) ^{ra=3,4}	45 (45,5) ^{ra=4,2}	19 (22,6)	6 (7,4)	
DVO	0 (0,0)	6 (16,2)	3 (9,7)	1 (3,2)		1 (2,9)	4 (4,0)	4 (4,8)	6 (7,4)	
DVO ↓CVF	0 (0,0)	2 (5,4)	1 (3,2)	2 (6,5)	0,01*	0 (0,0)	1 (1,0)	2 (2,4)	3 (3,7)	0,01*
DVR	3 (27,3)	21 (56,8)	13 (41,9)	15 (48,4)		14 (40,0)	42 (42,4)	43 (51,2)	53 (65,4) ^{ra=3,1}	

DVC	3 (27,3)	4 (10,8)	11 (35,5)	13 (41,9) ^{1a=2,0}	1 (2,9)	7 (7,1)	16 (19,0)	13 (16,0)
-----	----------	----------	-----------	-----------------------------	---------	---------	-----------	-----------

Legenda: DVO=Distúrbio Ventilatório Obstrutivo. DVO ↓CVF= Distúrbio Ventilatório Obstrutivo com redução de Capacidade Vital Forçada. DVR= Distúrbio Ventilatório Restritivo. DVC=Distúrbio Ventilatório Combinado.

Entre os homens com obesidade grau II, no intervalo de idade ≥ 18 e < 30 anos, 33,33% exibiram volumes pulmonares normais, com comportamento semelhante nas mulheres na mesma faixa etária estudada (38,5%).

Neste mesmo intervalo de idade, 25,0% dos homens e 7,7% das mulheres apresentaram DVO e 16,7% dos homens e 46,2% das mulheres apresentaram DVR. No intervalo entre ≥ 30 e < 45 anos, 41,4% dos homens e 45,1% das mulheres estavam com volumes pulmonares dentro da normalidade.

Nessa mesma faixa etária, 17,2% dos homens e 8,5% das mulheres possuíam DVO e 20,7% dos homens e 38,0% das mulheres exibiram DVR. Em indivíduos com idade ≥ 45 e < 60 anos, foi observado que 14,1% dos homens e 32,4% das mulheres demonstraram volumes pulmonares dentro da normalidade. Neste mesmo intervalo de idade, 50,0% dos homens e 44,1% das mulheres apresentaram DVR.

Apenas 3,3 % dos homens e 10,9 % das mulheres com ≥ 60 anos apresentaram valores de volume pulmonar normais. Neste intervalo de idade 44% dos homens e 60,1% das mulheres exibiram DVR e 45,1% dos homens e 19,7% das mulheres demonstraram DVC.

Na obesidade grau III, no intervalo de idade ≥ 18 e < 30 anos, 45,5% dos homens e 54,3% das mulheres exibiram valores dentro da normalidade para o predito de volume pulmonar.

Em relação ao DVR, foi verificado que 27,3% dos homens e 40,0% das mulheres possuíam o distúrbio.

No intervalo de idade ≥ 30 e < 45 anos, 10,8 % dos homens e 45,5% das mulheres possuíam resultado do exame de espirometria normal (volume pulmonar). Neste intervalo, 16,2% dos homens e 4,0% das mulheres exibiram DVO. O DVR foi observado em 56,8% dos homens e 42,4% das mulheres.

Na análise no intervalo de idade ≥ 45 anos e < 60 anos, 9,7% dos homens e 22,6% das mulheres estavam com a função pulmonar normal. Em relação ao DVR, 41,9% dos homens e 51,2% das mulheres apresentaram o distúrbio. Nos resultados dos indivíduos ≥ 60

anos, 48,4% dos homens e 65,4% das mulheres estavam com DVR e 41,9% dos homens e 16,0% das mulheres apresentaram DVC

DISCUSSÃO

Dados epidemiológicos (OMS, 2021) destacam a prevalência da obesidade em todos os continentes, evidenciam um crescente problema de saúde pública mundial, contribuindo diretamente para o desenvolvimento de doenças cardiorrespiratórias (Dixon, Peters, 2018; Hegewald, 2021).

O aumento da prevalência afeta a epidemiologia das doenças respiratórias, por mecanismos estruturais e inflamatórios (Brock e colaboradores, 2020).

No presente estudo foram investigadas as variáveis espirométricas VEF₁, CVF e a relação entre VEF₁ e CVF. O VEF₁ é utilizado para avaliar a presença de distúrbios obstrutivos e é determinante no diagnóstico dessas disfunções, como no caso da doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) (Langan, Goodbred 2020).

A CVF é empregada para determinação de distúrbios restritivos como a fibrose pulmonar (Nathan e colaboradores, 2021).

A relação entre VEF₁ e CVF é determinante para identificação do tipo de distúrbio ventilatório em casos específicos como em pacientes com valores limítrofes nos resultados isolados de VEF₁ e CVF (Schultz e colaboradores, 2016).

A literatura tem mostrado que mulheres têm volumes e fluxos pulmonares reduzidos em relação aos homens, com mesma idade e altura. Há até 30% de variação da função pulmonar (Rufino, Costa, Lopes, 2018). Nossos achados corroboram com a literatura nos diferentes graus de obesidade estudados.

Nosso estudo investigou a prevalência da obesidade em diferentes faixas etárias. Nossos achados corroboram com a literatura que mostra que a obesidade é mais prevalente em idades mais avançadas (Oliveira e colaboradores, 2017).

Comparando com crianças, a prevalência de obesidade é encontrada em idades menores (Lindner, Kahl, Rocha, 2023).

Nos pacientes adultos mais idosos, as médias de CVF e VEF₁ foram inferiores às dos pacientes adultos mais jovens, sugerindo piora do quadro respiratório com o aumento da idade (Oliveira e colaboradores, 2017).

A CVF inferior nos mais obesos é vinculada ao maior depósito de gordura, que altera a estrutura torácica e diminui volumes e capacidades pulmonares (Zakaria e colaboradores, 2019).

A obesidade causa redução da complacência pulmonar, fechamento de vias aéreas basais bilaterais, aprisionamento de ar pulmonar, microatelectasias e volume sanguíneo intratorácico elevado, aumenta a retração elástica pulmonar e diminui os volumes ventilatórios (O'Donnell, Ciavaglia, Neder, 2014). Corroborando a literatura, homens e mulheres com idade ≥ 60 anos e com obesidade grau III, apresentaram os menores valores. Diferentemente, homens e mulheres com idade ≥ 18 e < 30 anos e com obesidade grau III, apresentaram os maiores valores de VEF₁.

Neste estudo observamos que a normalidade encontrada na relação VEF₁/CVF no sexo feminino na obesidade grau I, II e III, pode ter influência do fator idade, no qual há um declínio de CVF com o processo de envelhecimento e com a menopausa.

No estado de menopausa e pós-menopausa o declínio de CVF pode ser de 10,2ml/ano e 12,5ml/ano de volume pulmonar exalado, respectivamente, se comparado a mulheres com ciclo menstrual normal. Os valores de VEF₁ apresentam menores reduções em relação à CVF quando associado à menopausa (Triebner e colaboradores, 2017).

Este achado pode ser explicado pelo fato de haver maior redução dos valores de CVF se comparados de forma isolada com VEF₁ em indivíduos obesos, quando comparados a não obesos (Sant'Anna e colaboradores, 2019).

Ademais, as mulheres sofrem menos alterações nos padrões respiratórios por diferenças na distribuição de tecido adiposo pelo corpo, como o depósito de gordura tipo gínóide, prevalente em mulheres (Mafort, 2018).

Por outro lado, as alterações de CVF e VEF₁ são mais prevalentes em homens pelo padrão de depósito de gordura, sendo que a

frequência do padrão andróide ocorre mais em homens promovendo maior resistência à contração diafragmática (Melo, Silva, Calles, 2014).

Homens possuem maior prejuízo em VEF₁ e na CVF do que mulheres se comparados com o mesmo grau de obesidade (Mafort, 2018).

Nos homens, com obesidade grau I, a relação VEF₁/CVF, com valor de normalidade em indivíduos ≥ 18 e < 45 anos, pode estar associada ao processo de envelhecimento (Rufino, Costa, Lopes, 2018).

Destacamos que na obesidade grau II, na relação VEF₁/CVF, homens jovens e idosos (idade ≥ 18 a < 30 e ≥ 60 anos), ambos com valores médios inferiores a 80%. Este achado é contraditório ao encontrado na literatura (DeBoer e colaboradores, 2018), que mostra que após a puberdade os homens possuem valores elevados dos hormônios testosterona e dehidroepiandrosterona. A ação desses hormônios em receptores adrenérgicos, especificamente na musculatura lisa brônquica promove vasodilatação dos brônquios, resultando em melhores valores de VEF₁/CVF. Ressalta-se que no nosso estudo, a maioria dos pacientes homens com obesidade grau II, encontra-se em idade igual ou superior a 45 anos, e que o aumento dos níveis de IMC é inversamente proporcional aos valores de testosterona (Holmboe e colaboradores, 2021).

Os valores da relação VEF₁/CVF tendem a elevar-se de acordo com o aumento das faixas de IMC, por redução de CVF, sugerindo assim um padrão ventilatório restritivo (Zakaria e colaboradores, 2019). Consistente com a literatura, foi verificado em nosso estudo que em ambos os sexos, os maiores valores da relação de VEF₁/CVF encontravam-se na obesidade grau III.

Sabe-se que o IMC se relaciona negativamente com os valores de FEF_{25-75%}, e que o decréscimo não é significativo em relação à obesidade (Forno e colaboradores, 2018). Porém, observamos maiores valores de FEF_{25-75%} (L/s) em ambos os sexos, em indivíduos com idade entre ≥ 18 e < 30 anos e com obesidade grau III. O FEF_{25-75%} (L/s) avalia o funcionamento de pequenas vias aéreas, indica precocemente obstrução de via aérea e determina de maneira sensível alterações relacionadas à obesidade crônica (Probst-Hensch e colaboradores, 2021).

Além do mais, FEF_{25-75%} diminui com o processo de envelhecimento independente

do peso corpóreo (Sposato e colaboradores, 2016).

Os valores de PEF, apresentam-se diminuídos em indivíduos obesos (Wang, e colaboradores, 2017; Moazzami, Bijeh, Farahati, 2021). Em nosso estudo os achados no sexo masculino está de acordo com o estabelecido pela literatura, porém, o mesmo não é observado no sexo feminino. Isso pode estar relacionado ao tipo de depósito de gordura ginóide, presente nas mulheres, que desenvolve menores alterações nos volumes pulmonares (Melo, Silva, Calles, 2014; Mafort, 2018).

Em nosso estudo, a prevalência de DVC e principalmente de DVR com o processo de envelhecimento associado ao aumento do grau de obesidade foi observado em ambos os sexos. O envelhecimento está associado a alterações estruturais e funcionais no sistema respiratório, com perda de funcionalidade no processo de senescência, inclusive em indivíduos saudáveis, a partir dos 35 anos, ocasionando diminuição tensional arterial de oxigênio (Cho, 2020).

O aumento de DVR relacionado a idade está associado a causas intrínsecas, como a destruição do parênquima pulmonar distal devido a infiltrados inflamatórios, toxinas ou por outros mecanismos ainda não elucidados e causas extrínsecas resultante de condições extra parenquimatosas como no caso de obesidade. Vale destacar que entre 35 e 44 anos, os distúrbios por condições restritivas apresentam uma prevalência de 2,7 /100.000 pessoas, enquanto acima dos 75 anos esta prevalência aumenta para 175/100.000 pessoas (Martinez-Pitre, Sabulla, Cascella, 2023).

Esta evolução de acordo com envelhecimento e obesidade sugere que os pulmões de sujeitos muito obesos apresentam profundos graus de colapso no processo expiratório, sob influência do peso da caixa torácica exercida sobre os pulmões (Bates e colaboradores, 2021).

A prevalência de DVR em mulheres parece estar associada aos baixos níveis plasmáticos de estrogênio.

Embora a literatura tenha mostrado que o estrogênio está relacionado com a modificações da função pulmonar (Lim e colaboradores, 2020; Lopes e colaboradores, 2021; Kalidhindi e colaboradores, 2020), os dados do papel do estrogênio sobre a função

pulmonar na obesidade ainda são escassos e controversos.

Em modelo de asma induzida por uma mistura de alérgenos em camundongos geneticamente deficientes de receptores do tipo β para estrógeno ($ER\beta^{-/-}$), maiores depósitos de fibronectina, vimentina e α -actina de músculo liso foram identificados nos pulmões desses animais em comparação aos controles. Esses achados sugerem um papel central do estrogênio no remodelamento pulmonar (Kalidhindi e colaboradores, 2020).

Lopes e colaboradores (2021), investigaram os impactos da obesidade em camundongos ovariectomizados sobre a função pulmonar. Os autores demonstraram que as fêmeas obesas apresentaram importante ganho de peso, acúmulo de gordura abdominal e depósito de colágeno tipo I nas vias aéreas, indicando um esforço exacerbado do diafragma e dos músculos respiratórios (Lopes, e colaboradores, 2021).

Entretanto, nesse estudo a ausência de estrogênio parece ter amenizado os efeitos pulmonares ocasionados pela obesidade.

Durante o processo de senescência e com o período pós-menopausa, a redução de estrogênio observada no organismo feminino parece estar relacionada com um quadro de inflamação sistêmica e pulmonar. Estes fatores associados desencadeiam uma diminuição do espaço vertebral e da expansibilidade da caixa torácica.

Como consequência, essas alterações promovem redução de CVF e favorecem o DVR.

Ademais, mulheres com menarca precoce, com idade inferior ou igual a 10 anos, apresentam função pulmonar anormal com diminuição de VEF₁ e de CVF que reduz até 126ml, devido a conclusão prematura do desenvolvimento pulmonar (Lim e colaboradores, 2020).

O sexo feminino tem apresentado maior risco para desenvolver DVR (Martinez-Pitre, Sabulla, Cascella 2023). O DVR está associado a uma maior prevalência em indivíduos com mais de 47 anos, sexo feminino e obesos, sendo que em adultos assintomáticos, um padrão restritivo é comum (Sperandio e colaboradores, 2016).

A obesidade está associada a reduções acentuadas no volume de reserva expiratório e na capacidade residual funcional (Hegewald, 2021).

Nosso estudo indicou prevalência de DVR em mulheres obesidade grau 3, principalmente naquelas com mais de 45 anos.

Neste sentido, evidencia-se nesta pesquisa que a obesidade favorece o desenvolvimento de DVR, relacionado inclusive ao processo de envelhecimento. Ressalta-se que os homens apresentam similaridade no desenvolvimento deste distúrbio entre os graus de obesidade quando comparados ao processo de envelhecimento.

Destacamos que nas mulheres não foi possível encontrar a mesma similaridade, fator que pode ser justificado por questões hormonais já apresentadas na literatura.

Diante dos achados desta pesquisa, há de se considerar as peculiaridades dos indivíduos analisados nesta amostra, que são residentes de uma região colonizada por europeus, residentes no Sul do Brasil, com influências climáticas, culturais, hábitos regionais, como: uso de fogão a lenha, tabagismo, alimentação típica além de questões socioeconômicas.

CONCLUSÃO

O DVR se torna mais presente com o processo de envelhecimento e com o aumento do grau de obesidade.

Portanto, com a análise de exames de espirometria em pacientes obesos, foi possível compreender que há modificações ventilatórias desenvolvidas pelo acúmulo de tecido adiposo no corpo humano. Ressalta-se a importância de analisar os exames espirométricos por: sexo, dados antropométricos associados a classificação do índice de massa corporal e por intervalo de idade.

Nesta pesquisa, destacamos algo não proposto pela literatura, análises considerando intervalos de idade, que promoveram resultados que evidenciaram diferenças significativas nos volumes pulmonares associados ao processo de envelhecimento de um indivíduo adulto e que impactam no diagnóstico e condutas terapêuticas dos profissionais da saúde.

REFERENCIAS

1-Albuquerque, C.G.; Andrade, F.M.; Rocha, M.A.; Oliveira, A.F.; Ladosky, W.; Victor, E.G.; Rizzo, J.Â. Determining respiratory system resistance and reactance by impulse

oscillometry in obese individuals. *Journal Bras Pneumol*. Vol. 41. Num. 3. 2015.

2-Bates, J.H.T.; Peters, U.; Daphtary, N.; MacLean, E.S.; Hodgdon, K.; Kaminsky, D.A.; Bhatawadekar, S.; Dixon, A.E. Altered airway mechanics in the context of obesity and asthma. *Journal of Applied Physiology* (1985). Vol. 130. Num. 1. 2021. p. 36-47.

3-Bhaskaran, K.; Santos-Silva, I.; Leon, D. A.; Douglas, I.J.; Smeeth, L. Association of BMI with overall and cause-specific mortality: a population-based cohort study of 3.6 million adults in the UK. *The Lancet Diabetes & Endocrinology*. Vol. 6. Num. 12. 2018. p. 944-953.

4-Brock, J.M.; Billeter, A.; Müller-Stich, B.P.; Herth, F. Obesity and the Lung: What We Know Today. *Respiration*. Vol. 99. Num. 10. 2020. p. 856-866.

5-Cho, S.J.; Stout-Delgado, H.W. Aging and Lung Disease. *Annual Review of Physiology*. Vol. 82. Num. 1. 2020. p. 433-459.

6-DeBoer, M.D.; Phillips, B.R.; Mauger, D.T.; Zein, J.; Erzurum, S.C.; Fitzpatrick, A.M.; Gaston, B.M.; Myers, R.; Ross, K.R.; Chmiel, J.; Lee, M.J.; Fahy, J.V.; Peters, M.; Ly, N.P.; Wenzel, S.E.; Fajt, M.L.; Holguin, F.; Moore, W. C.; Peters, S.P.; Meyers, D.; Bleecker, E.R.; Castro, M.; Coverstone, A.M.; Bacharier, L.B.; Jarjour, N.N.; Sorkness, R.L.; Ramratnam, S.; Irani, A.M.; Israel, E.; Levy, B.; Phipatanakul, W.; Gaffin, J.M.; Gerald Teague, W. Effects of endogenous sex hormones on lung function and symptom control in adolescents with asthma. *BMC Pulmonary Medicine*. Vol. 18. Num. 1. 2018.

7-Dixon, A.E.; Peters, U. The effect of obesity on lung function. *Expert Review of Respiratory Medicine*. Vol. 12. Num. 9. 2018. p. 755-767.

8-Forno, E.; Han, Y.Y.; Mullen, J.; Celedón, J.C. Overweight, Obesity, and Lung Function in Children and Adults - A Meta-analysis. *Journal of Allergy and Clinical Immunology: In Practice*. Vol. 6. Num. 2. 2018. p. 570-581.

9-Graham, B.L.; Steenbruggen, I.; Miller, M.R.; Barjaktarevic, I.Z.; Cooper, B.G.; Hall, G.L.; Hallstrand, T.S.; Kaminsky, D.A.; McCarthy, K.; McCormack, M.C.; Oropez, C.E.; Rosenfeld,

M.; Stanojevic, S.; Swanney, M.P.; Thompson, B.R. Standardization of Spirometry 2019 Update. An Official American Thoracic Society and European Respiratory Society Technical Statement. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. Vol. 200. Num. 8. 2019. p. e70-e88.

10-Hegewald, M.J. Impact of obesity on pulmonary function: current understanding and knowledge gaps. *Current Opinion in Pulmonary Medicine*. Vol. 27. Num. 2. 2021. p. 134-140.

11-Holmboe, S.A.; Jasuja, R.; Lawney, B.; Priskorn, L.; Joergensen, N.; Linneberg, A.; Jensen, T.K.; Skakkebaek, N.E.; Juul, A.; Andersson, A.M. Free testosterone and cardiometabolic parameters in men: comparison of algorithms. *Endocrine Connections*. Vol. 10. Num. 4. 2021. p. 471-480.

12-Kalidhindi, R.S.R.; Ambhore, N.S.; Bhallamudi, S.; Loganathan, J.; Sathish, V. Role of Estrogen Receptors α and β in a Murine Model of Asthma: Exacerbated Airway Hyperresponsiveness and Remodeling in ER β Knockout Mice. *Frontiers in Pharmacology*. Vol. 10. Num. 1. 2020.

13-Kawai, T.; Autieri, M.V.; Scalia, R. Adipose tissue inflammation and metabolic dysfunction in obesity. *American Journal of Physiology - Cell Physiology*. Vol. 320. Num. 3. 2021. p. C375-C391.

14-Langan, R.C.; Goodbred, A.J. Office Spirometry: Indications and Interpretation. *American Family Physician*. Vol. 102. Num. 9. 2020. p. 545-552.

15-Lim, J.H.; Kang, D.; Hong, Y.S.; Kim, H.; Ryu, S.; Chang, Y.; Park, H.Y.; Cho, J. Association between reproductive lifespan and lung function among postmenopausal women. *Journal of Thoracic Disease*. Vol. 12. Num. 8. 2020. p. 4243-4252.

16-Lindner, I.A.; Kahl, J.; Rocha, F.R. Comparação do teste de espirometria entre diferentes estados nutricionais e os valores preditos de referência: um estudo transversal em indivíduos de 7 a 14 anos numa população brasileira. *Revista de Pediatria SOPERJ*. Vol. 23. Num. 3. 2023. p. 1-9.

17-Lopes, A.C.R.; Zavan, B.; Corrêa, Y.J.C.; Vieira, T.M.; Severs, L.J.; Oliveira, L.M.; Soncini, R. Impact of obesity and ovariectomy on respiratory function in female mice. *Respiratory Physiology & Neurobiology*. Vol. 294. Num. 1. 2021. p. 103775.

18-Mafort, T.T. Função pulmonar na obesidade. *Pulmão RJ*. Vol. 27. Num. 1. 2018. p. 99-102.

19-Mafort, T.T.; Rufino, R.; Costa, C.H.; Lopes, A.J. Obesity: systemic and pulmonary complications, biochemical abnormalities, and impairment of lung function. *Multidisciplinary Respiratory Medicine*. Vol. 11. Num. 1. 2016.

20-Martinez-Pitre, P.J.; Sabbula, B.R.; Cascella, M. Restrictive Lung Disease. In: *StatPearls* [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. 2023.

21-Melo, L.C.; Silva, M.A.; Calles, A.C. Obesity and lung function: a systematic review. *Einstein*. Vol. 12. Num. 1. 2014. p. 120-125.

22-Moazzami, M.; Bijeh, N.; Farahati, S. Comparing the effects of six-months aerobic training on pulmonary function tests in obese and nonobese women. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. Vol. 61. Num. 1. 2021. p. 96-101.

23-NIH. National Institute of Health. National Heart, Lung and Blood Institute. Body Mass Index (BMI). 2022. Disponível em: https://www.nhlbi.nih.gov/health/educational/lose_wt/BMI/bmi_dis.htm. Acesso em: 17 out. 2022.

24-Nathan, S.D.; Wanger, J.; Zibrak, J.D.; Wencel, M.L.; Burg, C.; Stauffer, J.L. Using forced vital capacity (FVC) in the clinic to monitor patients with idiopathic pulmonary fibrosis (IPF): pros and cons. *Expert Review of Respiratory Medicine*. Vol. 15. Num. 2. 2021. p. 175-181.

25-O'Donnell, D.E.; Ciavaglia, C.E.; Neder, J. A. When obesity and chronic obstructive pulmonary disease collide: physiological and clinical consequences. *Annals of the American Thoracic Society*. Vol. 11. Num. 4. 2014. p. 635-644.

26-Oliveira, M.F.B.; Yassuda, M.S.; Aprahamian, I.; Neri, A.L.; Guariento, M.E.

Hypertension, diabetes and obesity are associated with lower cognitive performance in community-dwelling elderly: Data from the FIBRA study. *Dementia & Neuropsychologia*. Vol. 11. Num. 4. 2017. p. 413-419.

27-Pereira, R.B.; Rivera, I.R.; Brito, Z.C.T.; Silva, M.A.M. Efeito da obesidade na fisiologia e distúrbio pulmonar antes e após a cirurgia bariátrica / Effect of obesity on lung physiology and disturbances before and after bariatric surgery. *Ciência e Cuidado em Saúde*. Vol. 17. Num. 1. 2018. p. 1-8.

28-Peters, U.; Suratt, B.T.; Bates, J.H.T.; Dixon, A.E. Beyond BMI: Obesity and Lung Disease. *Chest*. Vol. 153. Num. 3. 2018. p. 702-709.

29-Probst-Hensch, N.; Jeong, A.; Stolz, D.; Pons, M.; Soccac, P.M.; Bettchart, R.; Jarvis, D.; Holloway, J.W.; Kronenberg, F.; Imboden, M.; Schindler, C.; Lovison, G.F. Causal Effects of Body Mass Index on Airflow Obstruction and Forced Mid-Expiratory Flow: A Mendelian Randomization Study Taking Interactions and Age-Specific Instruments Into Consideration Toward a Life Course Perspective. *Frontiers in Public Health*. Vol. 9. Num. 1. 2021.

30-Rivero-Yeverino, D. Espirometria: conceptos básicos. *Rev. alerg. Méx.* Vol. 66. Num. 1. 2019. p. 76-84.

31-Rufino, R.; Costa, C.H.; Lopes, A.J. Valores de Referências para a Espirometria. *Pulmão RJ*. Vol. 27. Num. 1. 2018. p. 11-20.

32-Sant'Anna, M.; Carvalhal, R.F.; Oliveira, F.D.F.B.; Zin, W.A.; Lopes, A.J.; Lugon, J.R.; Guimarães, F.S. Respiratory mechanics of patients with morbid obesity. *Journal Bras Pneumol*. Vol. 45. Num. 3. 2019. p. 126-132.

33-Schultz, K.; D'Aquino, L.C.; Soares, M.R.; Gimenez, A.; Pereira, C.A. Lung volumes and airway resistance in patients with a possible restrictive pattern on spirometry. *Journal Bras Pneumol*. Vol. 42. Num. 5. 2016. p. 337-342.

34-Sperandio, E.F.; Arantes, R.L.; Matheus, A. C.; Silva, R.P.; Lauria, V.T.; Romiti, M.; Gagliardi, A.R.; Dourado, V.Z. Restrictive pattern on spirometry: association with cardiovascular risk and level of physical activity in asymptomatic adults. *Journal Bras Pneumol*. Vol. 42. Num. 1. 2016. p. 10-15.

35-Sposato, B.; Scalese, M.; Milanese, M.; Scichilone, N.; Scala, R.; Perrella, A. Smoking and Obesity Increase Airway Hyperresponsiveness Risk in the Elderly. *Current Aging Science*. Vol. 9. Num. 3. 2016. p. 245-251.

36-Triebner, K.; Matulunga, B.; Johannessen, A.; Suske, S.; Benediktsdóttir, B.; Demoly, P.; Dharmage, S.C.; Franklin, K.A.; Garcia-Aymerich, J.; Gullón Blanco, J.A.; Heinrich, J.; Holm, M.; Jarvis, D.; Jögi, R.; Lindberg, E.; Moratalla Rovira, J. M.; Muniozguen Agirre, N.; Pin, I.; Probst-Hensch, N.; Puggini, L.; Raheison, C.; Sánchez-Ramos, J.L.; Schlunssen, V.; Sunyer, J.; Svanes, C.; Hustad, S.; Bénédict, L.; Real, F.G. Menopause Is Associated with Accelerated Lung Function Decline. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. Vol. 195. Num. 8. 2017. p. 1058-1065.

37-Wang, S.; Sun, X.; Hsia, T. C.; Lin, X.; Li, M. The effects of body mass index on spirometry tests among adults in Xi'an, China. *Medicine (Baltimore)*. Vol. 96. Num. 15. 2017. p. e6596.

38-OMS. Organização Mundial de Saúde. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation. World Health Organization Technical Report Series. Vol. 894. Num. 1. 2000.

39-OMS. Organização Mundial de Saúde. Obesity and overweight. Genebra. 2021. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/factsheets/detail/obesity-and-overweight>. Acesso em: 1/10/2022.

40-Zakaria, R.; Harif, N.; Al-Rahbi, B.; Aziz, C. B. A.; Ahmad, A. H. Gender Differences and Obesity Influence on Pulmonary Function Parameters. *Oman Medical Journal*. Vol. 34. Num. 2. 2019. p. 124-130.

Autor correspondente:
Júnior Kahl.
junior.kahl@unidavi.edu.br

Recebido para publicação em 13/01/2025
Aceito em 23/03/2025