

EFEITOS DA OBESIDADE SOBRE A FUNÇÃO PULMONAR

EFFECTS OF OBESITY ON LUNG FUNCTION

DAL BOSCO, Milena.¹
MELLO, Thays.²
LUCHESA, Cesar.³

RESUMO

A obesidade é um fator de risco para o desenvolvimento de doenças multissistêmicas, seja pelo processo inflamatório, endócrino, assim como pelas alterações restritivas ocasionadas pela distribuição da gordura corporal. Sugere-se que a obesidade reduza as capacidades e volumes pulmonares, assim, quanto maior o índice de massa corpórea, o sistema respiratório fica mais prejudicado e apresenta maior predisposição para desenvolver tais doenças. Desse modo, o objetivo deste estudo foi investigar alterações dos valores espirométricos em obesos mórbidos. Trata-se de uma revisão sistemática de literatura, na qual foram utilizadas as bases de dados da MEDLINE e LILACS por meio do PubMed, EMBASE (Elsevier), BIREME e PEDro, publicadas no período de 2010 a 2020. Os seguintes descritores foram utilizados na busca em português: obesidade, espirometria e função pulmonar, e em inglês: *obesity, spirometry and lung function*. Após a busca, a leitura dos artigos e a avaliação quantitativa pela escala PEDro, foram incluídos na pesquisa seis artigos. Os resultados demonstraram que ocorre redução significativa da capacidade vital (CV) e vital forçada (CVF), do volume de reserva expiratório (VRE), de reserva inspiratória (VRI) e volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF¹) e índice de Tiffeneau (CVF/VEF¹). Finalmente, conclui-se que a obesidade reduz os volumes e capacidades pulmonares quando comparados a indivíduos eutróficos.

Descritores: Obesidade. Espirometria. Função pulmonar.

1. INTRODUÇÃO

Os autores estudados são acordes em afirmar que a obesidade é uma doença crônica que vem crescendo excessivamente nos últimos anos. Sua causa é multifatorial e está diretamente relacionada a alterações nutricionais, genéticas, psicológicas, socioeconômicas e sedentarismo. Considerada um problema de saúde pública, 56,9% da população brasileira adulta está em sobrepeso.

A classificação de obesidade é realizada por meio do índice de massa corporal (IMC), sendo considerados os intervalos de: 30 a 34,9kg/m² como obesidade classe I; 35 a 39,9kg/m² como obesidade classe II; e ≥ 40 kg/m² como obesidade classe III, também denominada

¹Acadêmica do curso de Fisioterapia do Centro Universitário Assis Gurgacz. E-mail: modbosco@gmail.com

²Acadêmica do curso de Fisioterapia do Centro Universitário Assis Gurgacz. E-mail: thaysfmello@hotmail.com

³Fisioterapeuta, Mestre em Ciências de Saúde, Professor do Curso de Fisioterapia do Centro Universitário Assis Gurgacz (FAG). E-mail: fisioterapia_ala@saolucas.fag.edu.br

obesidade mórbida. Com o aumento da prevalência de obesos com IMC $> 50 \text{ kg/m}^2$, percebeu-se a necessidade da ampliação dessa classificação, considerando-se os intervalos de 50 a 60 kg/m^2 como super obesos e $> 60 \text{ kg/m}^2$ como super super obesos (SGARIBOLDI et. al, 2016).

“O tecido adiposo é um órgão endócrino e parácrino, que produz grande número de citocinas e mediadores bioativos, gerando, em indivíduos obesos, um estado pró-inflamatório, que está associado ao hipodesenvolvimento pulmonar, atopia, responsividade brônquica, risco aumentado de asma e modificações dos fenótipos para essa doença” (Melo, LC.; Silva, MAM.; Calles, ACN., 2014).

Indivíduos obesos possuem alterações no sistema respiratório, dentre elas, alterações na mecânica respiratória, na contração e força muscular, na troca de gases pulmonares, no controle da respiração, na prova de função pulmonar e na capacidade de exercício. Sabe-se que a função pulmonar adequada depende do funcionamento harmônico das estruturas que compõem o sistema respiratório. Em indivíduos obesos, o impacto sobre a função respiratória está associado, sobretudo, à restrição causada pelo excesso de deposição de tecido adiposo. O aumento da gordura no tórax e no abdômen levam à limitação da mobilidade diafragmática e do movimento costal, ambos essenciais para a mecânica ventilatória adequada (TEIXEIRA et. al, 2011). Isso se deve ao fato de que a gordura abdominal exerce um efeito mecânico sobre o tórax e o diafragma reduzindo os volumes pulmonares mesmo em um indivíduo sem alterações da função pulmonar. Esse baixo volume de relaxamento do sistema respiratório favorece o deslocamento da curva pressão-volume para sua região menos complacente. Além disso, a redução da capacidade residual funcional está associada à redução do calibre das vias aéreas, resultando no aumento da resistência (SANT’ANNA et. al, 2019).

Dado esse contexto, o presente trabalho foi desenvolvido por meio de uma revisão sistemática da literatura, tendo por objetivo investigar alterações dos valores espirométricos, precisamente CVF e VEF1, em obesos mórbidos, a fim de identificar essas mudanças precocemente para evitar efeitos negativos sobre saúde e qualidade de vida.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A obesidade é um grande fator de risco para o aumento de distúrbios orgânicos responsáveis pelo crescimento do índice de morbidade e mortalidade e pelo declínio da qualidade de vida.

Para manter a homeostase respiratória, é preciso que as estruturas que compõem o sistema respiratório funcionem em equilíbrio, ou seja, que o pulmão seja ventilado e que os gases se difundam através da barreira alvéolo-capilar. Um maior depósito de gordura na região abdominal gera maior resistência à contração diafragmática, prejudicando a mecânica ventilatória. (Melo, LC.; Silva, MAM.; Calles, ACN., 2014)

Segundo Romero e Zanesco (2006), no Brasil, o sobrepeso e a obesidade aumentam drasticamente alcançando proporções epidêmicas. Estudos prospectivos indicam que em 2025 o Brasil será o 5º país no mundo a ter problemas com a obesidade em sua população.

Segundo Rasslan et. Al (2004), a obesidade grau III pode alterar os valores espirométricos devido ao comprometimento da dinâmica diafragmática e da musculatura da parede torácica. Entretanto, em indivíduos com obesidade graus I e II essas alterações são muito variáveis, necessitando de avaliação específica.

Os testes que avaliam a função pulmonar de um indivíduo com disfunções respiratórias ou com risco de desenvolvê-las são de suma importância para avaliar sua capacidade respiratória, pois fornecem dados objetivos e determinam sua correlação às queixas clínicas do paciente. Dentre eles, a espirometria é o mais frequente realizado na prática clínica. (EVANS, SE., SCANLON, PD. 2003)

O I Consenso Brasileiro Sobre Espirometria (1996) descreve o exame para identificação e acompanhamento de pacientes com doenças pulmonares. Seus valores de referência para análise dos resultados variam em relação à idade, ao sexo, à altura, ao peso, à raça e ao estado de saúde geral. (CONTESINI, 2011)

Como a obesidade mórbida está sempre associada a várias outras alterações, principalmente as de origem pulmonar, torna-se necessário avaliar a função respiratória dos indivíduos obesos. Isso ajuda a identificar e tratar essas mudanças precocemente para evitar efeitos negativos sobre saúde e qualidade de vida.

3. METODOLOGIA

Esta pesquisa se caracteriza por ser uma revisão sistemática. Para verificar os trabalhos disponíveis na literatura sobre o tema em estudo, foram utilizadas as bases de dados da MEDLINE e LILACS por meio do PubMed, EMBASE (Elsevier), BIREME e PEDro publicadas no período de 2010 a 2020. Os seguintes descritores foram utilizados na busca, na língua inglesa: “*obesity, spirometry and lung function*”, e, em língua portuguesa, “obesidade, espirometria e função pulmonar”, sob os descritores booleanos “and” e “or”. Foram incluídos ainda estudos adicionais identificados por pesquisa manual das referências obtidas nos artigos nas línguas: português ou inglês. Foram incluídos ao final da análise apenas ensaios clínicos, estudos de coorte, séries de caso, revisões sistemáticas e estudos transversais que abordaram a função pulmonar em obesos mórbidos.

Critérios de Inclusão:

Foram selecionados os trabalhos que avaliaram a função pulmonar de indivíduos obesos por meio de exame de espirometria. Consideraram-se obesos os indivíduos com índice de massa corporal (IMC) $>30\text{kg/m}^2$. As variáveis para avaliação da função pulmonar, volumes e capacidades pulmonares foram: capacidade vital forçada (CVF) e volume expiratório forçado após 1 segundo (VEF1).

Os artigos selecionados passaram por leitura dos resumos/*abstracts* para avaliar a adequação dos métodos e população de estudo, quanto à proposta desta revisão. Aqueles que apresentaram os critérios de elegibilidade predeterminados tiveram o texto completo adquirido para análise detalhada e extração dos dados.

Critérios de Exclusão:

Foram excluídos os trabalhos que realizaram estudos que não apresentavam dados compatíveis com os buscados para realização deste estudo; que não utilizaram exame de espirometria na avaliação dos volumes pulmonares, que avaliaram a função pulmonar de indivíduos com doença pulmonar crônica ou outras enfermidades.

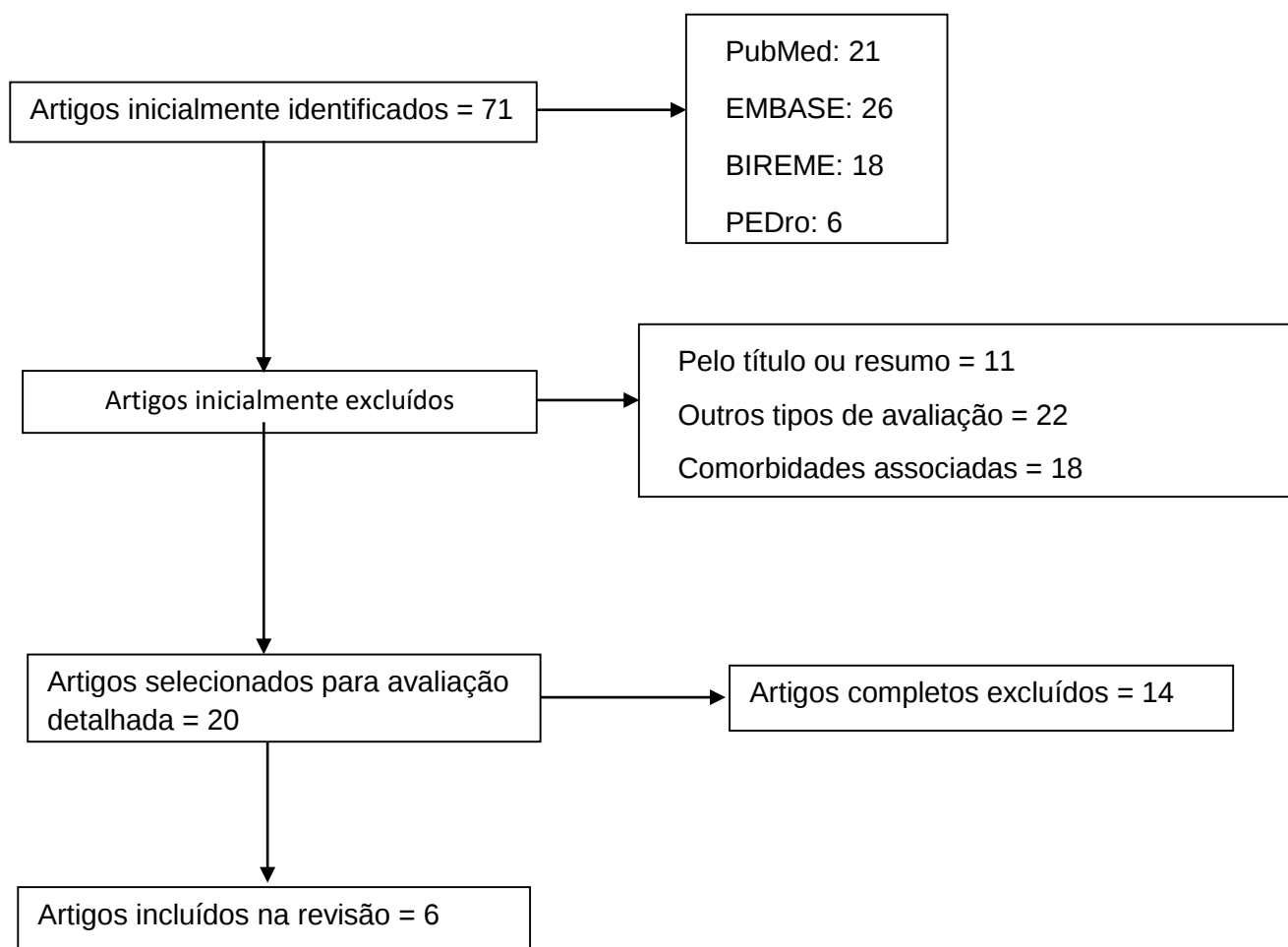
Os estudos que contemplaram os critérios de inclusão foram avaliados pela escala *Physiotherapy Evidence Database* (PEDro). Ela visa quantificar a qualidade dos ensaios clínicos aleatorizados publicados, de forma a guiar os usuários sobre os aspectos meritórios de cada publicação e facilitar a identificação rápida de estudos que contenham informações suficientes para a prática profissional. Essa escala avalia os ensaios por meio de 11 itens pré-estabelecidos que são qualificados em “aplicável” ou “não aplicável”, gerando um escore total que varia entre 0 e 10 pontos. De forma a buscar um rigor na qualidade metodológica dos artigos selecionados, os mesmos foram analisados e classificados como de acordo com sua pontuação. Cabe salientar que a pontuação da PEDro não foi utilizada como critério de inclusão ou de exclusão dos artigos, mas sim como um indicador de evidências científicas dos estudos.

4. ANÁLISES E DISCUSSÕES

Foram encontrados, no total, 23 estudos utilizando-se as palavras-chave “*obesity, spirometry, lung function*” e seus pares em português, além dos estudos adicionais selecionados das referências obtidas dos artigos encontrados. De acordo com os critérios preestabelecidos, foram selecionados 6 trabalhos.

Dos estudos selecionados, cinco tiveram amostra composta por ambos os gêneros e um teve amostra composta apenas pelo gênero feminino. A predominância do gênero foi de mulheres. Todos os trabalhos utilizaram a espirometria para avaliação da função pulmonar.

FLUXOGRAMA DE ESTRATÉIA DE BUSCA



Ano	Autor	Desenho	População			Instrumento de Medida	Resultados	PEDro
			Tam. amostra	Característica	Gênero			
2019	Sant'Anna, M. et al	Estudo Transversal	80	Obesos / Não obesos	60 F / 20 M	Espirometria	Ao analisar os valores espirométricos obtidos por obesos mórbidos e não obesos, não foi notada diferença significativa entre as variáveis em relação ao percentual dos valores previstos.	5
2017	Ferreira, M. et al	Estudo Transversal	77	38 obesos / 39 eutróficos (Crianças e adolescentes)	40 F / 37 M	Espirometria / Broncodilatador	Obesos quando comparados aos indivíduos eutróficos apresentaram menores valores de VEF1/CVF no teste espirométrico. Porém, não houve diferença entre os grupos em relação à CVF e VEF1.	4
2016	Sgariboldi, D. et al	Estudo Transversal Observacional	81	Obesos / Obesos mórbidos	81 F	Espirometria	Descreve que, com o passar da idade, nas mulheres obesas e obesas mórbidas, ocorre um declínio da CV, do VRE, do VRI e do VEF1.	6
2014	Melo, LC; Silva, MAM.; Calles, ACN.	Revisão Sistemática	30.616	Obesos / Sobrepeso	16.858 F / 13.758 M	Espirometria / Pletismografia	Significativa diminuição do VEF1 e CVF em indivíduos obesos	5
2012	Tenório, LH. et al	Revisão Sistemática	5.579	Crianças e adolescentes obesas	2.742 F / 2.837 M	Espirometria	Evidências de diminuição nos valores de CVF, VEF1 e VEF1/CVF em crianças e adolescentes obesos.	5
2010	Melo, SMD. et al	Estudo Transversal	112	78 obesos / 34 não obesos	71 F / 41 M	Espirometria	Encontraram diferenças significativas na CVF e no VEF1 entre os grupos de obesos e eutróficos.	4

CPT: capacidade pulmonar total; CV: capacidade vital; CVF: capacidade vital forçada; VEF1: volume expiratório forçado após 1 segundo; VEF1/CVF: relação do volume expiratório forçado após 1 segundo e capacidade vital forçada; VRE: volume de reserva expiratório; VRI: volume de reserva inspiratório; M: sexo masculino; F: sexo feminino.

Segundo Sgariboldi, D. et al (2016), no ciclo respiratório a caixa torácica, os pulmões e a musculatura respiratória devem estar em trabalho coordenado e sincrônico. A respiração é uma função essencial para a sobrevivência. Alterações na função pulmonar podem prejudicar a qualidade de vida e desempenho em atividades de vida diária. No processo ideal da respiração, os pulmões devem ser ventilados e os gases devem ser disseminados através da barreira alvéolo-capilar.

A avaliação da função pulmonar de maior eficácia é por definição dos volumes pulmonares, que fornecem informações primordiais para a determinação do estado fisiopatológico resultantes de desequilíbrios nos processos ventilatórios. Uma das técnicas mais específicas para determinar os volumes pulmonares é a espirometria. (MELO, LC.; SILVA, MAM.; CALLES, ACN., 2014)

A espirometria é utilizada para identificação e acompanhamento de pacientes com doenças pulmonares. Seus valores de referência para análise dos resultados variam em relação à idade, ao sexo, à altura, ao peso, à raça e ao estado de saúde geral.

No que diz respeito à obesidade, os artigos avaliados neste estudo utilizaram o IMC para classificar o grau de obesidade, utilizando os seguintes critérios:

Sant'Anna, M. et al (2019) dividiu sua amostra entre dois grupos: obesos mórbidos com IMC $\geq 40\text{kg/m}^2$ e indivíduos não obesos com IMC entre 18 e 30kg/m^2 pareados por idade e sexo.

Do mesmo modo, Sgariboldi, D. et al (2016) classificam sua amostra em obesas mórbidas com IMC $\geq 40\text{Kg/m}^2$ e mulheres obesas com IMC entre 30,0 e 39,9 Kg/m^2 .

Enquanto Melo, LC.; Silva, MAM.; Calles, CAN. (2014), consideraram obesos apenas os indivíduos com IMC $> 30\text{kg/m}^2$, e com sobrepeso os indivíduos com IMC $\geq 25\text{kg/m}^2$.

Melo, SMD. et al (2012) distribuiu a amostra em seis grupos conforme o nível do IMC: Grupo I: 26 indivíduos (peso normal e sobrepeso) com IMC entre 18,5 e 29,9 kg/m^2 (diferindo da classificação do parágrafo anterior); Grupo II: 18 indivíduos (obesidade grau I) com IMC entre 30 e 34,9 kg/m^2 ; Grupo III: 24 indivíduos (obesidade grau II) com IMC entre 35 e 39,9 kg/m^2 ; Grupo IV: 30 indivíduos (obesidade grau III) com IMC entre 40 e 44,9 kg/m^2 ; Grupo V: 23 indivíduos

(obesidade grau III) com IMC entre 45 e 50,9 kg/m² ; Grupo VI: 19 indivíduos (obesidade grau III) com IMC $\geq$ 51 kg/m².

Tenório, L. et al (2012) definiu como critério de inclusão dos artigos, amostras com relato do IMC, porém, não informa qual classificação foi considerada para classificar seus participantes como obesos.

A classificação não padronizada do IMC entre os autores tem potencial para consolidar os trabalhos desenvolvidos, pois essa diferença na classificação pode modificar os resultados alcançados, uma vez que percentuais que não foram incluídos nas amostras não foram avaliados.

Em relação à espirometria, Sant'Anna, M. et al (2019), Ferreira, M. et al (2017) e Sgariboldi, D. et al (2016), artigos verificados por Tenório, L. et al (2012) e três artigos dos analisados por Melo, LC.; Silva, MAM.; Calles, CAN. (2014) realizaram o teste de acordo com *American Thoracic Society*, os demais artigos estudados por Melo, LC e seus colaboradores não apresentaram qual protocolo foi utilizado para a realização do exame.

Tal fato também ocorre no estudo de Melo, SMD. et al (2011), que não informa em seu texto qual foi a metodologia aplicada para a coleta do teste espirométrico.

Existe a necessidade de que se mantenha um protocolo padronizado para aplicabilidade da espirometria, visando que essas alterações não impactem diretamente nos resultados obtidos pelos autores, conforme as normas recomendadas pela SBPT no I Consenso sobre espirometria. O estudo de Teixeira, AB., Mathias, LAST, Junior, RS. (2011) corrobora com a informação anterior, informando que diferenças no posicionamento para aplicabilidade do teste espirométrico podem alterar de maneira significativa, as medidas das provas de função pulmonar.

Quanto as variáveis espirométricas, Sant'Anna, M. et al (2019), ao avaliar o estudo de Albuquerque, CG. et al, (2015) obteve que a redução do volume pulmonar em obesos provém do aumento da resistência das vias aéreas, todavia, sua fisiopatologia precisa ser investigada. Uma das hipóteses é de que a exposição à adipocinas pró-inflamatórias ou, a deposição de lipídios, podem remodelar a estrutura da via aérea. Ainda, descreve que, de acordo com Mahadev, S. et al, (2013) a resistência de vias aéreas em obesos mórbidos também pode estar aumentada por lesão de mucosa

brônquica, devido ao estresse da abertura e fechamento das pequenas vias aéreas e pela exposição crônica às adipocitocinas, estando de acordo com o aumento da resistência periférica.

“Embora em nosso estudo não tenham sido comparados diferentes graus de obesidade, os pacientes com obesidade mórbida apresentaram maior resistência tecidual do que o grupo controle, sugerindo que a grande quantidade de tecido adiposo na região toracoabdominal esteja associada à maior dissipação de energia com a movimentação do sistema respiratório.” (Sant’Anna M. et al, 2019).

Tal afirmação também é feita por Ferreira, MS. et al (2017), que descreve que os obesos apresentam vias aéreas de menor calibre devido ao comprometimento da mecânica respiratória pelo tecido adiposo, como consequência, ocorre a redução dos fluxos respiratórios, pelo aumento de volume em uma unidade de menor calibre.

Ainda, os trabalhos avaliados por Melo, LC.; Silva, MAM.; Calles, ACN (2014) que verificaram as variáveis CVF e VEF¹, apresentaram que a redução da CVF acontece tanto em doenças restritivas quanto obstrutivas, no entanto em condição de restrição, a redução percentual do VEF¹ acompanha a redução da CVF, sugerindo um padrão restritivo nas amostras estudadas, que pode ser explicado pelo mecanismo ventilatório em obesos estar modificado. Ao avaliarem o estudo de Steele, RM. et al, encontram uma relação mais forte nas alterações do CVF e VEF¹, apontando que quanto maior o depósito de gordura na região abdominal, maior é a resistência gerada para a contração do diafragma.

Firmando o resultado acima, Tenório, L. et al (2012), em sua revisão, descrevem que os artigos analisados demonstraram evidências de diminuição nos valores de CVF, VEF¹ e VEF¹ /CVF em crianças e adolescentes obesos, com idade entre 5 e 17 anos. Em contrapartida, Ferreira, M. et al (2017) apresenta que, crianças e adolescentes obesos, com idade entre 5 e 18 anos não apresentaram diferenças nos valores de CVF e VEF¹ isoladamente, quando comparados a indivíduos eutróficos. Apesar de Tenório não informar qual o percentil de IMC utilizado para classificar seus participantes, o grupo considerado no estudo de Ferreira, corresponde a apenas 1,4% de sua amostra.

Sgariboldi, D. et al (2016), avaliou mulheres obesas e obesas mórbidas, com idade 30 e 75 anos, e evidenciou uma correlação significativa e negativa entre a idade e o VEF1, sendo que, quanto maior a idade, menor foi o valor da variável.

Ao comparar os resultados destes autores podemos decrescer que, a obesidade acarreta em prejuízos pulmonares independente da idade do indivíduo obeso, porém, quanto mais velho, maior o declínio respiratório.

Ao analisar os valores espirométricos de CVF e VEF¹ obtidos por obesos mórbidos e não obesos, Sant'Anna, M. et al. (2019) não encontrou diferenças significativas entre as variáveis em relação ao percentual dos valores previstos. Descreve que pacientes com obesidade mórbida e sem padrão espirométrico obstrutivo apresentam aumento nas resistências total, de vias aéreas, periférica e tecidual do sistema respiratório quando comparados a não obesos, porém, esses indivíduos, não apresentam limitação de fluxo expiratório e redução da força muscular respiratória.

Em contraposição, Melo, SMD. et al (2010), tentou apresentar o comprometimento da função pulmonar ao aumento do peso corpóreo progressivo em seis grupos de IMC. Subdividiu-se o grupo de obesos mórbidos em três subgrupos, o que contribuiu para que fosse possível observar o comprometimento progressivo da função respiratória à medida que se eleva o IMC. As alterações significativas da função pulmonar foram observadas apenas quando o IMC excede 45 kg/m², intensificando-se quando o IMC alcança valores acima de 50,9 kg/m². Concluíram que, a função pulmonar sofre influência do aumento progressivo do IMC, com as alterações funcionais respiratórias sendo mais bem demonstradas com o IMC ≥ 45 kg/m² e bem mais acentuadas quando o IMC excede a 50,9 kg/m².

O que pode ser visto também no estudo de Sgariboldi, D. et al (2016), que descreve que mulheres obesas mórbidas apontam decadência da função pulmonar quando comparadas à obesas.

Os achados em relação aos fluxos expiratórios devem ser analisados com cautela devido à variabilidade da aplicação da técnica e do método usado.

Os resultados dos estudos avaliados comprovaram a presença de padrão restritivo nos obesos quando demonstraram diminuição dos volumes e capacidades pulmonares. Além disso, os estudos

selecionados não avaliaram todos os volumes e capacidades pulmonares, dessa forma distúrbios da função pulmonar associados à obesidade podem não ter sido identificados. Vale ressaltar, portanto, que os mecanismos que levam a distúrbios da função pulmonar em indivíduos obesos ainda não são completamente esclarecidos, e mais estudos são necessários nesta área.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os indivíduos obesos demonstraram redução dos volumes e capacidades pulmonares quando comparados a indivíduos eutróficos. Reduções da capacidade pulmonar total e da capacidade vital forçada, acompanhada de redução do volume expiratório forçado após um segundo, foram os achados mais representativos dentre as amostras.

Diante de tal constatação, faz-se necessário instituir programas para assistência dessa população, no intuito de melhorar a função pulmonar e, conseqüentemente, promover melhoria na qualidade de vida das pessoas acometidas pela obesidade.

Apontamos que, 56% da amostra considerada neste estudo foram compostas pelo sexo feminino. Porém, de acordo com a literatura, homens apresentam maior quantidade de gordura intra-abdominal, gerando maior resistência à contração diafragmática.

Vale ressaltar, portanto, que os mecanismos que levam a distúrbios da função pulmonar em indivíduos obesos ainda não são completamente esclarecidos, e mais estudos são necessários esta área.

REFERÊNCIAS

Baltieri, L. et al. **Analysis of quality of life among asthmatic individuals with obesity and its relationship with pulmonary function: cross-sectional study.** Sao Paulo Med J. 2017; 135(4):332-8.

Barros LM, Moreira RAN, Frota NM, Araújo TM, Caetano JA. **Qualidade de vida entre obesos mórbidos e pacientes submetidos à cirurgia bariátrica [Quality of life among morbid obese and patients submitted to bariatric surgery].** Revista Eletrônica de Enfermagem. 2015;17(2):312-21.

Costa, TR. et al. **Correlação da força muscular respiratória com variáveis antropométricas de mulheres eutróficas e obesas.** Rev Assoc Med Bras 2010; 56(4): 403-8.

Chau EH, Lam D, Wong J, Mokhlesi B, Chung F. **Obesity hypoventilation syndrome: a review of epidemiology, pathophysiology, and perioperative considerations.** Anesthesiology. 2012;117(1):188-205.

Ferreira, M. et al. **Spirometry and volumetric capnography in lung function assessment of obese and normal-weight individuals without asthma.** Jornal de Pediatria, Volume 93, Issue 4, 2017.

Ferreira MS, Mendes RT, Marson FAL, et al. **Espirometria e capnografia volumétrica na avaliação da função pulmonar de indivíduos obesos e eutróficos sem asma [Spirometry and volumetric capnography in lung function assessment of obese and normal-weight individuals without asthma].** J Pediatr (Rio J). 2017;93(4):398-405.

Hoffmeister, AD. et al. **Endurance muscular inspiratória em indivíduos obesos e eutróficos.** Fisioter Pesqui. 2018;25(4):438-443.

Hoffmeister, AD. et al. **Metaborreflexo inspiratório eleva a pressão arterial em indivíduos obesos e eutróficos.** Fisioter Mov. 2019;32:e003242.

Mahadev S, Salome CM, Berend N, King GG. **The effect of low lung volume on airway function in obesity.** Respir Physiol Neurobiol. 2013;188(2):192-9.

Melo, LC.; Silva, MAM.; Calles, ACN. **Obesity and lung function: a systematic review.** Einstein. 2014;12(1):120-5.

Melo, SMD. et al. **Efeitos do aumento progressivo do peso corporal na função pulmonar em seis grupos de índice de massa corpórea.** Rev Assoc Med Bras 2011;57(5):509-15.

Melo, SMD. et al. **Envelhecimento pulmonar acelerado em pacientes com obesidade mórbida.** J Bras Pneumol 2010;36(6):746-52.

Modena, D. et al. **Respiratory evaluation through volumetric capnography among grade III obese and eutrophic individuals: a comparative study.** Sao Paulo Med J. 2019; 137(2):177-83.

Rabec C, de Lucas Ramos P, Veale D. **Respiratory complications of obesity.** Arch Bronconeumol. 2011;47(5):252-61.

Rasslan Z, Saad Junior R, Stirbulov R, Fabbri RMA, Lima CAC. **Avaliação da função pulmonar na obesidade graus I e II [Evaluation of pulmonary function in class I and II obesity].** J Bras Pneumol. 2004;30(6):508-14.

Sant'Anna, M. et al. **Mecânica respiratória de pacientes com obesidade mórbida.** J Bras Pneumol. 2019;45(5):e20180311.

Sgariboldi, D. et al. **Influência do índice de massa corporal e da idade na função pulmonar de mulheres obesas.** Rev. bras. geriatr. gerontol. Rio de Janeiro, v.19, n.4, p. 635-641, Aug. 2016.

Steier J, Lunt A, Hart N, Polkey MI, Moxham J. **Observational study of the effect of obesity on lung volumes.** Thorax. 2014;69(8):752-9.

Teixeira, AB.; Mathias, L.; Saad, R. **Influência da Posição na Espirometria de Pacientes Obesas Grau III.** Rev Bras Anesthesiol, 2011; 61: 6: 713-719.

Tenório, L. et al. **Obesidade e testes de função pulmonar em crianças e adolescentes: uma revisão sistemática.** Rev Paul Pediatr 2012;30(3):423-30.

West, JB. **Fisiologia respiratória: princípios básicos.** São Paulo: Artmed; 2008.