



Universidade Federal de Pernambuco

Centro de Ciências da Saúde

Departamento de Fisioterapia

Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia

AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DA TÉCNICA DE *BREATH STACKING* EM MULHERES  
OBESAS MÓRBIDAS QUANTO À DISTRIBUIÇÃO DA VENTILAÇÃO REGIONAL  
NA CAIXA TORÁCICA

Jacqueline de Melo Barcelar

Recife-2011



Universidade Federal de Pernambuco  
Centro de Ciências da Saúde  
Departamento de Fisioterapia  
Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia

Jacqueline de Melo Barcelar

AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DA TÉCNICA DE *BREATH STACKING* EM MULHERES  
OBESAS MÓRBIDAS QUANTO À DISTRIBUIÇÃO DA VENTILAÇÃO REGIONAL  
NA CAIXA TORÁCICA

Dissertação apresentada ao Programa de  
Pós-Graduação, Mestrado em Fisioterapia  
da Universidade Federal de Pernambuco,  
como parte do requisito para obtenção do  
título de Mestrado em Fisioterapia.

Orientadora: Armèle Dornelas de Andrade

Área de Concentração: Cardio-respiratória

Linha de Pesquisa: Instrumentação e  
intervenção Fisioterapêutica

Recife-2011

Barcelar, Jacqueline de Melo

Avaliação da eficácia da técnica de *Breath Stacking* em mulheres obesas mórbidas quanto à distribuição da ventilação regional na caixa torácica / Jacqueline de Melo Barcelar. – Recife: O Autor, 2011.

116 folhas: il., fig. e graf.; 30 cm.

Orientador: Arméle de Fátima Dornelas de Andrade  
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CCS. Fisioterapia, 2011.

Inclui bibliografia, anexos e apêndices.

1. Obesidade. 2. Ventilação pulmonar. 3. Breath Stacking. 4. Pletismografia optoeletrônica. I. Andrade, Arméle de Fátima Dornelas de. II. Título.

616.398

CDD (20.ed.)

UFPE  
CCS2011-080

**“AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DA TÉCNICA DE BREATH STACKING EM MULHERES OBESAS MÓRBIDAS QUANTO À DISTRIBUIÇÃO DA VENTILAÇÃO PULMONAR REGIONAL NA CAIXA TORÁCICA”.**

**JACQUELINE DE MELO BARCELAR**

**APROVADA EM: 24/03/2011**

**ORIENTADOR: ARMÉLE DE FÁTIMA DORNELAS DE ANDRADE**

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

  
\_\_\_\_\_  
**Profa. Dr<sup>a</sup>. Maria do Amparo Andrade (Presidente) – Fisioterapia/ UFPE**

  
\_\_\_\_\_  
**Profa. Dra. Andrea Lemos Bezerra de Oliveira – Fisioterapia/UFPE**

  
\_\_\_\_\_  
**Prof. Dr. Guilherme Augusto de Freitas Fregonezi – Fisioterapia/ UFRN**

**Visto e permitida a impressão**

Ao meu grande companheiro, Ricardo Britto, que em nenhum momento mediu esforços para me ajudar na realização não só desse sonho, mas na construção de uma vida feliz e com muito amor.

A minha maior graça divina, Camila Barcelar Britto, pessoa que coloriu meus dias, que fez minha vida mais feliz, meu bem querer.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus que sempre iluminou meus caminhos e abençoou minha vida com inúmeras graças.

À Professora Armèle Dornelas de Andrade, sinônimo de perseverança, determinação e coragem. Obrigada pela orientação, confiança depositada e pelas oportunidades dadas de crescer profissionalmente nesse período de convivência. Minha sincera gratidão e admiração.

Ao meu marido Ricardo Sérgio de Sá e Britto, pela dedicação e encorajamento em todos os momentos.

Ao meu bem mais precioso, minha filha, Camila Barcelar Britto pelo companheirismo e compreensão dos inúmeros momentos de ausência.

A toda a minha família, em especial minha mãe, Gizoneide de Melo Barcelar, exemplo de mulher guerreira, pela sua contribuição imensurável na minha formação e aos meus irmãos Ricardo de Melo Barcelar e Margarete de Melo Barcelar, por estarem sempre torcendo pela minha felicidade e sucesso.

A todos os meus colegas do mestrado em fisioterapia, amizades construídas gradualmente através da troca de conhecimentos, ajudas, palavras de apoio, momentos de alegria e preocupações em que passamos nesse período.

As estudantes de fisioterapia, Talita Lourdes Lins de Barros Melo e Camila Soares Dornelas, as pessoas mais queridas e dedicadas que tive o prazer de conhecer e conviver nesse período. Tê-las como colaboradoras na pesquisa foi um presente de Deus. A amizade e a gratidão serão eternas.

A todos que fazem o laboratório de Fisioterapia Cardiorespiratório do Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal de Pernambuco, colegas de todas as horas. É maravilhoso fazer parte dessa grande família, cada um com sua personalidade, característica e habilidade que somados fazem a grandeza desse laboratório.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação, Mestrado em Fisioterapia da Universidade Federal de Pernambuco, pelos sábios conhecimentos transmitidos e dedicação.

As secretarias do Programa de Pós-Graduação, Mestrado em Fisioterapia da Universidade Federal de Pernambuco, Niedje M Paiva Melo e Maria Carolina H Alves da Silva pela eficiência e dedicação.

A Mirian Gracinda, chefe do setor de fisioterapia do Hospital das Clínicas da UFPE, pela ajuda profissional e pessoal, sempre com palavras de encorajamento e orações.

Aos amigos fisioterapeutas Joselito Vitorino da Silva e Joanda Moraes F Barbosa, pela ajuda incondicional e incentivo.

A todos que fazem parte do ambulatório de Cirurgia Bariátrica do Hospital das Clínicas de Pernambuco, em especial a psicóloga Eliane Gomes de Ximenes, pela atenção e colaboração.

A Cláudia Siqueira, Chefe do setor de Fisioterapia do Hospital Oswaldo Cruz, sempre disponível a ajudar e entender minhas limitações na disponibilidade ao serviço no período do mestrado.

As voluntárias que aceitaram participar desse estudo.

## RESUMO

**Objetivos:** Conhecer o padrão de distribuição da ventilação na caixa torácica em mulheres com diferentes padrões de obesidade, e avaliar a eficácia da técnica de *Breath Stacking* (BS) em mulheres com obesidade mórbida. **Métodos:** O estudo foi realizado em duas etapas. A primeira foi um estudo transversal com 32 mulheres obesas ( $IMC \geq 40 \text{ kg/m}^2$ ) e 29 mulheres com peso normal ( $IMC = 18,5 - 24,9 \text{ kg/m}^2$ ) na faixa etária entre 19 e 60 anos, dividida em grupos de acordo com a relação cintura/quadril (RCQ) em GOC-obesidade central ( $RCQ > 0.85$ ),  $n=21$ , GOP-obesidade periférica ( $RCQ \leq 0.85$ ),  $n=11$  e GC- controle,  $n=29$ . Na segunda parte, o estudo foi um ensaio clínico randomizado, cego e controlado com as mulheres obesas. Todas as voluntárias realizaram as avaliações antropométricas e cardiorrespiratórias. Para a avaliação da ventilação pulmonar foi utilizado a Pletismografia Optoeletrônica (POE) durante a respiração basal por um período de cinco minutos. Após randomizadas, as obesas formaram dois grupos: controle (GC) e intervenção Grupo *Breath Stacking* (GBS). Para a técnica de BS foi utilizado máscara facial com oclusão do ramo expiratório e ventilômetro de *Wright*. O GBS realizou três técnicas com intervalo de três minutos entre cada manobra, as imagens foram feitas por cinco minutos, antes e após as técnicas. O GC usou o mesmo circuito sem a oclusão do ramo expiratório e seguiu o mesmo protocolo de captação das imagens. Para a comparação entre os grupos foi realizado teste de análise de variância (ANOVA), com post-hoc de Bonferroni e correlação de Pearson para análise de associação entre o IMC, circunferência cintura (CC), circunferência quadril (CQ) e RCQ com as variáveis da ventilação pulmonar. Na segunda etapa, para a comparação dos grupos das variáveis antropométricas foi realizado o teste “t” não pareado, e para a espirometria e ventilação pulmonar antes e depois em cada grupo foi aplicado o teste “t” pareado. **Resultados:** Na primeira etapa, o GOC apresentou diferença na frequência respiratória, volume minuto (VM), tempo expiratório e nas variáveis espirométricas:  $VEF_1$  ( $p=0,00$ ) e CVF ( $p=0,00$ ) quando comparado ao GC. Na análise da ventilação pulmonar regional, foi encontrada nas obesas maior contribuição do volume corrente no compartimento abdominal ( $V_{c,ab}$ ). Enquanto, no GC a maior contribuição foi no volume do compartimento torácico pulmonar ( $V_{c,ctp}$ ). Houve correlação do  $V_{c,ab}$  com as variáveis antropométricas: IMC ( $r=+0,636; p=0,005$ ), RCQ ( $r=+0,556; p=0,005$ ) e CC ( $r=+0,646; p=0,005$ ). Na segunda etapa, o GBS apresentou aumento da contribuição do  $V_{c,cta}$  ( $p=0,04$ ) e diminuição no  $V_{c,ab}$  ( $p=0,02$ ), em relação aos valores absolutos do  $V_c$  nos compartimentos da caixa torácica. Antes e após a técnica o grupo GBS, não apresentou diferença nas variáveis espirométricas:  $VEF_1(\%)$ , CVF(%),  $VEF_1/CVF(\%)$  e Capacidade Inspiratória (CI). Das variáveis da ventilação pulmonar a VM apresentou diminuição ( $p=0,03$ ) no GBS. **Conclusões:** A obesidade em mulheres modifica o padrão de distribuição da



ventilação pulmonar total e regional em relação às mulheres de peso normal. Os dois tipos de obesidade apresentaram diferença na ventilação regional no compartimento abdominal. A obesidade central leva a padrão respiratório rápido e maior impacto na função pulmonar quanto à espirometria. Em relação ao efeito da técnica de BS houve maior contribuição no volume pulmonar na região inferior da caixa torácica. Houve uma redistribuição do volume entre os compartimentos, demonstrando a eficácia da técnica em ventilar áreas pulmonares basais.

PALAVRAS-CHAVE: obesidade, ventilação pulmonar, *Breath Stacking*, Pletismografia Optoeletrônica.

## ABSTRACT

**Aim:** To evaluate the distribution pattern of ventilation in the chest wall in obese women with different patterns of obesity, and to evaluate the effectiveness of the technique of Breath Stacking. **Methods:** The study was conducted in two stages. The first was a cross-sectional study with 32 obese women ( $\text{BMI} \geq 40 \text{ kg/m}^2$ ) and 29 women with normal weight ( $\text{BMI} = 18.5$  to  $24.9 \text{ kg/m}^2$ ), aged between 19 and 60 years, divided into groups according to waist to hip ratio (WHR) in GOC-central obesity ( $\text{WHR} > 0.85$ ),  $n = 21$ , GOP-peripheral obesity ( $\text{WHR} \leq 0.85$ ),  $n = 11$  and GC-control,  $n = 29$ . The second part of the study was a clinical trial, randomized and controlled with obese women. All subjects performed the anthropometric and cardiorespiratory fitness. Optoelectronic Plethysmography (OEP) was used to evaluate pulmonary ventilation during quiet breathing in the period of five minutes. After randomization the obese group were divided into two groups, control (CG) and intervention (GBS). For the BS technique was used a face mask with occlusion of the expiratory branch and Wright spirometer. GBS performed three techniques with three-minute interval between each maneuver; images were made for five minutes before and after the techniques. The GC used the same circuit without occlusion of the expiratory branch and followed the same protocol to capture the images. For comparison between groups was performed using analysis of variance (ANOVA) with post hoc Bonferroni test and Pearson correlation analysis for the association between BMI, WHR and waist circumference (WC) with variable ventilation. In the second step for comparing the groups of anthropometric test was "t" unpaired, and spirometry and ventilation before and after each group was administered the test "t" test. **Results:** In the first phase, the central obesity presented difference in respiratory rate, minute ventilation (MV), expiratory time and the spirometric variables: FEV1 ( $p = 0,00$ ) and FVC ( $p = 0,00$ ) when compared to CG. In the analysis of regional pulmonary ventilation was found in obese increased contribution of tidal volume in the abdominal compartment (ab). While in the control group's greatest contribution was in the rib cage pulmonary (rcp). Correlation of Tidal volume in ab with anthropometric variables: BMI( $r=+0,636;p=0,005$ ), WHR( $r=+0,556;p=0,005$ ) and WC ( $r=+0,646;p=0,005$ ). In the second step, the contribution of GBS showed an increase in rca ( $p = 0,037$ ) and decrease in Ab ( $p = 0,024$ ). Before and after the GBS group technique showed no difference in spirometric variables: FEV1 (%), FVC (%), FEV1/FVC (%) and inspiratory capacity (IC). The variables of pulmonary ventilation MV had a decrease ( $p = 0,03$ ) in GBS. **Conclusions:** Obesity in women alters the distribution pattern of total and regional lung ventilation in relation to women of normal weight. The two types of obesity showed differences in regional ventilation in the abdominal compartmental. Central obesity leads to rapid breathing and impact on lung function on spirometry. Regarding the effect of the technique of BS had the

highest contribution to lung volume in the lower rib cage. There was a redistribution of volume between compartments, demonstrating the effectiveness of the technique in ventilated lung areas baseline.

**KEYWORDS:** obesity, pulmonary ventilation, Breath Stacking, Optoelectronic Plethysmography.

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

BS – Breath Stacking

CC – Circunferência Cintura

CI – Capacidade Inspiratória

Cm – Centímetros

CO<sub>2</sub> – Dióxido de Carbono

CQ – Circunferência Quadril

CPT- Capacidade Pulmonar Total

CRF- Capacidade Residual Funcional

CV- Capacidade Vital

CVF- Capacidade Vital Forçada

FR – Frequência Respiratória

GBS - Grupo Breath Stacking

GC – Grupo controle

GOC – Grupo obesidade central

GOP – Grupo obesidade periférica

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

II - Inspirômetro de Incentivo

IMC – Índice de Massa Corpórea

Kg – Kilograma

POE - Pletismografia Opticoeletrônica

O<sub>2</sub> - Oxigênio

OMS – Organização Mundial de Saúde

RCQ – Relação Cintura Quadril

SaO<sub>2</sub> – Saturação Periférica de Oxigênio

TExp - Tempo Expiratório

TInsp - Tempo Inspiratório

VC – Volume Corrente

Vc,ab - Volume corrente do compartimento abdominal

Vc,cta - Volume corrente da caixa torácica abdominal

Vc,ctp - Volume corrente da caixa torácica pulmonar

VEF1 - Volume Expiratório Forçado no Primeiro Segundo

VEF1/ CVF - Relação do Volume Expiratório Forçado no Primeiro Segundo pela Capacidade Vital Forçada

VM - Volume Minuto

VO<sub>2</sub> - Consumo de Oxigênio

VRE - Volume de Reserva Expiratório

VVM – Ventilação Voluntária Máxima

## LISTA DE TABELAS

### Artigo1

Tabela 1: Características antropométricas e cardiorrespiratórias dos grupos controle, obesidade central e periférica (média±desvio-padrão).	62
---	----

Tabela 2: Comparação entre os grupos; controle, obesidade central e obesidade periférica das variáveis da ventilação pulmonar total e dos três compartimentos da parede tóraco abdominal (média±desvio-padrão).	63
---	----

### Artigo 2

Tabela 1: Características antropométricas e cardiorrespiratórias (média±desvio-padrão) nos grupos controle e <i>Breath Stacking</i> .	86
---	----

Tabela 2: Comparação dos valores médios das variáveis espirométricas e da ventilação na caixa torácica antes e depois nos grupos controle e <i>Breath Stacking</i> .	87
--	----

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Tipo de distribuição da obesidade: A- Periférica e B-Central.....	23
Figura 2- Comparação do comportamento do volume pulmonar em relação ao tempo entre o inspirômetro de incentivo convencional e a técnica de Breath Stacking (BS).....	30
Figura 3- Disposição geral dos 89 marcadores. Visão anterior e posterior.....	32
Figura 4 e 5- Divisão da parede torácica, visão anterior e posterior, representando a compartimentação do volume corrente em: ctp=volume da caixa torácica pulmonar; cta= volume da caixa torácica abdominal e ab= abdominal. Modelo da caixa torácica de uma obesa, visão em 3D.....	33
Figura 6- Fluxograma de seleção e alocação das mulheres obesas.....	35

### Artigo 1

Figura 1- Variação do volume corrente ( $\Delta V_c$ ) nos compartimentos caixa torácica pulmonar (Ctp), caixa torácica abdominal (Cta) e compartimento abdominal (ab) nos grupos: controle (GC), obesidade central (GOC) e obesidade periférica (GOP).....	64
Figura 2- Correlação entre a variação no volume do compartimento abdominal com as variáveis antropométricas: <b>A-</b> IMC; <b>B-</b> CC e <b>C-</b> RCQ.....	65

### Artigo 2

Figura 1- Imagem obtida durante o estudo, do programa de computador Diamov que faz parte do sistema da Pletismografia Optoeletrônica, de uma mulher obesa realizando a técnica de <i>Breath Stacking</i> .....	83
--	----

Figura 2- Fluxograma de procedimentos para seleção, randomização e acompanhamento dos sujeitos.....84

Figura 3- Comparação intragrupo da variação do volume corrente no grupo *Breath Stacking* que realizou a técnica e no grupo controle nos três compartimentos da caixa torácica. **A-** Ctp; **B-** Cta; **C-** Ab.....85



## SUMÁRIO

<b>Capítulo 1</b>	<b>17</b>
1-Introdução	17
2- Objetivos	20
2.1- Objetivo Geral	20
2.2- Objetivos Específicos	20
3-Revisão Literatura	22
3.1-Avaliações da Obesidade	22
3.2-Principais Alterações da Fisiologia Respiratória na Obesidade	23
3.2.1-Volumes Pulmonares Estáticos e Dinâmicos	23
3.2.2-Complacência e Resistência Respiratória	24
3.2.3-Músculos Respiratórios	25
3.2.4-Troca Gasosa	26
3.2.5-Padrão Ventilatório	26
3.2.6-Complicações Respiratórias na Obesidade	27
4-Técnica de Breath Stacking	28
5-Instrumentos de Avaliação	30
5.1-Pletismografia Opticoeletrônica	30
6-Justificativa	33

<b>Capítulo 2-</b> Matérias e Métodos	34
<b>Capítulo 3-</b> Referências Bibliográficas	39
<b>Capítulo 4-</b> Resultados	47
4.1-1º artigo	48
4.2-2º artigo	66
<b>Capítulo 5-</b> Considerações Finais	88
Apêndice	90
Anexos	95

## CAPÍTULO 1- INTRODUÇÃO

A prevalência da obesidade em adultos aumentou significativamente nos últimos anos, tanto em países desenvolvidos quanto os países em desenvolvimento (Castre et al.,2010). Essa condição é considerada, atualmente, um dos mais graves problemas de saúde pública mundial. De acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS), existem mais de 1.6 bilhões de adultos com sobrepeso no mundo e, desses, 400 milhões são de obesos. Estima-se que, em 2015, o número de obesos exceda a 700 milhões (Formiguera e Canton, 2004; McClean e Kee, 2008).

Segundo dados fornecidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), que considerou obesos indivíduos com índice de massa corpórea (IMC) igual ou superior a  $30\text{kg/m}^2$ , no Brasil, a prevalência dos obesos tende a aumentar com a idade. Na faixa etária de 25 a 29 anos, a taxa é de 6.2% entre os homens e 7.0% entre as mulheres. Entre 35 e 44 anos, a taxa entre os homens eleva para 11.3%, quase dobrando de valor e, nas mulheres, 12.8%. O comportamento ascendente da curva atinge seu pico máximo dos 45 a 54 anos e estabiliza, na população masculina, dos 55 a 64 anos (11.9%). As mulheres apresentaram o mesmo comportamento ascendente de 21.8%, somente após os 65 anos de idade os valores começam a decair (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010).

A obesidade é a doença metabólica mais comum no mundo, definida como um excessivo e anormal acúmulo de gordura (Formiguera e Canton, 2004) que pode acarretar prejuízo à saúde (Koenig, 2001) além de diminuição na qualidade de vida com repercussões nos relacionamentos sociais e profissionais (Wellman e friedberg, 2002; Castre et al.,2010). Resulta de complexas interações entre fatores genéticos, psicológicos, socioeconômicos, culturais e ambientais (Blumenkrantz, 1997; Francischi et al., 2002). Está associada a diversas doenças, tais como diabetes mellitus, dislipidemia, distúrbios cardiovasculares, doenças degenerativas articulares, distúrbios pulmonares e algumas formas de neoplasia. (Jubber, 2004; Veale et al., 2008).

A função pulmonar no obeso, mesmo sem doenças associadas, pode apresentar alterações que estarão relacionadas com o grau da obesidade e com o

padrão de distribuição do excesso de gordura pelo corpo, (Collins et al.,1995; Lazarus et al.,1997) repercutindo na mecânica respiratória (Piper e Grunstein, 2010) força (Jones e Nzekwu, 2006) e resistência da musculatura respiratória (Zerah et al., 1993) troca dos gases pulmonares (Kessler et al.,2001), controle da respiração e tolerância ao exercício (Koenig, 2001). Essas alterações poderão ser agravadas em situações de vulnerabilidade, como procedimentos cirúrgicos, principalmente nas cirurgias torácicas e abdominal alta (Babatude et al., 2002; Eichenberger et al.,2002; Paisani et al.,2005; Wigfield et al.,2006) e internamentos em unidades de terapia intensiva (Malhotra e Hillman, 2007).

Visando prevenir ou tratar as complicações respiratórias e melhorar a função pulmonar pós-cirurgia, diversas técnicas de expansão pulmonar são empregadas pela fisioterapia, como respiração com pressão positiva intermitente, exercícios com respiração profunda, inspirometria de incentivo, porém, na literatura, há ausência de protocolos fixos com comprovação científica e os resultados apresentados são controversos quanto à eficácia (Pasquina et al.,2006; Lawrence et al., 2006; Freitas et al.,2007).

Uma das estratégias mais utilizadas no pós-operatório é o uso do inspirômetro de incentivo, equipamento acessível e de baixo custo, que promove aumento na pressão transpulmonar e estimula a adoção de uma respiração máxima sustentada através de informação visual, fornecida pelo equipamento (Bartlett et al., 1973). Entretanto, para a execução da técnica, são necessárias a colaboração e a compreensão do paciente, como também ausência de dor, fraqueza muscular, dispnéia e queda do nível de consciência (Weindler e Kiefer, 2001; Tom et al., 2001).

Uma técnica alternativa ao inspirômetro de incentivo, denominada *Breath Stacking*, ainda sem tradução para o português, que tem como objetivo principal incrementar o volume inspiratório requerendo esforço e cooperação mínima do paciente (Marini et al.,1998; Baker et al.,1990); fato este importante, visto que, após procedimentos cirúrgicos, é comum a adoção de padrão respiratório rápido e superficial, dificultando a utilização do inspirômetro de incentivo de forma adequada (Chiavegato et al.,2000;Paisane et al., 2005).

Estudos envolvendo movimentos da caixa torácica têm sido realizados, considerando que o deslocamento do pulmão é transmitido para a caixa torácica e vice versa e, que medidas de movimentos da superfície toracoabdominal, podem ser usadas como estimativa da variação do volume pulmonar (Mead e Loring, 1982; Ferrigno e Carnevali, 1998; Konno e Mead, 1966). Diversos instrumentos de avaliação têm sido empregados, como a Pletismografia de Indutância (Fernandes et al., 2007), Magnetômetro (Gastinger et al., 2010), Tomografia Elétrica de Impedância (EIT) (Pulletz et al., 2010), Ultrasonografia (Yamaguti et al., 2010), entre outros. Porém, a maior parte apresenta limitações e restrições importantes, como necessidade de manobras ventilatórias de calibração individual e dependente da correta compreensão e execução do paciente, uso assessorios e estipular graus de liberdade de movimento da caixa torácica ou fazer uso de radiações ionizantes (Fernandes et al., 2007; Pulletz et al., 2010; Gastinger et al., 2010; Tokuda et al., 2009).

Em 1994, um sistema opticoeletrônico e tridimensional, chamado ELITE, de análise do movimento, foi originalmente aplicado à análise da cinemática respiratória. Ao longo dos anos, vários estudos foram conduzidos em diferentes condições e patologias. Após sucessivos aprimoramentos, o sistema foi nomeado de Pletismografia Opticoeletrônica, um instrumento com acurácia na análise da variação do volume pulmonar e que apresenta como vantagem em relação aos demais instrumentos a análise do volume de toda a caixa torácica ou separado por compartimentos: caixa torácica pulmonar, caixa torácica abdominal e abdômen (Cala et al., 1996; Aliverti et al., 2003).

A literatura atual é vasta em relação aos estudos que envolvem movimentos da caixa torácica, os enfoques principais são nas doenças obstrutivas (Calverly e Koulouris, 2005; Gorini et al., 1990), mudanças posturais (Romei et al., 2010) e durante atividades físicas (Vogiatzis et al., 2005), porém é pequeno o número de estudos com doenças restritivas e ausente na situação de restrição pulmonar em que se encontra o obeso, que além de apresentar padrão respiratório restritivo, apresenta particularidades em relação a constituição toracoabdominal com maior porcentagem de tecido gorduroso, que pode influenciar no movimento da caixa torácica.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1- Objetivo Geral

- Avaliar o padrão de ventilação na obesidade central e periférica e avaliar a eficácia da técnica de *Breath Stacking* em mulheres com obesidade mórbida, na distribuição da ventilação na caixa torácica, através da Pletismografia Optoeletrônica (POE).

### 2.2- Objetivos Específicos

#### Artigo 1

Avaliar e comparar nos grupos controle, obesidade central e periférica:

- Os valores das variáveis espirométricas: VEF1, CVF e VEF1/ CVF;
- O padrão de distribuição da ventilação pulmonar na caixa torácica, através da POE;
- A variação do volume corrente nos compartimentos: caixa torácica pulmonar, caixa torácica abdominal e abdominal.
- Correlacionar nos grupos controle, obesidade central e periférica a ventilação pulmonar regional dos compartimentos da caixa torácica com IMC, CC e CQ.

#### Artigo 2

Comparar antes e depois nos grupos controle e *Breath Stacking*:

- Os valores das variáveis espirométricas: VEF1%, CVF%, VEF1/ CVF% e CI;
- Os valores do volume minuto (VM), volume corrente (Vc), frequência respiratória (FR), tempo inspiratório (TInsp) e expiratório (TExp);

- A ventilação pulmonar total e regional nos compartimentos: caixa torácica pulmonar, caixa torácica abdominal e abdominal.

### 3. Revisão Literatura

#### 3.1- Avaliações da Obesidade

Diversas medidas são utilizadas para categorizar a obesidade. As mais usadas são o Índice de Massa Corporal (IMC), a medida da Circunferência Abdominal (CA) e a Relação Cintura /Quadril (RCQ) (Duschene, 2001; WHO, 1995; Seidell e Flegal, 1997). O IMC, que tem forte correlação com a gordura do corpo, é calculado dividindo-se o peso corporal pela altura elevada ao quadrado e é expresso em  $\text{kg/m}^2$ . Na população brasileira, tem-se utilizado a tabela proposta pela Organização Mundial de Saúde (OMS), com as seguintes classificações: indivíduo com  $\text{IMC} < 18,5 \text{kgm}^2$ - baixo peso;  $\text{IMC}$  entre 18,5 e  $24,9 \text{kgm}^2$ - peso normal;  $\text{IMC}$  entre 25 e  $29,9 \text{kgm}^2$ - pré-obeso;  $\text{IMC}$  entre 30 e  $35 \text{kgm}^2$ - obesidade propriedade dita e  $\text{IMC} > 40 \text{kgm}^2$ - obesidade mórbida (WHO, 1995; Chen et al., 2007).

A maior parte dos estudos que enfoca a relação da obesidade com a função pulmonar, utiliza a medida do IMC, embora essa não seja a mais apropriada, visto que, é uma avaliação global da gordura, que mensura tanto a massa magra como a gorda do corpo, e não leva em conta a diferença no tipo de distribuição da gordura (Kress et al., 1990; Molarius et al., 1990; Duschene, 2001).

O uso das medidas de Circunferência Abdominal e da Relação Cintura Quadril, apresentam-se mais eficazes no estudo do impacto da obesidade na função respiratória, considerando que a obesidade, está relacionada com redução da função respiratória, causando redução dos volumes pulmonares (Koziel et al., 2007), com aumento da resistência respiratória (Zerah et al., 1993), decréscimo na complacência da parede torácica (Behazin et al., 2010), troca gasosa (Zavorsky et al., 2007) e aumento do trabalho respiratório (Sharp et al., 1964).

A medida da circunferência abdominal tem forte correlação com o tecido adiposo visceral e tem mostrado ser suficiente para estabelecer risco cardíaco, sendo considerados os limites normais a circunferência  $< 95 \text{cm}$  para homens e  $< 80 \text{cm}$  para mulheres (Klein et al., 2007; Kac et al., 2001). A determinação RCQ, que considera a distribuição na gordura pelo corpo, é definida pela divisão do maior



perímetro abdominal, entre a última costela e a crista ilíaca, pelo perímetro do quadril ao nível dos trocânteres femorais. Considera-se que existe maior risco cardiovascular para os adultos se os valores da RCQ forem superiores a 0.90 em homens e 0.85 em mulheres (Kac et al., 2001;Koning et al., 2007).

A distribuição da gordura pode ser do tipo central ou superior, mais comum em homens, com a maior parte do tecido adiposo depositado na área abdominal e a do tipo periférico ou inferior, padrão mais feminino de distribuição, no qual o depósito de gordura está localizado, predominantemente, no subcutâneo da parte inferior do corpo (Pouliot et al.,1994). Estudos (Carey et al.,1999;Pouliot et al.,1994) relatam que os efeitos adversos do ganho de peso na função pulmonar são maiores em homens do que nas mulheres, provavelmente devido à distribuição da gordura ser diferente entre os gêneros (McClean et al.,2008).



Figura 1- Tipos de distribuição da obesidade: A- Periférica e B- Central.

### 3.2- Principais Alterações da Fisiologia Respiratória na Obesidade

#### 3.2.1- Volumes Pulmonares Estáticos e Dinâmicos

As manifestações mais comuns do efeito da obesidade nos volumes pulmonares são relatadas pela diminuição do Volume de Reserva Expiratório (VRE),

que ocorre mesmo na obesidade moderada, seguida pela diminuição da Capacidade Residual Funcional (CRF), que poderá apresentar valor próximo do Volume Residual (VR) (Pelosi et al.,1998; Jones et al.,2006; Salome et al.,2009). Na tentativa de compensar essa diminuição, a Capacidade Inspiratória (CI) poderá estar aumentada. Alguns estudos (Weiner et al.,1998; Rasslan et al.,2004; Costa et al., 2008) associam aumento do IMC e redução da VRE e CRF. Nos volumes pulmonares extremos, como a Capacidade Pulmonar Total (CPT) e o Volume Residual (VR), a obesidade apresenta moderada repercussões (Saliman et al.,2008; Salome et al.,2010).

A redução da ventilação na base pulmonar pode levar ao fechamento das unidades pulmonares periféricas, anormalidade na perfusão e hipoxemia, especialmente na posição supina (Gibson, 2000; Mcclean et al., 2008).

Em relação aos volumes pulmonares dinâmicos, o volume expiratório forçado no primeiro segundo ( $FEV_1$ ) e da Capacidade Vital Forçada (CVF), encontram-se diminuídos, dependendo da idade, tipo distribuição e da severidade da obesidade (Al-Bader et al., 2008; Chilf et al., 2009). Em média, aumento de um cm na circunferência da cintura está associado a redução de 11ml de  $FEV_1$  e de 13ml da CVF (Chen et al., 2007). A relação  $FEV_1$ /CVF apresenta valor normal ou elevado e está diretamente relacionada com o fechamento das pequenas vias aéreas, resultado do aprisionamento de ar, causando diminuição na Capacidade Vital (CV)(Al-Bader et al., 2008; Chilf et al., 2005 e 2009).

Alguns estudos encontraram correlação entre os valores dos índices antropométricos de IMC, da RCQ e da CA com alterações nos volumes pulmonares dinâmicos (Collins et al., 1994; Chen et al., 2007; Koziel et al., 2007; Gabrielsen et al.,2010).

### 3.2.2- Complacência e Resistência Respiratória

À medida que aumenta o IMC, a complacência respiratória total declina exponencialmente, diminuindo 30% do previsto em casos mais graves (Pelosi et al.,1998). Valores contraditórios quanto à complacência pulmonar são encontrados (Sharp et al.,1963; Suratt, et al., 1984). Os resultados dependem de fatores como; técnica, postura e tipo da sedação utilizada para a avaliação da complacência.

Alterações na complacência total do sistema respiratório podem ter origens diferentes nos obesos (Salome et al.,2010). Tanto ocorre diminuição da complacência da caixa torácica como pulmonar, com achatamento da curva pressão-volume (Zerah et al.,1993), desencadeada pelos mecanismos restritivos que o acúmulo de gordura causa nas regiões do tórax, do abdômen e na cavidade abdominal, podendo com isto, restringir a descida do diafragma e limitar a expansão pulmonar (Koenig, 2001; McClean et al.,2008). Como conseqüências são encontradas aumento do volume sanguíneo pulmonar, fechamento de vias aéreas dependentes, resultando em pequenas áreas de atelectasia ou aumento da tensão superficial alveolar, devido à diminuição da CRF. (Koenig, 2001;Salome et al.,2009).

O aumento da resistência respiratória na obesidade está relacionado, principalmente, com a diminuição do volume pulmonar, em vez de obstrução de grandes vias aéreas (Zerah et al.,1993). Zerah et al., (1993) encontram, que a resistência aérea em obesos morbidos foi 56% maior que nos indivíduos com IMC entre 25 e 29 Kg/m<sup>2</sup>. Segundo Pelosi et al.,o aumento do IMC pouco afeta a diferença entre a resistência do sistema respiratório e a da via aérea, porém há relação entre a condutância da via aérea e a CRF.

### 3.2.3- Músculos Respiratórios

A função dos músculos respiratórios pode estar ineficiente em indivíduos obesos. As possíveis causas estão relacionadas com a desvantagem mecânica causada pela gordura, redução do volume pulmonar e pela necessidade de gastar mais energia para expandir os pulmões do que os indivíduos de peso normal (Weiner et al.,1998;Gibson, 2000; Franssen et al.,2005). Além disso, o excesso de peso aumenta a carga de trabalho nos músculos respiratórios, no intuito de vencer a força elástica e o aumento da resistência respiratória, apesar de intensificada a demanda do diafragma (collet et al.,2007; Sarikaya et al.,2003). Propiciando maior risco em desenvolver fadiga dos músculos inspiratórios no repouso (Chlif et al.,2005).

Na obesidade mórbida, as pressões inspiratórias e expiratórias máxima podem estar diminuídas, como conseqüência da redução da complacência e do

volume pulmonar (Chilf et al., 2005 e 2009). A ventilação voluntária máxima (VVM), medida correspondente à resistência da musculatura respiratória, encontra-se reduzida em aproximadamente 20% em indivíduos obesos saudáveis (Koenig, 2001). Foi observado associação entre o incremento na força dos músculos respiratórios com a perda de peso em obesos mórbidos (Weiner et al., 1998).

### 3.2.4-Troca Gasosa

No obeso mórbido, é comum encontrar algum grau de hipoxemia, que está relacionada com o distúrbio na relação ventilação/perfusão, considerando que as porções inferiores dos pulmões são mal ventiladas e bem perfundidas (Veale et al., 2008; Piper e Grunstein, 2009). Esta situação está predominantemente presente em obesos com elevados valores da circunferência abdominal (Zarvorsky et al., 2007). Devido ao aumento da demanda do sistema ventilatório, para manter o  $\text{PaCO}_2$  normal, a maioria dos obesos são eucápnicos (Zavorsky et al 2007).

O consumo de  $\text{O}_2$  e a produção de  $\text{CO}_2$  estarão aumentados como resultado da atividade metabólica pelo excesso de tecido adiposo, além do aumento da carga de trabalho sobre os tecidos de suporte (Kress et al., 1990). Existe clara associação entre dispnéia e obesidade (Gibson, 2000). A proporção do consumo de Oxigênio ( $\text{VO}_2$ ) dedicado ao trabalho de respirar em repouso alcança 16%, enquanto que no indivíduo com boa saúde e peso normal, não excede 3% do total de  $\text{VO}_2$  (Sharp et al., 1963; Kress et al., 1990).

### 3.2.5- Padrão Ventilatório

O comando no *drive* respiratório e aumento no trabalho de respirar freqüentemente estão presentes nos obesos (Sharp et al., 1963; Kress et al., 1990). O estudo de Chilf et al., (2009) relatou que os obesos apresentavam, em relação a indivíduos de peso normal, respiração rápida e superficial, com aumento da Frequência Respiratória (FR), da Ventilação Minuto (VM) e diminuição do Volume Corrente (VC). Estratégia adotada na tentativa de diminuir o trabalho respiratório (Sharp et al., 1963; Kress et al., 1990).

### 3.2.6- Complicações Respiratórias na Obesidade

Obesos em situação crítica, que necessitem de internamento em Unidade de Terapia Intensiva, apresentam maior prevalência em fazer uso de assistência ventilatória mecânica por período mais prolongado e a permanecer por mais tempo internado nesta unidade, do que indivíduos de peso normal (El-Solh et al., 2001; Al-Dorzi e Kleinhenz, 2003; Westerly e Dabbagh, 2010).

Indivíduos com fatores de risco pré-existentes, como idade avançada, tabagismo, doenças pulmonares agudas e crônicas e obesidade, que são submetidos à cirurgias, estarão predispostos as complicações pulmonares no pós-operatório e maior tempo de permanência na unidade de recuperação pós-anestésica (Serejo et al., 2006).

Procedimentos cirúrgicos da porção superior do abdômen aumentam o risco de complicações respiratórias em pacientes obesos (Babatude et al., 2002; Paisani et al., 2005; Hedenstierna e Edmark, 2010). A deficiência na troca gasosa no obeso em repouso, também poderá ser um marcador de prognóstico nas complicações pós-operatórias. As principais manifestações são: atelectasia, pneumonia, disfunção respiratória e derrame pleural (Serejo et al., 2006). Essas complicações pulmonares aumentam a morbidade, prolonga o internamento hospitalar e eleva os custos com a saúde (Lawrence et al., 1995).

Os efeitos do excesso de peso no sistema respiratório podem ser exacerbados pelo tipo de anestesia, o tipo de incisão, tempo cirúrgico, posição supina, distensão abdominal, que favorece a paralisia diafragmática, elevação das cúpulas, repercutindo nos volumes pulmonares, alteração na função dos músculos respiratórios e comprometimento nas trocas gasosas (Adams e Murphy, 2000; Eichenberger et al., 2002). As restrições pulmonares do pós-operatório persistem por mais de duas semanas, o que pode aumentar ainda mais as complicações respiratórias, como atelectasia, retenção de CO<sub>2</sub> e infiltrado broncopulmonar (Byrne, 2001; Sanches et al., 2007).

#### 4. TÉCNICA DE *BREATH STACKING*

Dentre as técnicas usadas para a reexpansão pulmonar, a de *Breath Stacking*, desenvolvida por Marini et al (1986), que a princípio teve como finalidade estimar a capacidade vital (CV) em pacientes pouco colaborativos, mostrou ser capaz de incrementar os volumes pulmonares (Marini et al., 1986; Baker et al., 1990).

A técnica consiste em usar uma máscara com uma válvula unidirecional, que permite realizar sucessivas inspirações de forma involuntária, com esforço mínimo do paciente e a bloquear a expiração. A oclusão do ramo expiratório evoca mecanismos compensatórios de manutenção do volume corrente que estimula progressivamente o centro respiratório provocando acúmulo de ar nos pulmões e melhora na ventilação colateral (Marini et al., 1986). Os esforços inspiratórios diminuem com as sucessivas respirações, devido ao bloqueio inspiratório desenvolvido pelo tórax, que acarreta desvantagem mecânica na musculatura respiratória e diminuição da complacência pulmonar, porém, o influxo de ar ocorre até que os esforços respiratórios sejam insuficientes para vencer a força de recolhimento elástico torácico (Godfrey e Campbell, 1968; Marini et al., 1986).

Seguindo o mesmo princípio de empilhamento de ar com aumento do volume pulmonar inspirado, proposto pela técnica de *Breath Stacking*, são encontrados estudos (Kang e Bach, 2000; Bach et al., 2007; Mahajan et al., 2008; Brito et al., 2009) com a técnica denominada de *Air Stacking*. Usada de forma modificada com o auxílio de uma bolsa de ressuscitação manual, uma válvula unidirecional e uma máscara ou boquilha, tem sido empregada em pacientes com distúrbios neuromusculares respirando espontaneamente ou intubados, com o objetivo de aumentar a capacidade inspiratória máxima, ou seja, de empilhar a respiração, e gerar maior fluxo expiratório auxiliando posteriormente no mecanismo da tosse (Kang e Bach, 2000; Bach et al., 2007; Mahajan et al., 2008; Brito et al., 2009).

O *Neurorehabilitation Centre in Ottawa* (Armstrong, 2009) e o estudo de Crowe et al., 2006, denominam a técnica modificada *Air Stacking*, de *Breath-Stacking*. Há de se analisar se as duas técnicas, na verdade pode ser considerada com uma só, usada de forma modificada, visto que a resposta ao emprego das

técnicas é a mesmo, ou seja, empilhamento de ar, com o objetivo de atingir a máxima insuflação e sustentá-la por um período.

No estudo Baker et al., (1990) que envolveu indivíduos que se recuperavam de situações clínicas como trauma e cirurgia, o uso do *Breath Stacking* promoveu aumento do volume inspiratório e a manutenção desse volume por um período mais longo que o obtido com o uso de outro inspirômetro de incentivo. Resultados semelhantes foram encontrados por Dias et al.,(2008) em indivíduos submetidos à cirurgia abdominal.

Outro benefício atribuído a manobra, além de reverter atelectasia e melhorar as trocas gasosas (Baker et al., 1990), foi relatado por Strider et al., (1994) que avaliando indivíduos no pós-operatório de cirurgia cardíaca, encontraram redução no shunt pulmonar, porém não houve correlação entre a redução do *shunt* com a duração da inspiração, nem com o volume mobilizado durante a técnica (Strider et al., 1994).

Os feitos da técnica de BS têm sido comparados ao do inspirômetro de incentivo (II), na análise da mobilidade do diafragma, através da ultrasonografia, não foi encontrando diferença no deslocamento do diafragma entre as técnicas, apesar do maior volume alcançado durante a técnica de BS (Pomponet. et al., 2002). Resultado semelhante também foi relatado em outro estudo avaliando a atividade eletromiográfica dos músculos escalenos e diafragma, sem diferença no padrão de recrutamento dos músculos entre as técnicas (Campanha et al., 2002).

Na figura-2, temos um exemplo da comparação do volume mobilizado durante a realização da inspirimetria de incentivo convencional e durante a técnica de BS, relatada no estudo de Marini et al.,(1986) é possível observar o maior volume alcançado e duração da inspiração com a técnica de BS.

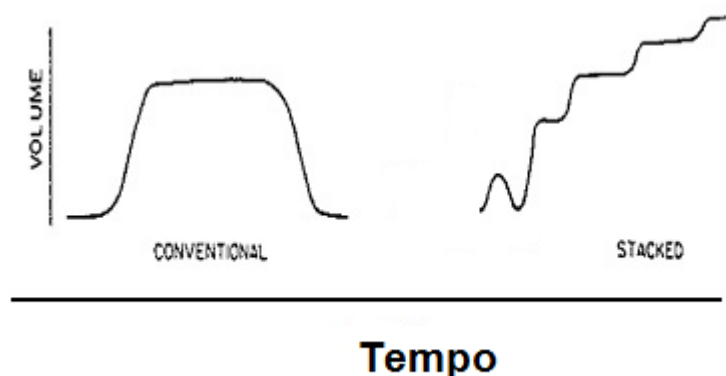


Figura 2- Comparação do comportamento do volume pulmonar em relação ao tempo entre o inspirômetro de incentivo convencional e a técnica de Breath Stacking (BS).

Fonte: Adaptado de Marini et al., 1985.

## 5. INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO

Os testes de função pulmonar medem a capacidade dos pulmões para se expandir, a facilidade do ar entrar e sair dos pulmões pelas vias aéreas, e a capacidade dos pulmões de transferir oxigênio para o sangue e eliminar o dióxido de carbono do organismo (ATS/ERS, 2002; Neder et al.,1999;Pereira, 2002; Miller et al., 2005). Diversos instrumentos podem ser utilizados para esses fins, a escolha, depende do objetivo da avaliação. Os testes são indicados para determinar a gravidade e o progresso de diversas doenças pulmonares, monitorar a efetividade da terapêutica e avaliar pacientes em pré-operatório (Neder et al.,1999; Pereira, 2002; Miller et al., 2005).

### 5.1- PLETISMOGRAFIA OPTOELETRÔNICA (POE)

Em diferentes situações fisiológicas e clínica, a POE tem sido empregada, podendo ser considerada um método seguro e não invasivo de analisar mudanças de volume na caixa torácica, tanto em indivíduos saudáveis quanto em portadores de doenças respiratórias (Cala et al., 1996; Aliverti et al.,2003; Calverly e Koulouris, 2005; Gorini et al.,1990; Lanini et al.,2008).



Os estudos envolvendo patologias como a asma (Gorinni et al.,1999) e a doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) (Vogiatzis et al.,2005) utilizando a POE, enfocam principalmente o desenvolvimento ou incremento da hiperinsuflação dinâmica no repouso e durante o exercício físico. Nos indivíduos saudáveis, são encontrados, estudos que avaliam a cinemática da caixa torácica, durante a respiração basal, no exercício físico (Vogiatzis et al.,2005) e em diferentes posturas corporais como a supina e a prona (Aliverti et al., 2001;Romei et al.,2010).

Segundo dados do estudo de Alivert et al.,(2000) a POE mostrou-se hábil também, em fornecer dados sobre a distribuição do volume pulmonar em pacientes com lesão pulmonar aguda sob assistência ventilatória mecânica (Chiumello et al., 2007). Em outro estudo, o mesmo autor avaliou os efeitos de diferentes níveis de pressão de suporte na cinemática da caixa torácica (Aliverti et al., 2000).

Através do modelamento da superfície toracoabdominal, a POE mensura mudança na forma da caixa torácica durante a respiração, utilizando um número limitado de marcadores auto-reflexivos, no tamanho 5-10 mm de diâmetro, fixados com bioadesivos hipoalérgicos sobre a pele, em determinados pontos anatômicos da caixa torácica (Cala et al., 1996; Aliverti et al.,2003).

Para avaliação do indivíduo sentado ou em posição ortostática, é utilizado o protocolo de 89 marcadores, posicionados em sistema de grade, disposta da seguinte maneira: sete linhas horizontais arrumadas de forma circunferencial entre o nível das clavículas e das espinhas ilíacas ântero-superior. Ao longo das linhas horizontais, os marcadores são arrumados anteriormente e posteriormente, em cinco colunas verticais mais duas colunas adicionais na linha axilar média. Sete marcadores extras são colocados, para proporcionar melhor detalhamento nas regiões anterior e posterior (Cala et al., 1996; Aliverti et al.,2003) (figura 3).

As imagens, em 100 quadros por segundo, são capturadas por câmeras especiais, sincronizadas com os emissores de luz infravermelho, num total de seis; sendo três posicionadas anteriormente e três posteriormente equidistantes entre si e direcionadas para uma região central, local em que a avaliação deverá ser realizada. Um processador de imagem executa, em tempo real, padrões de reconhecimento de

algoritmos e computa as coordenadas em três dimensões (3D) dos diferentes marcadores (Cala et al., 1996; Aliverti et al., 2003).

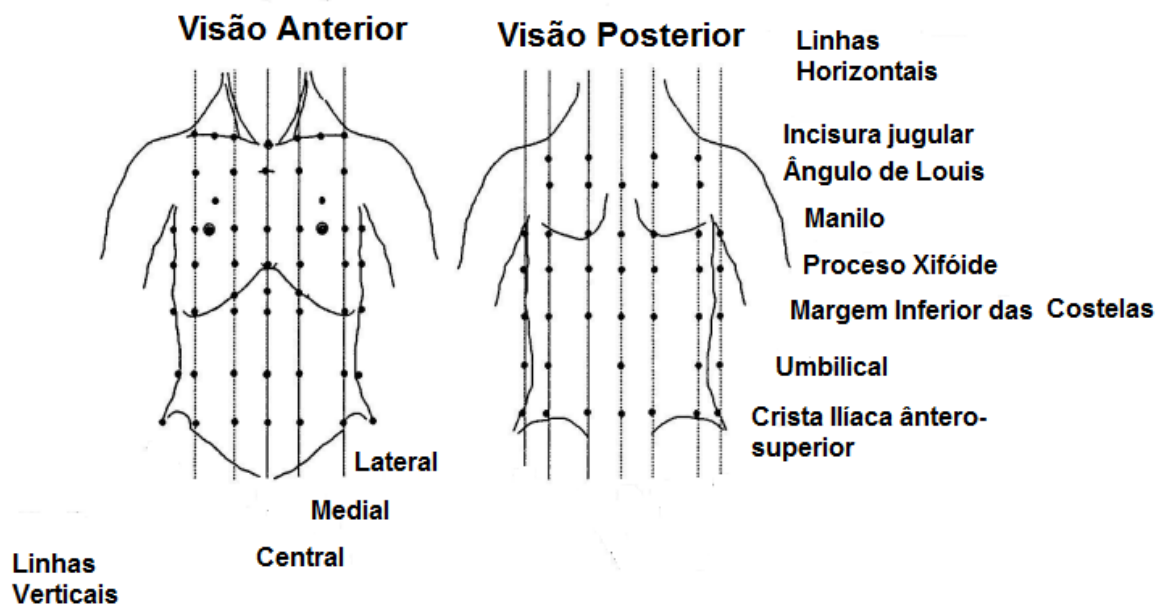
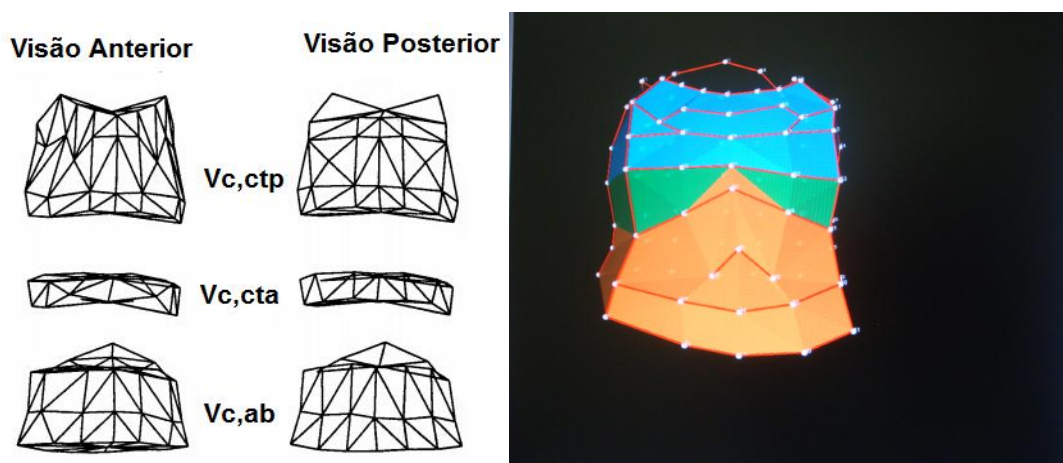


Figura 3- Disposição geral dos 89 marcadores. Visão anterior e posterior.

Fonte: Adaptado de Cala SJ et al., 1996.

Uma vez que as coordenadas tridimensionais dos pontos da superfície da caixa torácica forem adquiridas com referência no sistema de coordenadas, uma superfície fechada é definida através da conexão dos pontos de forma triangular. Para cada triângulo, a área e a direção são determinadas e, sucessivamente, o volume interno do formato do tórax é computado, usando o teorema de Gauss (Cala et al., 1996; Aliverti et al., 2003) (figura 4 e 5).



**Figura 4 e 5-** Divisão da parede torácica, visão anterior e posterior, representando a compartimentação do volume corrente em: ctp= caixa torácica pulmonar; cta= caixa torácica abdominal e ab= abdominal. Modelo da caixa torácica de uma obesa, visão em 3D.

Fonte: Adaptado de Kenyon CM et al., 1997.

## 6. Justificativa

A obesidade, mesmo sem doenças associadas, pode afetar a função respiratória. As anormalidades mais comuns são a restrição pulmonar com redução dos volumes pulmonares, além da ineficiência da musculatura respiratória (Carey et al., 1999; Pelosi et al., 1998; Veale et al., 2008). Estudos relatam o aumento do risco de complicações respiratórias em pacientes obesos, submetidos a procedimentos cirúrgicos do andar superior do abdômen (Babatude et al., 2002; Paisani et al., 2005; Hedenstierna e Edmark, 2010). As principais manifestações são atelectasia, pneumonia, disfunção respiratória e derrame pleural (Eichenberger et al., 2002). Um estudo, realizado em 2010, sobre os efeitos da obesidade em relação à mortalidade e morbidade na unidade de terapia intensiva, não encontrou aumento na prevalência da mortalidade dos obesos, porém estes permaneciam maior tempo em assistência ventilatória mecânica e por mais tempo internados nesse setor, quando comparados a indivíduos de peso normal (Westerly e Dabbagh, 2010).

Estudar qual o efeito da técnica de expansão pulmonar *Breath Stacking* sobre a ventilação pulmonar total e regional das mulheres obesas saudáveis, através do estudo do movimento da caixa torácica e como ocorre a distribuição da ventilação entre os compartimentos, pode auxiliar na assistência a indivíduos obesos, principalmente nos portadores de doenças respiratórias ou que estiverem em

situações de vulnerabilidade às complicações respiratórias, como nos procedimentos cirúrgicos.

## **CAPÍTULO 2 - MATERIAIS E MÉTODOS**

O estudo foi dividido em duas etapas. A primeira avaliou o padrão de distribuição da ventilação na caixa torácica durante a respiração basal em mulheres com padrão de obesidade diferente comparando com as mulheres de peso normal, esta etapa, trata-se de um estudo de corte transversal. Na segunda parte, foi avaliada a eficácia da técnica de *Breath Stacking*, em mulheres obesas, o estudo foi um ensaio clínico randomizado, cego e controlado.

A amostra foi de conveniência com mulheres provenientes do ambulatório de cirurgia bariátrica do Hospital das Clínicas de Pernambuco e do Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal de Pernambuco, no período de janeiro a junho de 2010. Teve como critérios de inclusão idade entre 19 a 60 anos,  $IMC \geq 40 \text{ kg/m}^2$ , para o grupo de obesas, e  $IMC$  entre 18,5 e 24,9  $\text{kg/m}^2$ , para o grupo controle. Foram excluídas mulheres com doença pulmonar crônica, tabagistas, patologia e neuromuscular e incapacidade em realizar os procedimentos.

As voluntárias consideradas elegíveis, após esclarecimento sobre a pesquisa, assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido. O protocolo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Agamenon Magalhães sob o número de protocolo: 308/2009. A figura 5- mostra o fluxograma de seleção e alocação das mulheres obesas. As avaliações foram realizadas no Laboratório de Fisiologia e Fisioterapia Cardiopulmonar do Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal de Pernambuco.

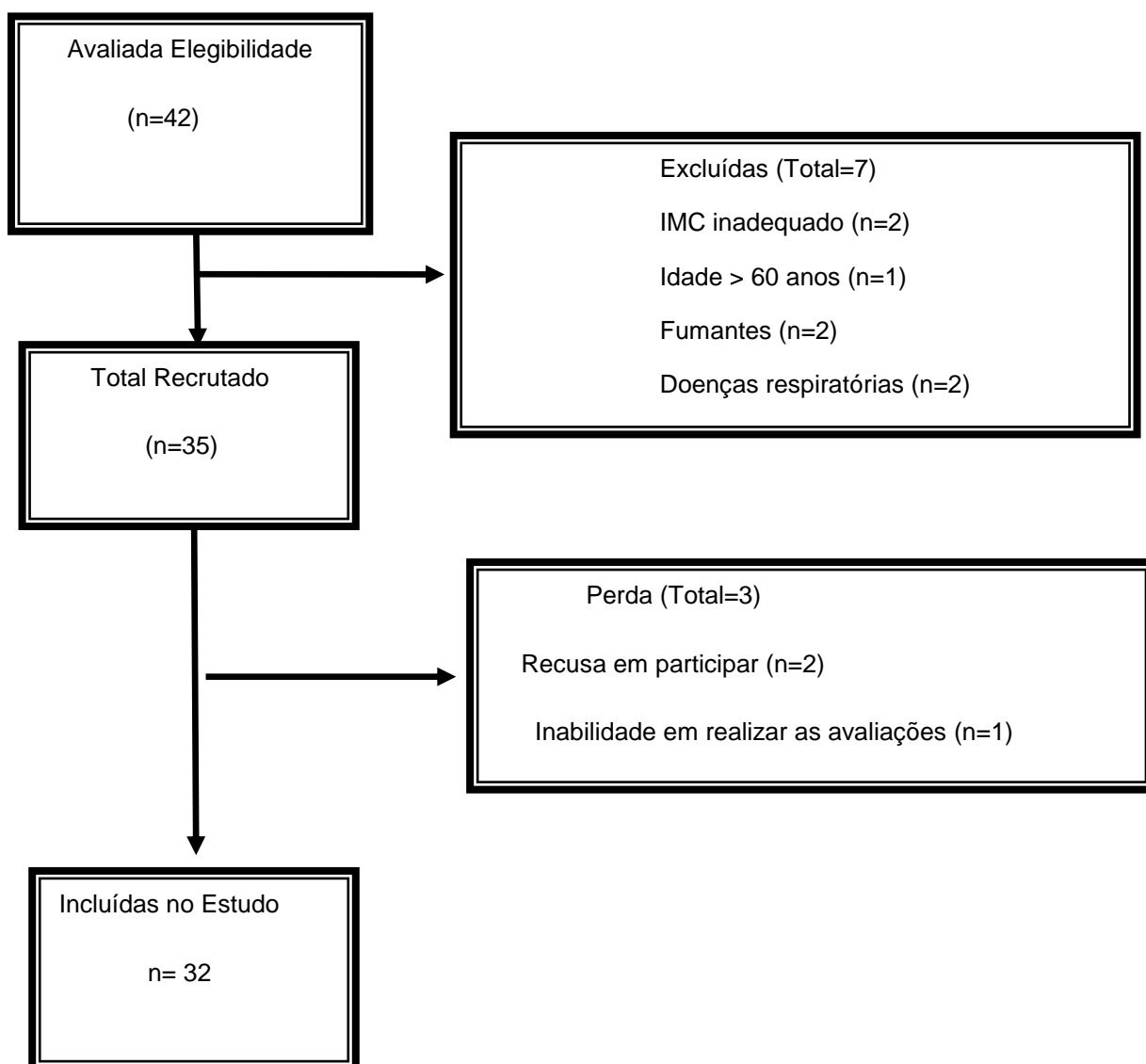


Figura 6- fluxograma de seleção e alocação das mulheres obesas.

Após a chegada ao local de avaliação, as voluntárias permaneciam por dez minutos em repouso e recebiam explicações sobre a execução correta de cada procedimento. As avaliações dos dados antropométricos, cardiorrespiratórios e espirometria foram realizadas nas duas etapas do estudo, com todas as voluntárias, seguindo esta ordem e de acordo com os procedimentos mencionados a seguir:

### **Medidas Antropométricas e Cardiorrespiratórias**

As voluntárias foram avaliadas na posição ereta, usando roupas leves e sem sapatos. Para mensurar o peso e a altura, foi utilizada balança digital com antropômetro – Welmy modelo W300 (Brasil) com capacidade para 300 kilogramas

(Kg), precisão de 50 gramas (g) e antropômetro com limite de 2 metros (m). Para as avaliações da circunferência da cintura, referente à menor medida entre as últimas costelas e as cristas ilíacas, e da circunferência do quadril, corresponde à maior medida na região das nádegas, foi usada fita métrica flexível, de 2 metros de comprimento. Esses dados também foram utilizados para calcular o IMC ( $\text{Kg/m}^2$ ) e a relação cintura/quadril (RCQ). Foram avaliados as seguintes variáveis cardiorrespiratória: Frequência Cardíaca (FC) e saturação periférica de oxigênio ( $\text{SaO}_2$ ), utilizando o oxímetro de pulso portátil Nonin Onyx (USA).

### **Avaliação Espirométrica**

Foi utilizado o espirômetro portátil, Micromedical Microloop MK8 (Inglaterra). As medidas avaliadas para o estudo foram o volume expiratório forçado no primeiro segundo ( $\text{VEF}_1$ ), capacidade vital forçada (CVF), e a relação do volume expiratório forçado no primeiro segundo pela capacidade vital forçada ( $\text{VEF}_1/\text{CVF}$ ). Com as voluntárias na posição sentada, pés apoiados no chão, coluna ereta, sem apoio para os membros superiores e usando boquilha e clipe nasal, foram realizadas pelo menos três manobras da capacidade vital forçada (CVF) e da capacidade vital lenta (CVL), com intervalo de dois minutos entre as manobras, que estivessem de acordo com os critérios de reprodutividade e aceitabilidade da *American Thoracic Society-ATS* (2002) e as diretrizes para teste da função pulmonar (Pereira, 2002). Os valores espirométricos foram expressos como a porcentagem do valor predito normal para a população brasileira (Pereira, 2002).

### **Avaliação da Ventilação Pulmonar**

Foi utilizado o Pletismógrafo Optoeletrônico -BTS Bioengineering (Itália). As variáveis analisadas foram: volume corrente ( $V_t$ ); caixa torácica pulmonar ( $V_{c,ctp}$ ), caixa torácica abdominal ( $V_{c,cta}$ ), abdominal ( $V_{c,Ab}$ ), tempo inspiratório ( $T_{Insp}$ ) e tempo expiratório ( $T_{Exp}$ ). De acordo com o protocolo, foram utilizados 89 marcadores reflexivos, fixados com fita adesiva dupla-face e antialérgica, em pontos determinados da pele distribuídos da seguinte maneira: 42 na região anterior, 10 na lateral e 37 na posterior. Os dados dos volumes da área foram calculados a partir da construção de triângulos emitidos pelos marcadores sobre as coordenadas X-Y-Z, utilizando o teorema de Gauss.

As manobras realizadas e a composição da amostra para a avaliação da ventilação pulmonar, utilizando a POE, diferiam nas duas etapas do estudo, como serão explicadas a seguir:

### **1- Primeira etapa do estudo**

As voluntárias obesas (n=30) e peso normal (n=29) foram posicionadas sentadas, com a coluna ereta e as mãos apoiadas no quadril, as imagens foram capturadas por seis câmeras especiais; sendo três posicionadas anteriormente e três posteriormente ao local em que ocorriam as avaliações. Após um período de adaptação de dois minutos, a gravação da respiração basal era realizada. Foi solicitado que as voluntárias respirassem tranquilamente, sem a utilização de artefato, não falasse e nem se mexesse durante a gravação, que ocorria por um período de cinco minutos.

### **2- Segunda etapa do estudo**

Trinta e duas obesas participaram dessa etapa do estudo, que após randomização por programa de computador BioEstat 5.0 foram divididas em dois grupos: Grupo Controle (GC), com n=16, e Grupo *Breath Stacking* (GBS), com n=16. O avaliador que realizava a primeira parte do estudo, não tinha acesso à relação da randomização, nem os voluntários tinham conhecimento a qual grupo pertenceria, visto que, tanto o grupo controle como o grupo intervenção, usava o mesmo sistema; porém, sem obstrução do ramo expiratório.

No grupo intervenção foi utilizada uma máscara de silicone, envolvendo nariz e boca, com duas saídas, uma contendo o Ventilômetro Analógico de *Wright* MARK 8 e a outra saída foi ocluída. Foi explicado que a máscara só permitiria o ar entrar durante a inspiração, e que a voluntária deveria inspirar gradualmente, enchendo os pulmões de ar, até sentir que os encheu completamente. O término da técnica se daria em duas situações: quando a voluntária solicitasse, através de um gesto com a mão, previamente combinado ou quando através do ventilômetro de *Wright*, fosse observado pela pesquisadora que não havia mais nenhuma alteração de volume inspirado.

A máscara foi segurada pelo pesquisador no rosto da voluntária durante cada técnica e era prontamente retirada, permitindo a expiração no final de cada manobra. A técnica foi realizada três vezes, com intervalo de três minutos entre cada manobra, sendo as imagens gravadas cinco minutos antes de cada técnica e durante as mesmas. Após três minutos da última manobra, foram gravados mais cinco minutos de respiração basal, sem a utilização de máscara, igual à primeira parte da avaliação.

No grupo controle, os procedimentos, as informações e os materiais utilizados foram os mesmos, a saída expiratória da máscara de silicone não foi ocluída. O ventilômetro foi mantido, para manter a semelhança do material utilizado nos dois grupos. As voluntárias foram instruídas a realizar a mesma respiração basal, sem máscara, por cinco minutos. Depois deveriam respirar normalmente, através da máscara, durante os três momentos de gravação correspondentes a técnica do grupo intervenção e mais cinco minutos de respiração basal, sem máscara. Todos os períodos de gravação foram semelhantes ao do grupo intervenção.

Após cinco minutos de repouso, nova espirometria foi realizada, nos dois grupos, com as mesmas recomendações e critérios anteriormente realizados.



### CAPÍTULO 3- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adams J.P., Murphy P.G. Obesity in anesthesia and intensive care. **Br J Anaesth**, 85(1):91-108, 2000.

Al-Bader W.R., Ramadan J., Nars-Eldin A., et al. Pulmonary ventilatory functions and obesity in Kuwait. **Med Princ Pract**, 17:20-26, 2008.

Al-Dorzi H.M., Kleinhenz M.E. Obesity and outcomes of chronic ventilator dependence. **Chest**, 124:208, 2003.

Aliverti A., Dellacà R., Pelosi P., et al. Optoelectronic plethysmography in intensive care patients. **Am J Respir Crit Care Med**, 161:1548-52, 2000.

Aliverti A., Dellacà R., Pelosi P., et al. Compartmental analysis of breathing in the supine and prone positions by optoelectronic plethysmography. **Ann Biomed Engineer**, 29:60-70, 2001.

Aliverti A., Pedotti A. Opto-electronic plethysmography. **Monaldi Arch Chest Dis**, 59(1):12-16, 2003.

Armstrong A. Developing a breath-stacking system to achieve lung volume recruitment. **BJN**, 18(19):1166-69, 2009.

ATS/ERS. Statement on respiratory muscle testing. **Am J Respir Crit Care Med**, 166(1):518-624, 2002.

Babatunde O., Jones S.B., Jones D.B., et al. Anesthetic consideration for bariatric surgery. **Anesth Analg**, 95:1793-805, 2002.

Bach J.R., Mahajan K., Lipa B., et al. Lung insufflations capacity in neuromuscular disease. **Am J Phys Med Rehabil**, 87(9):720-5, 2007.

Bach J.R., Bianchi C., Vigigal-Lopes M., et al. Lung inflation by glossopharyngeal breathing and air Stacking in duchenne muscular dystrophy. **Am J Phys Med Rehabil**, 86:295-00, 2007.

Baker W.L., Lamb V.J., Marini J.J. Breath-Stacking increases the depth and duration of chest expansion by incentive spirometry. **Am Rev Respir Dis**, 140(2):343-46, 1990.

Behazin N., Jones S.B., Cohen R.I., et al. Respiratory restriction and elevated pleural and esophageal pressures in morbid obesity. **J Appl Physiol**, 108:210-18, 2010.

Blumenkrantz, M. Obesity: the world's metabolic disorder. 1991. Disponível em: <<http://www.quatumhcp.com.obesity.htm>>. Acesso em: 10 nov 2010.

Brito M.F., Moreira G.A., Pradella-Hallinan M., et al. Empilhamento de ar e compressão torácica aumentam o pico de fluxo da tosse em pacientes com distrofia muscular de duchenne. **J Bras Pneumol**, 35(10):973-9, 2009.

Byrne T.K. Complications of surgery for obesity. **Surg clin North Am**, 81(5):1181-93, 2001.

Cala S.J., Kenyon C.M., Ferrigno G., et al. Chest wall and lung volume estimation by optical reflectance motion analysis. **J Appl Physiol**, 81:2680-89, 1996.

Calverley P.M.A., Koulouris N.G. Flow limitation and dynamic hyperinflation: Key concepts in modern respiratory physiology. **Eur Respir J**, 25:186-99, 2005.

Campanha L.C., Dornelas de Andrade A.F., Rodrigues M.M.G. Pattern of respiratory muscle recruitment during incentive spirometry and breath-stacking. **Eur Resp J**, 20(38):180, 2002.

Carey I.M., Cook D.G., Strachan D.P. The effect of adiposity and weight change on forced expiratory volume decline in a longitudinal study of adults. **Int J Obes relat Metab Disord**, 23:979-85, 1999.

Castres V.F., Dechelotte P., Tourny-Chollet C., et al. Quality of life and obesity class relationships. **Int J Sports Med**, 2010;31:773-78.

Chen Y., Rennie D., Cormier Y.F., et al. Waist circumference is associated with pulmonary function in normal-weight, overweight, and obese subjects. **Am J Clin Nutr**, 85:35-0, 2007.

Chiavegato L.D., Jardim J.R., Faresin S.M., et al. Alterações funcionais na colecistectomia por via laparoscópica. **J pneumol**, 26(2):69-6, 2000.

Chiumello D., Carlesso E., Aliverti A., et al., Effects of volume shift on the pressure-volume curve of respiratory system in ALI/ARDS patients. **Miner Anest**, 73:109-18, 2007.

Chlif M., Keochkerian D., Mourlhon C., et al. Noninvasive assessment of the tension-time index of inspiratory muscles at rest in obese male subjects. **Int J Obes**, 29:1478-83, 2005.

Chlif M., Keochkerian D., Choquet D., et al. Effects of obesity on breathing pattern, ventilatory neural drive and mechanics. **Respir Physiol Neurobiol**, 1-5, doi:10.1016/j.resp.2009.06.012, 2009.

Collet F., Mallart A., Bervar J.F., et al. Physiologic correlates of dyspnea in patients with morbid obesity. **Int J Obes**, 31:700-6, 2007.

Collins L.C., Hoberty P.D., Walker J.F., et al. The effects of body fat distribution on pulmonary function tests. **Chest**, 107:1298-302, 1995.

Costa D., Barbalho M.C., Miguel G.P.S., et al. The impact of obesity on pulmonary function in adult women. **Clinics**, 63:719-24, 2008.

Crowe J., rajczak J., Brad E. safety and effectiveness of breath-stacking in management of persons with acute atelectasis. **Can J Phys**, 58(4): 306-14, 2006.

Dellacà R.L., Aliverti A., Pelosi P., et al. Estimation of end-expiratory lung volume variations by optoelectronic plethysmography. **Crit Care Med**, 29(9):1807-11, 2001.

Dias C.M., Plácido T.R., Ferreira M.F.B., et al. Inspirometria de incentive e *breath stacking*: repercussões sobre a capacidade inspiratória em indivíduos submetidos à cirurgia abdominal. **Rev Bras Fisioter**, 12(2):94-9, 2008.

Duschene, Monica. Consenso Latino-Americano em obesidade. **Rev Bras ter comport**, 3(2):19-24, 2001.

Eichenberger A.S., Proietti S., Wicky S., et al. Morbid Obesity and postoperative pulmonary atelectasis: an underestimated problem. **Anesth Analg**, 95:1788-92, 2002.

El-Solh A., Sikka P., Bozkanat E., et al. Morbid obesity in the medical ICU, **Chest**, 130:827-33, 2001.

Fernandes M., Cukier A., Ambrosino N., et al. Respiratory pattern, thoracoabdominal motion and ventilation in chronic airway obstruction. **Monaldi Arch Chest Dis**, 67:4, 209-16, 2007.

Ferrigno G., carnevali P. Principal component analysis of chest wall movement in selected pathologies. **Med Biol Eng Comput**, 36:445-51, 1998.

Francischi R.P.P., Pereira L.O., Freitas C.S., et al. Obesidade: atualização sobre sua etiologia, morbidade e tratamento. **Rev Nutr Campinas**, 13(1):17-28, 2002.

Franssen F.M.E., O'Donnell D.E., Goossens G.H., et al. Obesity and the lung: Obesity and COPD. **Thorax**, 63:1110-17, 2008.

Freitas E.R.F.S., Soares B., Cardoso J.R., et al. Incentive spirometry for preventing pulmonary complications after coronary artery bypass graft. **Med Biol Eng Comput**, Issue 3, 2007.

Formiguera X., Cantón A. Obesity: epidemiology and clinical aspects. **Best Pract Res Clin Gastroenterol**, 18:1125-46, 2004.

Gabrielsen A.M., Lund M.B., Kongerud J., et al. The relationship between anthropometric measures, blood gases, and lung function in morbidly obese white subjects. **Obes Surg**, 2010. Disponível em:<

<http://www.springerlink.com/content/e048791238225227/>>. Acesso em: 20 nov, 2010.

Gastinger S., Sefati H., Nicolas G., et al. Estimates of ventilation from measurements of rib Cage and abdominal distances: a portable device. **Eur J Appl Physiol**, 2010. Disponível em:<  
<http://www.springerlink.com/content/h3v2443582502083/>>. Acesso em: 15 junho, 2010.

Gibson G.J. Obesity, respiratory function and breathlessness. **Thorax**, 55(1):541-544, 2000.

Godfrey S., Campbell E.J.M. The control of breath holding. **Resp Phys**, 5(3):386-00, 1968.

Gorini M., Iandelli I., Misuri G., et al. Chest wall hyperinflation during acute bronchoconstriction in asthma. **Am J Respir Crit Care Med**, 160:808-16, 1999.

Hedenstierna G., Edmark L. Mechanisms of atelectasia in perioperative period, **Best Pract Res Clin Anaesth**, 24(2):157-69, 2010.

Hostettler S., Sabine K.I., Mohler E., et al. Chest wall volume changes during inspiratory loaded breathing. **Respir Physiol Neurobiol**, 175:130-9, 2011.

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – Pesquisa de orçamentos familiares: 2002/2003. Disponível em:<  
<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pof/2002/default.shtm> >. Acesso em: jun 2009.

Jones R.L., Nzekwu M.M.U. The effects of body mass index on lung volumes. **Chest**, 130:827-33, 2006.

Jubber A.S. Respiratory complications of obesity. **Int J Clin Pract**, 58(6):573-80, 2004.

Kac G., Velásquez-Meléndez G., Coelho M.A.S.C. Fatores associados à obesidade em mulheres em idade reprodutiva. **Rev Saúde Públ**, 35(1):46-51, 2001.

Kang S.W., Bach J.R. Maximum insufflations capacity. **Chest**, 118:61-6, 2000.

kenyon C.M., Cala S.J., Yan S., et al. Rib cage mechanics during quiet breathing and exercise in humans. **J Appl Physiol**, 83(4):1242-55, 1997.

Kessler R., Chaouat A., Schinkewitch P. The obesity hypoventilation syndrome revisited. **Chest**, 120:369-76, 2001.

Klein S., Allison D.B., Heymsfield S.B., et al. Waist circumference and cardiometabolic risk. **Diabetes Care**, 30(6):1647-52, 2007.

Koenig S.M. Pulmonary complications of obesity. **Am J Med Sci**, 321(4):249-79, 2001.

Koning L., Merchant A.T., Pogue J., et al. Waist circumference and waist-to-hip ratio as predictors of cardiovascular events: meta-regression analysis of prospective studies. **Eur Heart J**, 28(7):850-6, 2007.

Konno K, Mead J. Measurement of the separate volume changes of rib Cage and abdomen during breathing. **J Appl Physiol**, 22:407-22, 1976.

Koziel S., Ulijaszek S.J., Szklarska A., et al. The effects of fatness and fat distribution on respiratory functions. **Ann Hum Biol**, 34(1):123-31, 2007.

Kress J.P., Pohlman A.S., Alverdy J., et al. The impact of morbid on oxygen cost of breathing (VO<sub>2</sub>RESP) at rest. **Am J Respir Crit Care Med**, 160:883-86, 1990.

Lanini B., Masolini M., Bianchi R., et al. Chest wall kinematics during cough in neuromuscular patients. **Respir Physiol Neurobiol**, 161:62-8, 2008.

Lawrence V.A., Ililsenbeck S.G., Mulrow C.D., et al. Incidence and hospital stay for cardiac and pulmonary complications after abdominal surgery. **J Gen Intern Med**, 10:671-78, 1995.

Lawrence V.A., Cornell J.E., Smetana G.W. Strategies to reduce postoperative pulmonary complications after noncardiothoracic surgery: systematic review for the American College of Physicians. **Ann Intern Med**, 144:596-608, 2006.

Lazarus R., Gore C.J., Booth M., Owen N. Effects of body composition and fat distribution on ventilator function in adults. **Am J Clin Nutr**, 68:35–41, 1998.

Malhotra A., Hillman D. Obesity and the lung: 3. Obesity, respiration and intensive care, **Thorax**, 63:925-31, 2008.

Marini J.J., Rodriguez R.M., Lamb V.J. Involuntary Breath-Stacking. An alternative method for vital capacity estimation in poorly cooperative subjects. **Am Rev Respir Dis**, 134:694-8, 1998.

McClellan, K.M.; Kee, F.; Young, I.S., et al. Obesity and the lung: 1. Epidemiology. **Thorax**, 63:649-654, 2008.

Mead J, Loring SH. Analysis of volume displacement and length changes of the diaphragm during breathing. **J Appl Physiol**, 53(3):750-55, 1982.

Miller MR, Crapo RO, Hankinson J, et al. General considerations for lung function testing. **Eur Respir J**, 26:319-38, 2005.

Molarius A., Seidell J.C., Sans S., et al. Varying sensitivity of waist action levels to identify subjects with overweight or obesity in 19 populations of the WHO MONICA Project. **J Clin Epidemiol**, 52:1213–24, 1999.

Neder J.A. Andreoni S. Lerario M.C., et al. Reference values for lung function tests. II. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. **Braz J Med Biol Res**, 32(6):719-27, 1999.

Paisani D.M., Chiavegato L.D., Faresin S.M. Volumes, capacidades pulmonares e força muscular respiratório no pós-operatório de gastroplastia. **J Bras Pneumol**, 31(2):125-32, 2005.

Pasquina P., Tramer M.R., Granier J.M., et al. Respiratory Physiotherapy to prevent pulmonary complications after abdominal surgery. A systematic review. **Chest**, 130:1887-99, 2006.

Pereira, CAC. Diretrizes para testes de função pulmonar. **J Pneumol**, 28(3), 2002.

Piper A.J., Grunstein R.R. Big breathing: the complex interaction of obesity, hypoventilation, weight loss, and respiratory function. **J Appl Physiol**, 108:199-205, 2010.

Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Report of a WHO Expert Committee. **World Health Organ Tech Rep Ser**, 854:1-452, 1995.

Pelosi P., Croci M., Ravagnani I., et al. The effects of body mass on lung volumes, respiratory mechanics, and gas exchange during anesthesia. **Anesth Analg**, 87:654-60, 1998.

Pelosi P., Gregoretti C., Perioperative management of obese patients. **Best Pract e Res Clin Anaesthesiol**, 24:211-25, 2010.

Pomponet K., Campanha L.C., Oliveira I.M., et al. Ultrasound evaluations of diaphragm excursion during breath-stacking and incentive spirometer performance. **World Congress on Lung Health and 10<sup>th</sup> ERS Annual Congress**, Florence, Italy, 2002.

Pouliot M.C., Despres J.P., Lemieux S., et al. Waist circumference and abdominal sagittal diameter: best simple anthropometric indexes of abdominal visceral adipose tissue accumulation and related cardiovascular risk in men and women. **Am J Cardiol**, 73:460–8, 1994.

Pulletz S., Elke G., Zick G., et al. Effects of restricted thoracic movement on the regional distribution of ventilation. **Acta Anaesthesiol Scand**, 54:751-60, 2010.

Rasslan Z., SAAD R.J., STIRBULOV R., et al. Avaliação da função pulmonar na obesidade graus I e II. **J Bras Pneumol**, 30(6):508-14, 2004.

Romei M., Mauro A.L., D'Angelo M.G., et al. Effects of gender and posture on thoraco-abdominal kinematics during quiet breathing in healthy adults. **Respir Physiol Neurobiol**, 172:184-91, 2010.

Sanches G.D., Gazoni F.M., Konishi R.K. Cuidados intensivos para pacientes em pós-operatório de cirurgia bariátrica. **RBTI**, 19(2):205-9, 2007.

Saliman J.A., Benditt J.O., Flum D.R., et al. Pulmonary function in the morbidly obese. **Surg Obes Relat Dis**, 4:632-39, 2008.

Salome C.M., King G.G., Berend N. Physiology of obesity and effects on lung function. **J Appl Physiol**, 108:206-11, 2010.

Sarikaya S., Cimen O.B., Gokcay Y., et al. Pulmonary function test, respiratory muscle strength, and endurance of persons with obesity. **Endocrinologist**, 13:136-41, 2003.

Sharp J.T., Henry J.P., Sweany S.K., et al. The total work of breathing in normal and obese men, **J Clin Invest**, 43(4):728-38, 1964.

Seidell J.C., Flegal K.M. Assessing obesity: classification and epidemiology. **Br Med Bull**, 53(2):238-52, 1997.

Serejo L.G.G., Silva-Junior F.P., Bastos J.P.C., et al. Risk factors for pulmonary complications after emergency abdominal surgery. **Resp Med**, 101:808-13, 2007.

Strider D., Turner D., Egloff M.B., et al. Stacking inspiratory spirometry reduces pulmonary shunt in patients after coronary artery bypass. **Chest**, 106:391-95, 1994.

Suratt P.M., Wilhoit S.C., Hsiao H.S. et al. Compliance of chest wall in obese subjects. **J Appl Physiol**, 57(2):403-7, 1984.

Tokuda J., Schmitt M., Sun Y., et al. Lung Motion and volume measurement by dynamic 3D MRI using a 128-channel receiver coils **Acad Radiol**, 16:22-7, 2009.

Tom J., Catherine M., Anderson M.S.C., et al. The effect of incentive spirometry on postoperative pulmonary complications: A systematic review. **Chest**, 120(3):971-978, 2001.

Veale D., Rabec C., Labaan J.P. Respiratory Complications of Obesity. **Breath**, 4(3):211-22, 2008.

Vogiatis I., Aliverti A., Golemati S., et al. Respiratory kinematics by optoelectronic plethysmography during exercise in men and women. **Eur J Appl Physiol**, 93:581-7, 2005.

Zavorsky G.S., Murias J.M., Kim J.D., et al. Waist-to-hip ratio is associated with pulmonary gas exchange in the morbidly obese. **Chest**, 131:362-67, 2007.

Zerah F., Harf A., Perlemuter L., et al. Effects of obesity on respiratory resistance. **Chest**, 103:1470-76, 1993.

Weindler J., Kiefer R.T. The efficacy of postoperative incentive spirometry is influenced by device-specific imposed work of breathing. **Chest**, 119:1858-64, 2001.

Weiner P., Waizman J., Weiner M., et al. Influence of excessive weight loss after gastropasty for morbid obesity on respiratory muscle performance. **Thorax**, 53:39-42, 1998.

Wellman N.S., Friedberg B. Causes and consequences of adult obesity: health, social and economic impacts in the United States. **Asia Pacific J Clin Nutr**, 11:705-9, 2002.

Westerly B.D., Dabbagh O. Morbidity and mortality characteristics of morbidly obese patients admitted to hospital and intensive care units. **J Crit Care**, 2010. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/journal/08839441> > online in 30 October 2010. Acesso em: nov 2010.

Wigfield C.H., Lindsey J.D., Muñoz A., et al. Is extreme obesity a risk factor for cardiac surgery? An analysis of patients with a BMI  $\geq 40$ . **Eur J Cardiothorac Surg**, 29:434-40, 2006.

WHO. World Health Organization. Obesity and overweight. Disponível em: < <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/index.html> >. Acesso em 10 nov 2010.

Yamaguti W.P.S., Sakamoto E.T., Panazzolo D., et al. Mobilidade diafragmática durante espirometria de incentivo orientada a fluxo e a volume em indivíduos saudáveis. **J Bras Pneumol**, 36(6):738-45, 2010.



## **CAPÍTULO 4- RESULTADOS**

1º ARTIGO A SER SUBMETIDO AO PERIÓDICO: OBESITY SURGERY

## DISTRIBUIÇÃO DA VENTILAÇÃO REGIONAL NA CAIXA TORÁCICA EM MULHERES COM DIFERENTES PADRÕES DE OBESIDADE

Jacqueline de Melo Barcelar<sup>1</sup>, Talita Lourdes Lins de Barros Melo<sup>1</sup>, Camila Soares Dornelas<sup>1</sup>, Catarina Rattes Lima<sup>1</sup>, Cyda Maria A Reinaux<sup>1</sup>, Andrea Aliverti<sup>2</sup>, Àrmele Dornelas de Andrade<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pernambuco- Laboratório de Fisiologia e Fisioterapia Cardiopulmonar– Recife – Brasil.

<sup>2</sup> Politecnico di Milano, Dipartimento di Bioingegneria, Centro di Bioingegneria- Milan- Italy.

## RESUMO

**Objetivo:** Conhecer o padrão de distribuição da ventilação regional na caixa torácica em mulheres obesas com diferentes padrões de obesidade. **Métodos:** Estudo transversal com 30 mulheres obesas ( $IMC \geq 40 \text{ kg/m}^2$ ) e 29 mulheres consideradas peso normal ( $IMC = 18,5 - 24,9 \text{ kg/m}^2$ ), na faixa etária entre 19 e 60 anos, separadas por grupo de acordo com a relação cintura/quadril (RCQ) em GOC-obesidade central ( $RCQ > 0.85$ ),  $n=18$ , GOP-obesidade periférica ( $RCQ \leq 0.85$ ),  $n=12$  e por um grupo controle (GC),  $n=29$ . Todas as voluntárias realizaram as avaliações antropométricas, cardiorrespiratória e espirométrica. Para a avaliação da ventilação pulmonar foi utilizado a Pletismografia Optoeletrônica (POE), e as imagens capturadas durante respiração basal por cinco minutos. Para a comparação dos grupos foi realizado teste de análise de variância (ANOVA), com post-hoc de Bonferroni e correlação de Pearson para análise de associação entre o IMC, CC e RCQ com as variáveis da ventilação pulmonar regional. **Resultados:** O grupo obesidade central apresentou aumento na frequência respiratória (FR) e na ventilação minuto (VM) e diminuição no tempo expiratório (Texp) e nas variáveis espirométricas:  $VEF_1$  ( $p=0,00$ ) e CVF ( $p=0,00$ ) quando comparado ao GC. Na análise da ventilação pulmonar regional, foi encontrada maior contribuição do volume corrente no compartimento abdominal (Vcab) nos grupos GOC=  $0,29 \pm 0,06 \text{ L}$  e GOP=  $0,36 \pm 0,11 \text{ L}$ , quando comparado ao GC=  $0,17 \pm 0,07 \text{ L}$ ,  $p=0,01$ . Houve correlação do volume corrente do compartimento abdominal com as variáveis antropométricas: IMC ( $r=+0,636$ ;  $p=0,000$ ), RCQ ( $r=+0,556$ ;  $p=0,000$ ) e CC ( $r=+0,646$ ;  $p=0,000$ ). **Conclusões:** A obesidade em mulheres modifica o padrão de distribuição da ventilação pulmonar na caixa torácica total e regional em relação às mulheres de peso normal. Os dois tipos de obesidade apresentaram diferença na ventilação regional no compartimento abdominal. O GOC apresentou padrão respiratório rápido com aumento da FR e diminuição do Texp, porém sem alteração do volume corrente, e maior impacto na função pulmonar quanto à espirometria.

**PALAVRAS-CHAVE:** obesidade central, obesidade periférica, Pletismografia Optoeletrônica.

## ABSTRACT

**Aim:** To understand the distribution pattern of regional ventilation in the chest wall in obese women with different patterns of obesity. **Methods:** It's a cross-sectional study with 30 obese women (BMI  $\geq 40\text{kg/m}^2$ ) and 29 women considered normal weight (BMI = 18.5 to 24.9  $\text{kg/m}^2$ ), aged between 19 and 60, separated by groups according to waist- hip ratio (WHR) in GOC-central obesity (WHR  $> 0.85$ ), n = 18, GOP-peripheral obesity (WHR  $\leq 0.85$ ), n = 12 and GC-control, n = 29. All subjects performed the anthropometric, cardiorespiratory fitness and spirometric values. For the evaluation of pulmonary ventilation was used to Optoeletronic Plethysmography (OEP), and images captured during respiration for five minutes. For comparison between groups was performed using analysis of variance (ANOVA) with post hoc Bonferroni test and Pearson correlation analysis for the association between BMI, WC and WHR with variables of regional pulmonary ventilation. **Results:** The central obesity presented difference in respiratory rate, minute ventilation (MV), expiratory time and the spirometric variables: FEV1 (p = 0.00) and FVC (p = 0.00) when compared to CG. In the analysis of regional pulmonary ventilation was a greater contribution of tidal volume in the abdominal compartment (Vcab) groups GOC =  $0.29 \pm 0.06$  L and GOP =  $0.36 \pm 0.11$  L, compared to CG =  $0.17 \pm 0.07$  L, p = 0.01. A correlation of the current volume of the abdominal compartment with anthropometric variables: BMI (r = +0.636 p = 0.000), WHR (r = +0.556 p = 0.000) and CC (r = +0.646 p = 0.000). **Conclusions:** Obesity in women modifies the distribution pattern of total and regional ventilation in the chest wall in relation to women of normal weight. The two types of obesity showed differences in regional ventilation in the abdominal compartmental. The GOC had rapid breathing pattern with increased FR and decreased expiratory time but no change in tidal volume and greater impact on lung function on spirometry.

**KEYWORDS:** central obesity, peripheral obesity, Optoeletrônica Plethysmography.

## Introdução

O excesso de gordura corporal é responsável por alterações encontradas no sistema respiratório dos indivíduos obesos, os efeitos adversos da obesidade têm relação com a quantidade e distribuição da gordura pelo corpo [1]. Alguns fatores podem ser considerados como responsáveis pelas anormalidades encontradas no sistema respiratório dos obesos como, o aumento do volume abdominal que modifica a curvatura do diafragma, a zona de aposição e sua localização na região inferior da caixa torácica, como também o aumento do tecido adiposo intratorácico que reduz o espaço para a expansão pulmonar [2]. Essas alterações podem afetar a mecânica respiratória, força e resistência da musculatura respiratória, troca dos gases pulmonares, controle da respiração, teste da função pulmonar e tolerância ao exercício [3,4,5].

A maior parte dos estudos que enfoca a relação da obesidade com a função pulmonar, utiliza a medida do Índice de Massa Corpórea (IMC) para categorizar a obesidade, embora essa medida não seja a mais apropriada, visto que, é uma avaliação global da gordura, que mensura tanto a massa magra como a gorda do corpo, e não leva em conta a diferença no tipo de distribuição da gordura [6,7].

Outra medida utilizada é a Relação Cintura /Quadril (RCQ), que apresenta maior impacto na função pulmonar dos homens que das mulheres provavelmente pela diferença de distribuição da gordura entre os gêneros [7,8]. A obesidade do tipo central, mais comum em homens, é caracterizada por apresentar maior depósito de gordura na área abdominal, no tipo periférico, a gordura está localizada predominantemente na área do quadril [9], é o padrão mais feminino de distribuição, porém pode ser encontrado os dois tipos de obesidade no sexo feminino.

Considerando que o acúmulo de tecido adiposo no tórax e abdômen pode provocar padrão respiratório restritivo com comprometimento na ventilação pulmonar, a hipótese do estudo é que as mulheres com obesidade do tipo central apresentam maior repercussão nos parâmetros da ventilação pulmonar que as mulheres com obesidade do tipo periférica. Portanto, o objetivo do estudo foi verificar a influência dos diferentes padrões de obesidade em mulheres na

distribuição da ventilação pulmonar regional na caixa torácica, através do estudo da cinemática da caixa torácica utilizando a Pletismografia Optoeletrônica (POE).

### **Materiais e Métodos**

O estudo foi do tipo transversal, cuja coleta de dados ocorreu no período de janeiro a junho de 2010, no Laboratório de Fisiologia e Fisioterapia Cardiopulmonar do Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal de Pernambuco, pelo mesmo avaliador e período do dia.

A amostra, selecionada sequencialmente, por conveniência, foi composta por 30 mulheres obesas, divididas em dois grupos de acordo com o valor da RCQ [10], ou seja,  $RCQ \leq 0.85$  foi designado como grupo obesidade periférico (GOP),  $n=12$  e  $RCQ > 0.85$  como grupo obesidade central (GOC),  $n=18$  e por um grupo controle (GC) de 29 mulheres com peso normal, provenientes do Hospital das Clínicas e do Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal de Pernambuco. Teve como critérios de inclusão: idade entre 19 a 60 anos e  $IMC \geq 40 \text{ kg/m}^2$  para o grupo de obesas e IMC entre os valores 18,5 e 24,9  $\text{kg/m}^2$ , para o grupo controle. Foram excluídas mulheres com doença pulmonar crônica, tabagistas, patologia neuromuscular e incapacidade em realizar os procedimentos.

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Agamenon Magalhães sob o número de protocolo: 308/2009. As voluntárias que aceitaram participar do estudo assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido. Inicialmente, foram avaliadas as medidas antropométricas, com as voluntárias, na posição ortostática, usando roupas leves e sem sapatos. Para mensurar o peso e a altura, foi utilizada balança digital com antropômetro – Welmy modelo W300 (Brasil) com capacidade para 300 kilogramas (Kg), precisão de 50 gramas (g) e antropômetro com limite de 2 metros (m). Para as avaliações da circunferência da cintura (CC), referente à menor medida entre as últimas costelas e as cristas ilíacas, e da circunferência do quadril (CQ), corresponde à maior medida na região das nádegas, foi usada fita métrica flexível, de 2 metros de comprimento. Esses dados também foram utilizados para calcular o IMC ( $\text{Kg/m}^2$ ) e da (RCQ) [11].

Foram avaliados os dados clínicos cardiorrespiratórios: Frequência Cardíaca (FC), saturação periférica de oxigênio ( $\text{SaO}_2$ ), utilizando o oxímetro de pulso portátil Nonin Onyx (USA).

A espirometria foi realizada utilizando o espirômetro portátil, Micromedical Microloop MK8 (Inglaterra). As medidas avaliadas para o estudo foram o volume expiratório forçado no primeiro segundo ( $\text{VEF}_1$ ), capacidade vital forçada (CVF), e a relação do volume expiratório forçado no primeiro segundo pela capacidade vital forçada ( $\text{VEF}_1/\text{CVF}$ ). Com as voluntárias na posição sentada, pés apoiados no chão, coluna ereta, sem apoio para os membros superiores e usando boquilha e clipe nasal, foram realizadas pelo menos três manobras da capacidade vital forçada (CVF), com intervalo de dois minutos entre as manobras, que estivessem de acordo com os critérios de reprodutividade e aceitabilidade da *American Thoracic Society-ATS* [12] e as diretrizes para teste da função pulmonar [13,14].

Para a avaliação da ventilação pulmonar, foi utilizado o Pletismógrafo Optoeletrônico-BTS Bioengineering (Itália). As variáveis analisadas foram; frequência respiratória (FR), ventilação minuto (VM), volume corrente (VC) como a média da variação do volume da caixa torácica, tempo inspiratório ( $T_{\text{Insp}}$ ), tempo expiratório ( $T_{\text{Exp}}$ ) e as variações do volume corrente nos compartimentos; caixa torácica pulmonar ( $\Delta V_{\text{cctp}}$ ); caixa torácica abdominal ( $\Delta V_{\text{ccta}}$ ) e abdominal ( $\Delta V_{\text{cab}}$ ). De acordo com o protocolo, foram utilizados 89 marcadores de tamanho 5-10 mm de diâmetro, fixados com bioadesivos hipoalérgicos sobre a pele, em sistema de grade, disposta da seguinte maneira: sete linhas horizontais arrumadas de forma circunferencial entre o nível das clavículas e das espinhas ilíaca ântero-superior. Ao longo das linhas horizontais, os marcadores foram posicionados anteriormente e posteriormente, em cinco colunas verticais mais duas colunas adicionais na linha axilar média. Sete marcadores extras foram colocados, para proporcionar melhor detalhamento nas regiões anterior e posterior [15,16].

As voluntárias foram posicionadas sentadas, pés apoiados no chão, joelhos e quadris em  $90^\circ$ , coluna ereta, com as mãos apoiadas no quadril. As imagens foram capturadas por câmeras especiais que as registram em 100 quadros por segundo, sincronizadas com os emissores de luz infravermelho, num total de seis; sendo três posicionadas anteriormente e três posteriormente ao local em que as avaliações

foram realizadas. Após um período de dois minutos de adaptação, a gravação da respiração basal era realizada. Foi solicitado que as voluntárias respirassem tranquilamente, não falasse e nem se mexesse durante a gravação que ocorria por um período de cinco minutos.

Para o cálculo dos volumes um processador de imagem executou, em tempo real, padrões de reconhecimento de algoritmos e computou as coordenadas em três dimensões (3D) dos diferentes marcadores. Uma vez que as coordenadas tridimensionais dos pontos da superfície da caixa torácica foram adquiridas, uma superfície fechada foi definida através da conexão dos pontos de forma triangular. Para cada triângulo, a área e a direção foram determinadas e, sucessivamente, o volume interno do formato do tórax foi computado, usando o teorema de Gauss [15,16].

### **Análise Estatística**

A análise estatística foi realizada usando o software SPSS for Windows, versão 18.0 – Statistical Package for the Social Science. Os dados tiveram normalidade na distribuição das variáveis, verificada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov, e foram expressos como média e desvio-padrão. Para a comparação dos grupos, com relação às variáveis da espirometria e da ventilação pulmonar, foi aplicado o teste análise de variância (ANOVA), com o post-hoc de Bonferroni. Os valores médios da variação do volume corrente entre os compartimentos da caixa torácica foram apresentados como média, porcentagem e o intervalo de confiança de 95%. O coeficiente de correlação de Pearson foi empregado para analisar a relação entre o IMC, CC e RCQ com as variáveis dos compartimentos da caixa torácica. Todos os testes foram realizados com nível de confiança de 95%, considerando significativo o valor  $p < 0.05$ .

### **Resultados**

A amostra foi composta por 59 mulheres, distribuídas da seguinte maneira: 18 mulheres com obesidade central ( $43,44 \pm 8,83$  anos), 12 com obesidade periférica ( $39,00 \pm 10,44$  anos) e 29 consideradas peso normal ( $38,66 \pm 12,19$  anos). Os dados antropométricos e cardiorrespiratórios da amostra são apresentados na tabela 1.



O grupo obesidade central apresentou maiores valores de FR, VM e menor Texp quando comparado ao GC. Resultado semelhante foi observado nas variáveis espirométricas: VEF<sub>1</sub> e CVF (tabela 1).

Na análise da ventilação regional da caixa torácica foi encontrada nas obesas maior percentagem da contribuição do volume corrente no compartimento abdominal (GOC=59,97±8,41%;GOP=64,86±7,71%;GC=35,45±12,62%). Enquanto, no grupo controle a maior contribuição foi no compartimento torácico pulmonar 43,83±13,29% seguido pelo GOC com 18,63±4,47% e pelo GOP com 17,44±7,27%. As comparações dos valores absolutos da variação da ventilação na caixa torácica regional estão apresentadas na figura 1.

A figura 2 mostra a correlação entre o volume corrente do compartimento abdominal (Vcab) com as variáveis antropométricas: IMC, RCQ e CC. No compartimento da caixa torácica pulmonar (Vcctp) o volume apresentou correlação negativa com IMC ( $r=-0,552$ ;  $p=0,000$ ), RCQ ( $r=-0,510$ ;  $p=0,000$ ) e CC ( $r=-0,590$ ;  $p=0,000$ ).

## **Discussão**

O presente estudo demonstrou a existência de diferença no padrão de distribuição da ventilação total e regional na caixa torácica nas mulheres com obesidade, e que a obesidade do tipo central leva a um aumento na FR e VM e diminuição do Texp quando comparada com a obesidade periférica e as mulheres de peso normal. Tal achado auxilia no conhecimento do efeito da sobrecarga do acúmulo de gordura na região do tórax e abdômen sobre a mecânica toracoabdominal. Visto que, apesar de alguns obesos apresentarem valores da função pulmonar no limite da normalidade, habitualmente é encontrado padrão respiratório restritivo, principalmente nos que apresentam valores elevados de IMC [3,6].

O padrão respiratório rápido encontrado, no grupo com obesidade central, pode ser decorrente da restrição causada pelo excesso de gordura na caixa torácica e na região abdominal, característica desse tipo de obesidade, que tenta compensar essa alteração mecânica com o aumento da FR e diminuição do texp. Resultados

semelhantes também são relatados em pacientes com restrição pulmonar, como nas doenças neuromusculares e deformidades da caixa torácica [3,17,18].

Em relação aos volumes pulmonares, os resultados estão de acordo com o estudo de Ladosky et al [19], que mostrou redução da  $VEF_1$  e CVF associada à diminuição da ventilação voluntária máxima, enquanto a relação  $VEF_1/CVF$  e os volumes pulmonares estáticos foram normais, sugerindo que a redução é devido à restrição pulmonar e não a limitação ao fluxo aéreo. Al-Bader et al [6], também encontraram redução da CVF e do  $VEF_1$  em indivíduos obesos, e que medidas de  $IMC > 30 \text{ Kg/m}^2$  ou  $RCQ > 1$  estão associadas com padrão respiratório restritivo.

No estudo foi utilizado a Pletismografia Optoeletrônica (POE), equipamento, que de forma não invasiva, realiza a análise do movimento da caixa torácica através da variação do volume pulmonar total e dos três compartimentos torácicos: caixa torácica pulmonar (ctp), referente à atividade dos músculos inspiratórios e expiratórios da caixa torácica; caixa torácica abdominal (cta), reflete atividade do diafragma e o compartimento abdominal (ab), refletindo também a atividade do diafragma e dos músculos abdominais[20]. Têm como principais vantagens, em relação aos outros instrumentos, não necessitar de manobras ventilatórias de calibração individual e não depender da compreensão e execução do paciente, não usar assessórios ou estar conectados a aparelhos e não estipular graus de liberdade de movimento da caixa torácica, além de não fazer uso de radiações ionizantes [15,16].

Considerando que o conteúdo abdominal é essencialmente incompressível e todo o deslocamento do diafragma deve ser correspondente ao deslocamento da parede anterior do abdômen [21,22], a redução do volume pulmonar, que é um achado comum na obesidade, e que tende a causar alteração no posicionamento do diafragma [5,23], pode influenciar a cinemática da caixa torácica nos obesos. Esse comportamento pode ser observado no estudo durante a respiração basal, no qual foi encontrada maior contribuição do compartimento abdominal nos grupos das obesas, com diferença entre os dois tipos de obesidade, possivelmente, nesses grupos, houve maior atividade dos músculos diafragma e abdominais.

Padrão oposto foi observado nas mulheres de peso normal que apresentaram maior contribuição do volume corrente no compartimento caixa torácica superior. Esse resultado está de acordo com os encontrados nos estudos de Hostettler et al [20], que avaliou através da POE 12 indivíduos saudáveis e de Verschakelen e Demedts [24], que utilizando outro instrumento, a pletismografia de indutância, para avaliar a respiração basal em indivíduos saudáveis, observaram que a contribuição da caixa torácica foi duas vezes maior que a do abdômen.

Porém é importante resaltar que, apesar do padrão da cinemática da caixa torácica encontrado em cada grupo, a interação mecânica nos movimentos entre a caixa torácica e o diafragma [25] depende da diferença na zona de aposição do diafragma e na complacência da caixa torácica ou do abdômen [26]. E que Segundo Roberts [27], a diferença na mobilidade do diafragma varia entre sujeitos normais, e depende da formação individual e do recrutamento dos músculos abdominais. Ele refere que a excursão das cúpulas diafragmáticas são em média de 3 a 5 cm, mas pode variar de 2 a 10cm.

A comparação de nossos resultados com outros dados da literatura é limitada, por não haver, até onde sabemos estudos analisando o movimento da caixa torácica em obesos. Diante disto e considerando que os obesos apresentam padrão respiratório restritivo, confrontamos os nossos resultados com estudos que avaliaram a cinemática da caixa torácica envolvendo indivíduos com doenças que causam restrição pulmonar.

Estudos com espondilite anquilosante, patologia que resulta em alteração na mobilidade da caixa torácica, encontraram que o movimento da porção superior da caixa torácica está reduzido, enquanto é normal na região inferior e no abdômen, indicando que há aumento da mobilização do diafragma para compensar essa limitação, Ragnarsdottir et al., [28], avaliou os movimentos da caixa torácica, através do instrumento RMMI (Instrumento de Medida do Movimento Respiratório). Enquanto Romagnoli et al., [29], utilizou a POE para avaliar a mecânica da caixa torácica comparando pacientes com espondilite anquilosante submetidos à hipercapnia com um grupo controle. Os resultados mostraram que houve incremento da expansão pulmonar nos compartimentos da caixa torácica nos dois grupos, porém nos pacientes o maior aumento foi no compartimento abdominal.

Analizando as correlações entre os marcadores antropométricos e a distribuição do volume corrente entre os compartimentos da caixa torácica, durante a respiração basal, foi observado que a obesidade tem influência na mecânica toracoabdominal, visto que, o aumento no IMC, CC e RCQ determinam uma maior contribuição do volume corrente do compartimento abdominal, e que dentre essas variáveis a maior correlação foi com CC.

No nosso estudo, só podemos relatar a contribuição dos músculos diafragma e abdominais, de maneira indireta, observado pelo maior deslocamento do compartimento abdominal. O fato de não termos avaliado a atividade desses músculos de forma direta pode ser considerado uma limitação do estudo, porém a avaliação eletromiográfica de superfície, nessa população, seria inviável, devido ao excesso de tecido adiposo na região abdominal e do tórax e métodos invasivos com cateteres com balões apresentam restrições éticas, por submeter indivíduos sadios a procedimentos invasivos.

### **Conclusão**

Diante dos resultados do estudo pode-se concluir que, a obesidade em mulheres, modifica o padrão de distribuição da ventilação total e regional na caixa torácica em relação às mulheres de peso normal. Os dois tipos de obesidade parecem adotar diferentes estratégias quanto à ventilação regional na caixa torácica, com diferença na contribuição do volume corrente no compartimento abdominal.

A obesidade central apresentou padrão respiratório rápido, com um aumento na FR e diminuição do Texp, porém sem alteração do volume corrente, e maior impacto na função pulmonar quanto à espirometria.

### **Referências**

1. Salome CM, King GG, Berend N. Physiology of obesity and effects on lung function. J Appl Physiol.2010; 108:206-11.
2. Ochs-Balcon HM, Grant BJB,Muti P, et al.Pulmonary function and abdominal adiposity in the general population. Chest. 2006;129:853-862.
3. Koenig SM. Pulmonary complications of obesity. Am J Med Sci .2001;321(4):249-79.

4. Veale D, Rabec C, Labaan JP. Respiratory complications of obesity. *Breath*. 2008;4-(3):211-21.
5. Gabrielsen AM, Lund MB, Kongerud J, et al. The relation between anthropometric measures, blood gases, and lung function in morbidly obese white subjects. *Obes Surg*. Published online:19 November 2010.
6. Al-Bader WR, Ramadan J, Nars-Eldin A, Barac-Nieto M. Pulmonary ventilatory functions and obesity in Kuwait. *Med Princ Pract*. 2008;17:20-26.
7. Jones RL, Nzekwu MMU. The effects of body mass index on lung volumes. *Chest* 2006; 130:827-33.
8. Harik-Khan RI, Wise RA, Fleg JL. The effect of gender on the relationship between body fat distribution and lung function. *J Clin Epidemiol*. 2001; 54: 399–406.
9. Seidell JC, Flegal KM. Assessing obesity: classification and epidemiology. *Br Med Bull*. 1997;53(2):238-52.
10. Kac G, Velásquez-Meléndez G, Coelho MASC. Fatores associados à obesidade em mulheres em idade reprodutiva. *Rev Saúde Pública*. 2001;35(1):46-51.
11. Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Report of a WHO Expert Committee. *World Health Organ Tech Rep Ser*,1995; 854:1-452.
12. ATS/ERS. Statement on respiratory muscle testing. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002; 166(1):518-624.
13. Pereira, CAC. Diretrizes para testes de função pulmonar. *J Pneumol*. 2002;28(supl3):s-s.
14. Miller MR, Crapo RO, Hankinson J, et al. General considerations for lung function testing. *Eur Respir J*. 2005;26:319-38.
15. Cala SJ, Kenyon CM, Ferrigno G, et al. Chest wall and lung volume estimation by optical reflectance motion analysis. *J Appl Physiol*. 1996;81:2680-89.

16. Aliverti A, Pedotti A. Opto-electronic plethysmography. *Monaldi Arch Chest Dis.* 2003;59(1):12-16.
17. Parameswaran K, Todd DC, Soth M. Altered respiratory physiology in obesity. *Can Respir J.* 2006;13(4):203-210.
18. Burki NK, Baker RW. Ventilatory regulation in eucapnic morbid obesity. *Am Rev respir Dis.* 1984;1299:538-43.
19. Ladosky W, Botelho MAM, Albuquerque Jr JP. Chest mechanics in morbidly obese non-hypoventilated patients. *Respir Med.* 2001;95:281-86.
20. Hostettler S, Illi SK, Mohler E, et al. Chest wall volume changes during inspiratory loaded breathing. *Respir Physiol Neurobiol.* 2011;175:130-9.
21. Konno K, Mead J. Measurement of the separate volume changes of rib Cage and abdomen during breathing. *J Appl Physiol.* 1976;22:407-22.
22. Mead J, Loring SH. Analysis of volume displacement and length changes of the diaphragm during breathing. *J Appl Physiol.* 1982;53(3):750-55.
23. Poulain M, Doucet M, Major GC, et al. The effect of obesity on chronic respiratory diseases: pathophysiology and therapeutic strategies. *CMAJ.* 2006;174(9):1293-9.
24. Verschakelen JA, Demedts MG. Normal thoracoabdominal motions. Influence of sex, age, posture, and breath size. *Am J Respir Crit Care Med.* 1995;151(2):399-05.
25. Goldman M, Mead J. Mechanical interaction between the diaphragm and rib cage. *J Appl Physiol.* 1973;35:197-204.
26. Pulletz S, Elke G, Zick G, et al. Effects of restricted thoracic movement on the regional distribution of ventilation. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2010;54:751-60.
27. Roberts HC. Imaging the diaphragm. *Thorac Surg Clin.* 2009. 19:431-50.
28. Ragnarsdottir M, Geirsson AJ, Gudbjornsson B. Rib Cage motion in ankylosing spondylitis patients: a pilot study. *Spine J.* 2008;8:505-509.

29. Romagnoli I, Gigliotti F, Galarducci A, et al. Chest wall kinematics and respiratory muscle action ankylosing spondylitis patients. *Eur Respir J.* 2004;24:453-460.

## Tabelas e Figuras

Tabela 1: Características antropométricas e cardiorrespiratórias dos grupos controle, obesidade central e periférica (média  $\pm$  desvio-padrão).

	GC	GOC	GOP	
Variáveis	(n=29)	(n=18)	(n=12)	p-valor
	Média $\pm$ DP	Média $\pm$ DP	Média $\pm$ DP	
<b>Idade (anos)</b>	43,44 $\pm$ 8,33	39,00 $\pm$ 10,44	38,66 $\pm$ 12,19	NS
<b>CC (cm)</b>	0,77 $\pm$ 0,09	1,31 $\pm$ 0,06*‡	1,18 $\pm$ 0,08*‡	<b>p=0,00</b>
<b>CQ (cm)</b>	1,00 $\pm$ 0,07	1,42 $\pm$ 0,13*	1,37 $\pm$ 0,14*	<b>p=0,00</b>
<b>RCQ</b>	0,76 $\pm$ 0,07	0,93 $\pm$ 0,06*‡	0,84 $\pm$ 0,05*‡	<b>p=0,00</b>
<b>IMC (kg/m<sup>2</sup>)</b>	22,91 $\pm$ 1,85	48,16 $\pm$ 3,38*	45,72 $\pm$ 4,84*	<b>p=0,00</b>
<b>FC(bpm)</b>	78,88 $\pm$ 9,83	89,25 $\pm$ 11,91	76,88 $\pm$ 12,61	NS
<b>SaO<sub>2</sub></b>	97,76 $\pm$ 0,97	97,63 $\pm$ 0,91	97,25 $\pm$ 0,70	NS
<b>FR(ipm)</b>	16,83 $\pm$ 4,29	19,99 $\pm$ 3,77*	16,76 $\pm$ 3,56	<b>p=0,02</b>
<b>Vc(L)</b>	0,50 $\pm$ 0,18	0,48 $\pm$ 0,08	0,57 $\pm$ 0,18	NS
<b>VM(L/min)</b>	7,54 $\pm$ 2,06	9,25 $\pm$ 1,96*	9,22 $\pm$ 2,59	<b>p=0,01</b>
<b>T Exp(s)</b>	2,36 $\pm$ 0,67	1,84 $\pm$ 0,48*	2,20 $\pm$ 0,78	<b>p=0,03</b>
<b>T Insp(s)</b>	1,55 $\pm$ 0,43	1,33 $\pm$ 0,34	1,59 $\pm$ 0,35	NS
<b>VEF<sub>1</sub>(L)</b>	2,74 $\pm$ 0,39	2,15 $\pm$ 0,41*	2,44 $\pm$ 0,54	<b>p=0,00</b>
<b>CVF(L)</b>	3,16 $\pm$ 0,49	2,61 $\pm$ 0,51*	2,68 $\pm$ 0,54	<b>p=0,00</b>
<b>VEF<sub>1</sub>/ CVF</b>	88,24 $\pm$ 5,69	84,33 $\pm$ 7,72	86,89 $\pm$ 6,68	NS

GC= grupo controle; GOC= grupo obesidade central; GOP= grupo obesidade periférica; n= número de indivíduos; CC= circunferência cintura; CQ= circunferência quadril; RCQ=Relação cintura quadril; IMC= índice de massa corpórea; FC= frequência cardíaca; SaO<sub>2</sub>=Saturação periférica de oxigênio; FR= frequência respiratória; Vc= volume corrente; VM= ventilação minuto; TExp= tempo expiratório; TInsp= tempo inspiratório; VEF<sub>1</sub>= volume expiratório forçado no primeiro segundo; CVF=capacidade vital forçada; VEF<sub>1</sub>/CVF= relação do volume expiratório forçado no primeiro segundo pela capacidade vital forçada. p-valor< 0,05 na comparação entre os três grupos, \* diferença entre GC com cada grupo de obeso e ‡ diferença entre os GOC e GOP.



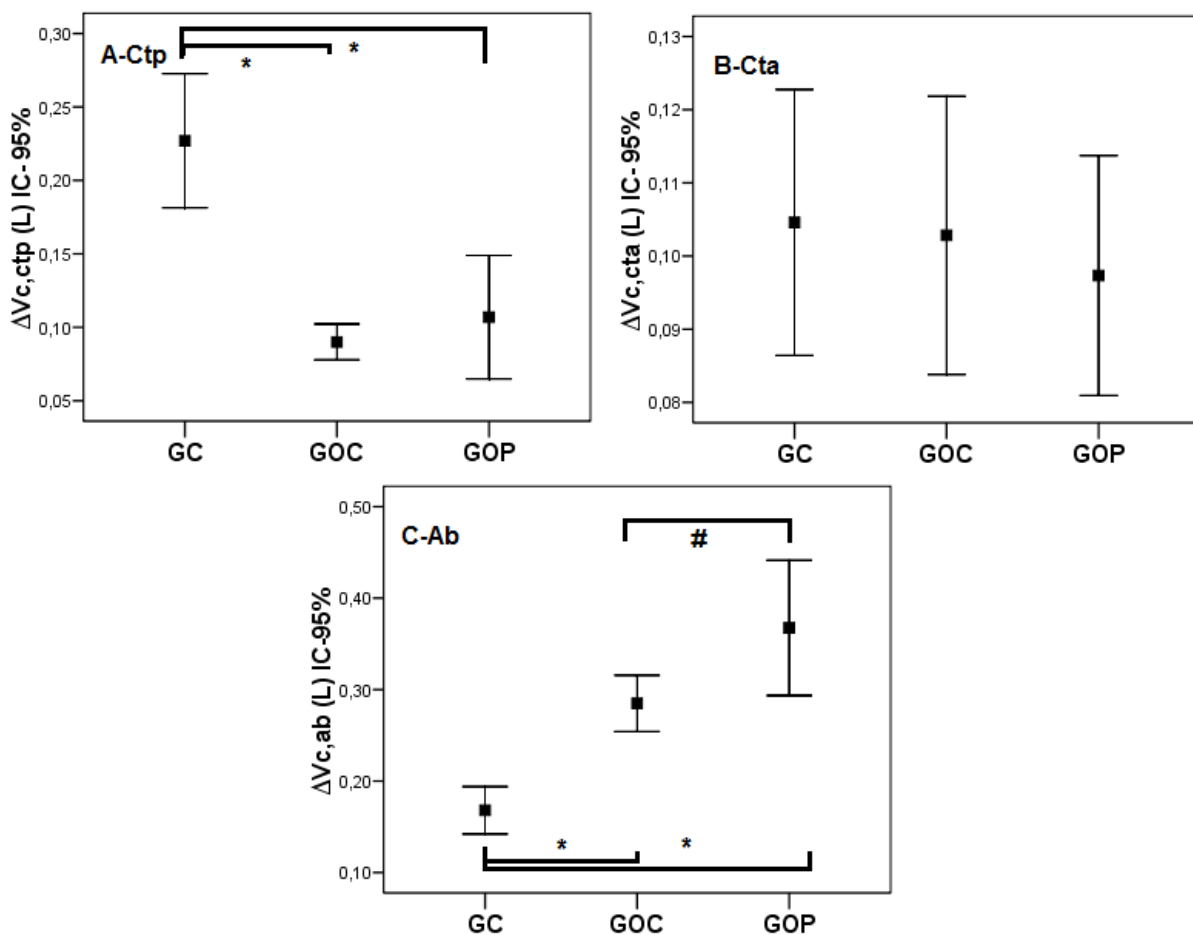
Tabela 2: Comparação entre os grupos; controle, obesidade central e obesidade periférica das variáveis da ventilação pulmonar total e dos três compartimentos da caixa tóraxica (média  $\pm$  desvio-padrão).

	GC	GOC	GOP	
	(n=29)	(n=18)	(n=12)	p-valor
	Média $\pm$ DP	Média $\pm$ DP	Média $\pm$ DP	
<b>Caixa Torácica</b>				
$\Delta$ VC (L)	0,50 $\pm$ 0,18	0,48 $\pm$ 0,08	0,57 $\pm$ 0,18	NS
<b>Caixa Torácica Pulmonar</b>				
$\Delta$ VC (L)	0,23 $\pm$ 0,12	0,09 $\pm$ 0,02*	0,11 $\pm$ 0,07*	NS
<b>Caixa Torácica Abdominal</b>				
$\Delta$ VC (L)	0,10 $\pm$ 0,05	0,10 $\pm$ 0,04	0,09 $\pm$ 0,03	NS
<b>Abdominal</b>				
$\Delta$ VC (L)	0,17 $\pm$ 0,07	0,29 $\pm$ 0,06*‡	0,36 $\pm$ 0,11*‡	p=0,01

GC= grupo controle; GOC= grupo obesidade central; GOP= grupo obesidade periférica; n= número de indivíduos;  $\Delta$ Vc = variação do volume corrente. p-valor < 0,05 na comparação entre os três grupos,

\* diferença entre GC com o GOC e GOP. ‡ diferença entre o GOC e GOP.

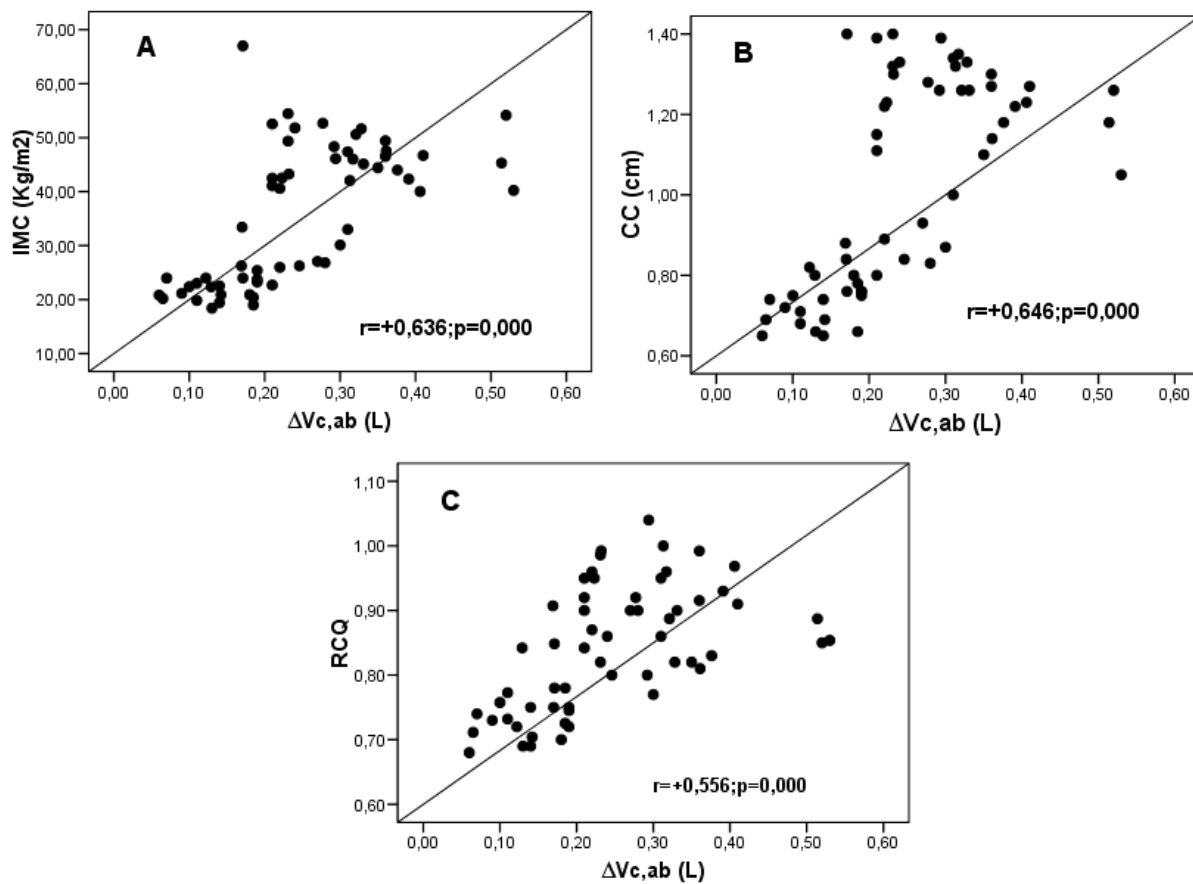
Figura 1- Variação do volume corrente ( $\Delta V_c$ ) nos compartimentos caixa torácica pulmonar (Ctp), caixa torácica abdominal (Cta) e compartimento abdominal (Ab) nos grupos: controle (GC), obesidade central (GOC) e obesidade periférica (GOP).



Os valores são apresentados como média e intervalo de confiança – 95%, com p-valor <0,05.

\* Diferença entre grupo controle e os grupos GOC e GOP, e # diferença entre GOC e GOP.

Figura 2- Correlação entre a variação no volume do compartimento abdominal com as variáveis antropométricas: **A-** IMC; **B-** CC e **C-** RCQ.



CC= circunferência cintura; CQ= circunferência quadril; RCQ=Relação cintura quadril; IMC= índice de massa corpórea;  $\Delta V_{c,ab}$ = variação no volume do compartimento abdominal.

2º ARTIGO A SER SUBMETIDO AO PERIÓDICO:  
RESPIRATORY PHYSIOLOGY & NEUROBIOLOGY

USO DA TÉCNICA DE BREATH STACKING SOBRE A VENTILAÇÃO REGIONAL  
NA CAIXA TORÁCICA EM MULHERES COM OBESIDADE MÓRBIDA: ENSAIO  
CLÍNICO RANDOMIZADO E CONTROLADO

Jacqueline de Melo Barcelar<sup>1</sup>, Talita Lourdes Lins de Barros Melo<sup>1</sup>, Camila Soares Dornelas<sup>1</sup>, Daniella Cunha Brandão<sup>1</sup>, Cyda Maria A Reinaux<sup>1</sup>, Andrea Aliverti <sup>2</sup>, Àrmele Dornelas de Andrade<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Pernambuco- Laboratório de Fisiologia e Fisioterapia Cardiopulmonar– Recife – Brasil.

<sup>2</sup> Politecnico di Milano, Dipartimento di Bioingegneria, Centro di Bioingegneria- Milan- Italy.

## RESUMO

**Objetivos:** Avaliar os efeitos da técnica de *Breath Stacking* (BS) na distribuição da ventilação na caixa torácica em mulheres com obesidade mórbida.

**Métodos:** Ensaio clínico randomizado, cego, e controlado com 32 mulheres ( $\text{IMC} \geq 40 \text{ kg/m}^2$ ), separadas em dois grupos: controle (GC) com  $n=16$  e  $41,94 \pm 9,38$  anos e grupo *Breath Stacking* (GBS),  $n=16$  e  $40,38 \pm 10,16$  anos. A Pletismografia Optoeletrônica (POE) foi utilizada para avaliar a ventilação pulmonar. Para a técnica de BS foi empregada máscara facial com o ramo expiratório ocluído e ventilômetro de *Wright*. O GBS realizou três técnicas com intervalo de três minutos. O GC usou o mesmo circuito sem a oclusão do ramo expiratório. **Resultados:** No GBS foi encontrado aumento na contribuição do volume corrente (VC) no compartimento caixa torácica abdominal ( $p=0,04$ ) e diminuição no compartimento abdominal ( $p=0,03$ ), enquanto, no GC não houve diferença na distribuição. As variáveis espirométricas: VEF1(%), CVF(%), VEF1/CVF(%), VC e CI não apresentaram diferença antes e após da técnica BS no GBS e no GC. **Conclusões:** A técnica BS alterou o padrão de distribuição da ventilação regional, promovendo maior contribuição no volume pulmonar na região inferior da caixa torácica, correspondente a atividade do diafragma, com redistribuição do volume entre os compartimentos.

**PALAVRAS-CHAVE:** obesidade, *Breath Stacking*, Pletismografia Optoeletrônica.

## ABSTRACT

**Aim:** To evaluate the effects of the technique of Breath Stacking (BS) in the distribution of ventilation in the chest wall in morbidly obese women. **Methods:** Clinical trial randomized, blind and controlled with 32 women ( $BMI \geq 40 \text{ kg/m}^2$ ), separated into two groups: control (CG) with  $n = 16$  and  $41.94 \pm 9.38$  years and Breath Stacking group (GBS)  $n = 16$  and  $40.38 \pm 10.16$  years. The Optoelectronic Plethysmography (OEP) was used to assess pulmonary ventilation. For the BS technique was used with a face mask and the expiratory branch occluded Wright spirometer. GBS held three techniques with an interval of three minutes. The GC used the same circuit without occlusion of the expiratory branch. Results: The GBS was found to be higher in the contribution of tidal volume (VT) into the abdominal rib cage ( $p = 0.04$ ) and decreased abdominal compartment ( $p = 0.03$ ), whereas in the CG there was no difference in distribution. Spirometric variables: FEV1 (%), FVC (%), FEV1/FVC (%), VC and CI showed no difference before and after the technical BS in GBS and the GC. **Conclusions:** The BS technique changed the pattern of regional distribution of ventilation, resulting in greater contribution to lung volume in the lower chest wall, corresponding to activity of the diaphragm, with redistribution of volume between compartments.

**KEYWORDS:** obesity, pulmonary ventilation, Breath Stacking, Opticoeletrônica Plethysmography.

## INTRODUÇÃO

Indivíduos obesos, mesmo sem doenças associadas, apresentam alteração na função pulmonar, com repercussões na força e resistência da musculatura respiratória (Chlif et al., 2005,2009; Ladosky et al.,2001), troca dos gases pulmonares (Kessler et al.,2001; Veale et al.,2008), nos volumes e capacidades pulmonares(Jones e Nzekwu, 2006; Al-Bader et al.,2008) e tolerância ao exercício (Koenig, 2001).

Essas alterações podem ser exacerbadas por procedimentos cirúrgicos, principalmente nas cirurgias torácicas e abdominais do compartimento superior, e aumentar a incidência de complicações pulmonares pós-cirúrgicas como atelectasias, infecções pulmonares, que podem persistir por vários dias (Babatude et al., 2002; Wigfield et al.,2006; Pelosi e Gregoretti , 2010). A atelectasia ocorre em aproximadamente 90% dos pacientes submetidos a procedimentos anestésicos, a base pulmonar é a região mais acometida envolvendo 15 a 20% de sua extensão (Harris et al.,2010; Hedenstierna e Edmark, 2010). Pacientes obesos submetidos anestesia geral desenvolvem cinco vezes mais atelectasia no período 24 horas após extubação que pacientes não obesos (Eichenberger et al., 2002) .

Visando prevenir ou tratar as complicações respiratórias e melhorar a função pulmonar, diversas técnicas de expansão pulmonar são empregadas pela fisioterapia, como respiração com pressão positiva intermitente, exercícios com respiração profunda, inspirometria de incentivo, porém, na literatura, as evidências, quanto à eficácia das técnicas, são controversas (Pasquina et al.,2006; Lawrence et al., 2006; Cattano et al.,2010).

A técnica de *Breath Stacking (BS)*, desenvolvida por Marini et al, (1986), que consiste em usar uma máscara com uma válvula unidirecional com bloqueio do ramo expiratório, foi concebida a princípio para estimar a Capacidade Vital (CV) em pacientes não colaborativos, porém mostrou ser capaz de melhorar a expansão pulmonar. Surgiu como recurso terapêutico interessante, visto que, seus idealizadores relatam incremento na ventilação colateral e reversão de áreas de atelectasia, com o mínimo de esforço do paciente (Marini et al., 1986; Baker et al.,1990).

Considerando que, devido ao acúmulo de gordura no tórax e abdômen, os obesos mórbidos apresentam diminuição da capacidade residual funcional (CRF) e



do volume de reserva expiratório (VRE), com conseqüente hipoventilação na base pulmonar, a hipótese do estudo é que a técnica de *breath stacking*, em mulheres obesas, aumentaria a ventilação pulmonar (Jones e Nzekwu, 2006; Piper e Grunstein, 2010). Portanto, o objetivo do estudo foi avaliar os efeitos da técnica de *Breath Stacking* em mulheres com obesidade mórbida, quanto à distribuição da ventilação total e regional na caixa torácica, avaliada pela Pletismografia Optoeletrônica (POE).

### **Método**

Este é ensaio clínico randomizado, cego e controlado realizado no período de janeiro a junho de 2010, no Laboratório de Fisioterapia e Fisiologia Cardiopulmonar do Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal de Pernambuco.

A amostra, selecionada sequencialmente, por conveniência, proveniente do Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Pernambuco, foi composta por 32 mulheres obesas, que após randomização por programa de computador BioEstat 5.0 foram divididas em dois grupos: Grupo Controle (GC), com  $n=16$ , e Grupo *Breath Stacking* (GBS), com  $n=16$ . Um integrante do estudo que não fez parte da avaliação da ventilação da caixa torácica manteve a relação da randomização.

Teve como critérios de inclusão: idade entre 19 a 60 anos e  $IMC \geq 40 \text{ kg/m}^2$ . Foram excluídas mulheres com doença pulmonar crônica, tabagistas, patologia neuromuscular e incapacidade em realizar os procedimentos.

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Agamenon Magalhães sob o número de protocolo: 308/2009. As voluntárias que aceitaram participar do estudo assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido.

Foram considerados como desfecho primário os volumes correntes regionais: volume corrente total da caixa torácica ( $V_c$ ), variação de volume corrente da caixa torácica pulmonar ( $\Delta V_{c,ctp}$ ), variação de volume corrente da caixa torácica

abdominal ( $\Delta V_{c,cta}$ ) e volume corrente abdominal ( $\Delta V_{c,ab}$ ), e desfecho secundário a Capacidade Inspiratória (CI).

### **Procedimento**

Todas as obesas realizaram as avaliações antropométricas e a espirometria pelo mesmo avaliador, que não tinha acesso a randomização, e no mesmo período do dia. Os dois grupos realizaram a espirometria antes e após cinco minutos da avaliação da ventilação. A avaliação da ventilação na caixa torácica através da Pletismografia Optoeletrônica foi realizada por outros dois pesquisadores diferentes.

#### **Avaliação antropométrica e sinais clínicos**

Foi realizada com as voluntárias, na posição ortostática, usando roupas leves e sem sapatos. Para mensurar o peso e a altura, foi utilizada balança digital com antropômetro – Welmy modelo W300 (Brasil) com capacidade para 300 kilogramas (Kg), precisão de 50 gramas (g) e antropômetro com limite de 2 metros (m). Para as avaliações da circunferência da cintura (CC), referente à menor medida entre as últimas costelas e as cristas ilíacas, e da circunferência do quadril (CQ), corresponde à maior medida na região das nádegas, foi usada fita métrica flexível, de 2 metros de comprimento. Esses dados também foram utilizados para calcular o IMC ( $\text{Kg/m}^2$ ) e da (RCQ) (Duschene, 2001; França et al., 2008).

#### **Espirometria**

A espirometria foi realizada utilizando o espirômetro portátil, Micromedical Microloop MK8 (Inglaterra). As medidas avaliadas para o estudo foram o volume expiratório forçado no primeiro segundo ( $VEF_1$ ), capacidade vital forçada (CVF), e a relação do volume expiratório forçado no primeiro segundo pela capacidade vital forçada ( $VEF_1 / CVF$ ) e a capacidade inspiratória (CI). Com as voluntárias na posição sentada, pés apoiados no chão, coluna ereta, sem apoio para os membros superiores e usando boquilha e clipe nasal, foram realizadas pelo menos três manobras da capacidade vital forçada (CVF) e três manobras da capacidade vital lenta (CVL) com intervalo de dois minutos entre as manobras, que estivessem de acordo com os critérios de reprodutividade e aceitabilidade da American Thoracic

Society-ATS, 2002, e as diretrizes para teste da função pulmonar (Pereira, 2002; Miller et al., 2005). Os valores das variáveis ( $VEF_1$ ), (CVF), ( $VEF_1 / CVF$ ) foram expressos como a porcentagem do valor predito normal (Pereira, 2002).

#### Ventilação do volume pulmonar

Para a avaliação da ventilação total e regional na caixa torácica, foi utilizado o Pletismógrafo Optoeletrônico-BTS Bioengineering (Itália). As variáveis analisadas foram: frequência respiratória (FR), volume corrente (VC), volume corrente da caixa torácica pulmonar ( $\Delta V_{c,ctp}$ ), volume corrente da caixa torácica abdominal ( $\Delta V_{c,cta}$ ), volume corrente abdominal ( $\Delta V_{c,ca}$ ), tempo inspiratório (T<sub>Insp</sub>) e tempo expiratório (T<sub>Exp</sub>). De acordo com o protocolo, foram utilizados 89 marcadores de tamanho 5-10 mm de diâmetro, fixados com bioadesivos hipoalérgicos sobre a pele, em sistema de grade, disposta da seguinte maneira: sete linhas horizontais arrumadas de forma circunferencial entre o nível das clavículas e das espinhas íliaca ântero-superior. Ao longo das linhas horizontais, os marcadores foram posicionados anteriormente e posteriormente, em cinco colunas verticais mais duas colunas adicionais na linha axilar média. Sete marcadores extras foram colocados, para proporcionar melhor detalhamento nas regiões anterior e posterior (Cala et al., 1996; Aliverti e Pedotti, 2003).

Para a análise da ventilação, um processador de imagem executou, em tempo real, padrões de reconhecimento de algoritmos e computou as coordenadas em três dimensões (3D) dos diferentes marcadores. Uma vez que as coordenadas tridimensionais dos pontos da superfície da caixa torácica foram adquiridas, uma superfície fechada foi definida através da conexão dos pontos de forma triangular. Para cada triângulo, a área e a direção são determinadas e, sucessivamente, o volume interno do formato do tórax foi computado, usando o teorema de Gauss (Cala et al., 1996; Aliverti e Pedotti, 2003).

No grupo intervenção foi utilizada uma máscara de silicone, envolvendo nariz e boca, com duas saídas, uma contendo o Ventilômetro de *Wright* analógico *MARK 8* e a outra saída foi ocluída. Foi explicado que a máscara só permitiria o ar entrar durante a inspiração, e que a voluntária deveria inspirar gradualmente, enchendo os pulmões de ar, até sentir que os encheu completamente, com tempo médio de 20

segundos, como pode ser observado na figura ,1 obtida durante a técnica de BS. O término da técnica se daria em duas situações: quando a voluntária solicitasse, através de um gesto com a mão, previamente combinado ou quando através do Ventilômetro de *Wright*, fosse observado pela pesquisadora que não havia mais nenhuma alteração de volume inspirado.

A máscara foi segurada pela pesquisadora no rosto da voluntária durante cada técnica e era prontamente retirada, permitindo a expiração no final de cada manobra. A técnica foi realizada três vezes, com intervalo de três minutos entre cada manobra, sendo as imagens gravadas durante a respiração basal, cinco minutos antes e depois de cada técnica.

O grupo controle usou o mesmo circuito do grupo intervenção, porém sem a oclusão do ramo expiratório, e seguiu o mesmo protocolo de captação das imagens, ou seja, respiração basal por cinco minutos, depois três períodos de respiração através da máscara, no tempo equivalente ao período das técnicas BS, e mais cinco minutos de respiração basal. As voluntárias foram instruídas a manter a respiração basal durante o período que estivessem utilizando a máscara.

### **Análise Estatística**

A análise estatística foi realizada usando o software SPSS for Windows, versão 18.0 – Statistical Package for the Social Science. Os dados tiveram normalidade na distribuição das variáveis, verificada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov. Para a comparação dos grupos, com relação às variáveis das medidas antropométricas foi aplicado o teste “t” não pareado, e para a comparação da espirometria e ventilação pulmonar antes e depois intragrupo foi aplicado o teste “t” pareado, os dados foram expressos como média e desvio-padrão. Os valores da contribuição dos compartimentos da caixa torácica também foram apresentados como percentagem. Todos os testes foram realizados com nível de confiança de 95%, considerando significativo o valor  $p < 0.05$ .

### **Resultados**

Das 32 obesas estudadas 16 formaram o grupo controle (GC) ( $41,94 \pm 9,28$  anos), e 16 o grupo breath stacking (GBS), ( $40,39 \pm 10,16$  anos),  $p=0,65$ . Os grupos

foram homogêneos, não apresentando diferença entre eles, nas variáveis antropométricas: circunferência da cintura (CC); circunferência do quadril (CQ); relação cintura/quadril (RCQ) e índice de massa corpórea (IMC), e nas variáveis cardiorrespiratórias, mostrado na tabela 1. A Fig. 2 descreve o fluxograma seleção e alocação das obesas incluídas no estudo.

Quanto às variáveis espirométricas: VEF1(%), CVF(%), VEF1/CVF(%), VC e CI não houve diferença antes e após do emprego da técnica BS no GBS, nem no GC (Tabela 2). Das variáveis da ventilação pulmonar a VM apresentou diminuição ( $p=0,03$ ) com o emprego da técnica.

No GBS foi encontrado aumento na contribuição do volume corrente (VC) no compartimento caixa torácica abdominal ( $p=0,03$ ) e diminuição no compartimento abdominal ( $p=0,02$ ) após o emprego da técnica de BS (figura 3), enquanto, no GC não houve diferença na distribuição. O comportamento de todas as variáveis da ventilação pulmonar total e regional nos dois grupos é mostrado na tabela 2.

Nenhuma voluntária apresentou efeito adverso advindo da técnica, apenas duas mulheres, referiram receio de ficar sufocada com o uso da máscara, problema resolvido com explicação detalhada do procedimento e treinamento prévio da técnica.

## Discussão

O presente estudo demonstrou que a técnica de *Breath stacking* promoveu alteração no padrão de distribuição regional da ventilação na caixa torácica, com aumento na porcentagem de contribuição do volume corrente no compartimento caixa torácica abdominal (cta) e diminuição do abdominal (ab). Onde o compartimento cta, área localizada na região inferior da caixa torácica, reflete a atividade do diafragma e o compartimento ab corresponde a atividade também do diafragma e dos músculos abdominais (Hostettler et al., 2011).

Até onde temos conhecimento esse é o primeiro estudo avaliando o efeito da técnica *Breath Stacking*, em mulheres com obesidade móbida, através do estudo da cinemática da caixa torácica, utilizando como instrumento a Pletismografia Opticoeletrônica. Portanto, o estudo fornece conhecimentos que poderá embasar a utilização desta técnica como recurso terapêutico.

A técnica BS promoveu incremento na mobilização diafragmática, constatada pelo aumento da variação do volume corrente no cta. Resultado importante visto que, as manifestações mais comuns do efeito da obesidade nos volumes pulmonares, são a diminuição do Volume de Reserva Expiratório (VRE) e da Capacidade Residual Funcional (CRF)(Jones e Nzekwu, 2006; Piper e Grunstein, 2010). A diminuição da CRF, durante a anestesia geral, pode gerar colapamento de aéreas pulmonares provocando hipoventilação, formação de áreas de *shunt* intrapulmonar e hipoxemia (Pelosi et al., 1998).

O efeito de ventilar áreas periféricas e basais proporcionado pela técnica de BS foi confirmado também em estudo anterior do nosso grupo (Diniz et al., 2004), que utilizou a cintilografia pulmonar e inalação de radioaerossol, comparando a técnica breath stacking com o inspirometro de incentivo, em indivíduos saudáveis. Foi observada maior deposição do radiofármaco, após a técnica de BS, nas regiões mais periféricas e no terço inferior do pulmão, enquanto que o Inspirometro de Incentivo provocou maior deposição no terço médio e região central.

O efeito da técnica de BS, em indivíduos com IMC normal, pode ser considerado semelhante ao Inspirometro de Incentivo, resultado observado em estudo utilizando a ultrasonografia para avaliar a mobilidade do diafragma durante as técnicas de BS e II, não encontrando diferença no deslocamento do diafragma entre as técnicas, apesar do maior volume alcançado durante a técnica de BS (Pomponet et al., 2000). Padrão semelhante também foi relatado em outro (Campanha et al, 2002) estudo realizando a análise da atividade eletromiográfica dos músculos escalenos e diafragma, sem diferença no padrão de recrutamento dos músculos entre as técnicas. A comparação dos dados desses estudos com os resultados obtidos na pesquisa fica limitada considerando a principal característica da amostra,  $IMC > 40 \text{ kg/m}^2$ .

Em relação à ventilação pulmonar não foi encontrado aumento do volume corrente (VC), nem da CI, enquanto no padrão respiratório a VM diminuiu, após a técnica de BS, provavelmente porque as obesas eram compensadas quanto à carga que o tecido adiposo impõe, de forma crônica, ao sistema respiratório.

Devido à vulnerabilidade dos obesos em procedimentos cirúrgicos que frequentemente apresentam agravamento da função pulmonar, provocado por fatores como: anestesia, posicionamento em supino, tempo de cirurgia, dor, dentre outros, resultado frequentemente em padrão respiratório rápido e superficial (Pelosi et al., 1998; Babatunde et al., 2002). A técnica de *Breath stacking*, figura como uma alternativa terapêutica, principalmente em pacientes pouco cooperativos que apresentem dificuldade de gerar altos volumes e de sustentar o volume inspirado.

Condiderando a aplicabilidade clínica deste estudo, pode-se supor que, mulheres obesas submetidas a algum procedimento cirúrgico, que resulte em áreas de atelectasia, a utilização da técnica de BS possa levar ao aumento da ventilação pulmonar. Resultado confirmado por Dias et al., 2008, em estudo, com indivíduos submetidos à cirurgia abdominal, comparando a técnica de BS com o Inspirometro de Incentivo, foi relatado que houve diminuição dos volumes pulmonares, após a cirurgia, em ambos os grupos, porém, a diminuição foi menor nos que utilizaram o BS e que houve maior mobilização e manutenção do volume inspiratório durante a técnica de BS.

Seguindo o mesmo princípio de empilhamento de ar com aumento do volume pulmonar inspirado, proposto pela técnica de *Breath Stacking*, são encontrados estudos (Kang e Bach, 2000; Bach et al., 2007; Bach et al., 2008; Brito et al., 2009) com a técnica denominada de *Air Stacking*. Usada de forma modificada com o auxílio de uma bolsa de ressuscitação manual, uma válvula unidirecional e uma máscara ou boquilha, tem sido empregada em pacientes com desordens neuromusculares respirando espontaneamente ou intubados, com o objetivo de aumentar a capacidade inspiratória máxima, ou seja, de empilhar a respiração, e gerar maior fluxo expiratório auxiliando posteriormente no mecanismo da tosse (Kang e Bach, 2000; Bach et al., 2007; Mahajan et al., 2008; Brito et al., 2009).

O *Neurorehabilitation Centre in Ottawa* (Armstrong, 2009) e o estudo de Crowe et al, 2006, denominam a técnica modificada *Air Stacking*, de *Breath-Stacking*. Ao analisar as duas técnicas, supõe-se que na verdade pode ser considerada como uma só, usada de forma modificada, visto que a resposta ao emprego das técnicas é a mesmo, ou seja, empilhamento de ar, com o objetivo é atingir a máxima insuflação e sustentá-la por um período.

Nas obesas, durante a respiração basal, a maior contribuição encontrada durante a respiração basal foi do compartimento abdominal, padrão diferente do encontrado em estudo envolvendo POE em indivíduos de peso normais, em que a maior contribuição da ventilação foi da caixa torácica pulmonar, ou seja, padrão respiratório costal superior (Hostettler et al, 2011). Mesmo não tendo estudo com obesos utilizando esse instrumento, pode-se supor que a predominância da contribuição do compartimento abdominal, se deve a maior variação de volume corrente provocada pelo diafragma e músculos abdominais, na tentativa de compensar a sobrecarga causada pelo acúmulo de gordura na região do tórax e abdômen. Uma vez que, o conteúdo abdominal é essencialmente incompressível e o deslocamento da parede anterior do abdômen pode ser considerado correspondente a mobilização do diafragma (Konno e Mea, 1976; Mead e Loring, 1982).

Uma das limitações do nosso estudo é o fato de termos avaliado obesas saudáveis. Entretanto, como não há estudos com obesas utilizando essa técnica, tivemos a preocupação de não submetermos indivíduos que realizaram procedimentos cirúrgicos, e que pudessem ter alteração na ventilação pulmonar, antes da comprovação da eficácia dessa técnica como recurso terapêutico nessa população. Estudos futuros, em diversas situações clínicas envolvendo o pós-operatório de indivíduos obesos, devem ser realizados. Além disso, por não termos avaliado a mobilidade do diafragma de forma direta, só foi possível relatar a contribuição do diafragma, pelo maior deslocamento do compartimento abdominal.

### **Conclusão**

A técnica de BS alterou o padrão de distribuição da ventilação regional na caixa torácica, promovendo maior contribuição no volume pulmonar na região inferior da caixa torácica, correspondente a atividade do diafragma. Não foi observado aumento da CI e no volume corrente considerando toda a caixa torácica. Provavelmente, houve uma redistribuição do volume entre os compartimentos, visto que o compartimento abdominal diminuiu sua contribuição. As variáveis espirométricas e do padrão respiratório não sofreram influência da técnica BS, apenas a VM diminuiu.



Os achados demonstram a eficácia da técnica em ventilar áreas pulmonares basais, regiões mais predispostas às complicações pulmonares pós-intervenção cirúrgica, respaldando o uso desse recurso terapêutico. Não foi encontrado aumento do volume pulmonar após a técnica de BS, supostamente porque, não havia áreas de atelectasia pulmonar, na amostra estudada.

### **Referências Bibliográficas**

Al-Bader WR, Ramadan J, Nars-Eldin A, Barac-Nieto M, 2008. Pulmonary ventilatory functions and obesity in Kuwait. *Med Princ Pract.*17:20-26.

Aliverti A, Pedotti A, 2003. Opto-electronic plethysmography. *Monaldi Arch Chest Dis.* 59(1):12-16.

Armstrong A, 2009. Developing a breath-stacking system to achieve lung volume recruitment. *BJN.* 18(19);1166-69.

ATS/ERS, 2002. Statement on respiratory muscle testing. *Am J Respir Crit Care Med.* 166(1):518-624.

Babatunde O, Jones SB, Jones DB, et al, 2002. Anesthetic consideration for bariatric surgery. *Anesth Analg.*95:1793-805.

Bach JR, Mahajan K, Lipa B, et al,2007. Lung insufflations capacity in neuromuscular disease. *Am J Phys Med Rehabil.* 87(9):720-5.

Bach JR, Bianchi C, Vigigal-Lopes M, et al, 2007. Lung inflation by glossopharyngeal breathing and air Stacking in duchenne muscular dystrophy. *Am J Phys Med Rehabil.* 86:295-00.

Baker WL, Lamb VJ, Marini JJ,1990. Breath-Stacking increases the depth and duration of chest expansion by incentive spirometry. *Am Rev of Respir Dis.* 140(2):343-46.

Brito MF, Moreira GA, Pradella-Hallinan M, et al, 2009. Empilhamento de ar e compressão torácica aumentam o pico de fluxo da tosse em pacientes com distrofia muscular de duchenne. *J Bras Pneumol.* 35(10):973-9.

Cala SJ, Kenyon CM, Ferrigno G, et al, 1996. Chest wall and lung volume estimation by optical reflectance motion analysis. *J Appl Physiol.* 81:2680-89.

Campanha LC, Dornelas de Andrade AF, Rodrigues MMG, 2002. Pattern of respiratory muscle recruitment during incentive spirometry and breath-stacking. *Eur Resp J.* 20(38):180.

Cattano D, Altanirano A, Vannicci A, et al, 2010. Preoperative use of incentive spirometry does not affect postoperative lung function in bariatric surgery. *Transl Res.* 156(5):265-72.

Chlif M, Keochkerian D, Mourlhon C, et al, 2005. Noninvasive assessment of the tension-time index of inspiratory muscles at rest in obese male subjects. *Int J Obes.* 29:1478-83.

Chlif M, Keochkerian D, Choquet D, et al, 2009. Effects of obesity on breathing pattern, ventilatory neural drive and mechanics. *Respir Physiol Neurobiol.* 1-5, doi:10.1016/j.rep.2009.06.012.

Crowe J, rajczak J, Brad E, 2006. Safety and effectiveness of breath-stacking in management of persons with acute atelectasis. *Can J Phys.* 58(4):306-14.

Dias CM, Plácido TR, Ferreira MFB, et al, 2008. *Inspirometria de incentive e breath stacking*: repercussões sobre a capacidade inspiratória em indivíduos submetidos à cirurgia abdominal. *Rev Bras Fisioter.* 12(2):94-9.

Duschene, M, 2001. Consenso Latino-Americano em obesidade. *Rer bras ter comp cogn.* 3(2): 19-24.

Diniz DMSM, Dornelas de Andrade AF, Mendes M, et al, 2004. Lung deposition pattern of inhaled radiotracers during th Breath-Stacking and incentive spirometry techniques. *Eur J Respir Dis.* 24(suppl):407s.

Eichenberger AS, Proietti S, Wicky S, et al. Morbid Obesity and postoperative pulmonary atelectasis: an underestimated problem. *Anesth Analg.* 2002; 95:1788-92.

França AP, Aldrighi JM, Marucci MFN, 2008. Fatores associados à obesidade global e a obesidade abdominal em mulheres na pós-menopausa. *Rev Bras Saúde Mater Infant.* 8(1):65-73.

Harris AT, Morrel D, Bajaj Y, et al, 2010. A discussion of airway and respiratory complications along with general considerations in obese patients. *Int J Clin Pract.* 64(6):802-6.

Hedenstierna G, Edmark L, 2010. Mechanisms of atelectasia in perioperative period, *Best Pract Res Clin Anaesthesiol.* 24(2):157-69.

Hostettler S, Illi SK, Mohler E, et al, 2011. Chest wall volume changes during inspiratory loaded breathing. *Respir Physiol Neurobiol.* 175:130-9.

Jones RL, Nzekwu MMU, 2006. The effects of body mass index on lung volumes. *Chest.* 130:827-33.

Kang SW, Bach JR, 2000. Maximum insufflations capacity. *Chest.* 118:61-6.

Kessler R, Chaouat A, Schinkewitch P, 2001. The obesity hypoventilation syndrome revisited. *Chest.* 120: 369-76.

Koenig SM, 2001. Pulmonary complications of obesity. *Am J Med Sci.*321(4):249-279.

Konno K, Mead J, 1976. Measurement of the separate volume changes of rib Cage and abdomen during breathing. *J Appl Physiol.* 22:407-22.

Ladosky W, Botelho MAM , Albuquerque JR JP, 2001. Chest mechanics in morbidly obese non-hypoventilated patients. *Respir Med.* 95: 281–286.

Lawrence VA, Cornell JE, Smetana GW, 2006. Strategies to reduce postoperative pulmonary complications after noncardiothoracic surgery: systematic review for the American College of Physicians. *Ann Intern Med.* 144:596-608.

Marini JJ, Rodriguez RM, Lamb VJ, 1998. Involuntary Breath-Stacking. An alternative method for vital capacity estimation in poorly cooperative subjects. *Am Rev Respir Dis.* 134:694-8.

Mead J, Loring SH, 1982. Analysis of volume displacement and length changes of the diaphragm during breathing. *J Appl Physiol*. 53(3):750-55.

Miller MR, Crapo RO, Hankinson J, et al, 2005. General considerations for lung function testing. *Eur Respir J*. 26:319-38.

Pasquina P, Tramer MR, Granier JM, et al, 2006. Respiratory Physiotherapy to prevent pulmonary complications after abdominal surgery. A systematic review. *Chest*. 130:1887-99.

Pelosi P, Croci M, Ravagnani I, et al, 1998. The effects of body mass on lung volumes, respiratory mechanics, and gas exchange during anesthesia. *Anesth Analg*. 87:654-60.

Pelosi P, Gregoretti C, 2010. Perioperative management of obese patients. *Best Pract e Reseach Clin Anaesth*. 24:211-25.

Pereira, CAC, 2002. Diretrizes para testes de função pulmonar. *J Pneumol*. 28(supl3):s-s.

Piper AJ, Grunstein RR, 2010. Big breathing: the complex interaction of obesity, hypoventilation, weight loss, and respiratory function. *J Appl Physiol*, 108:199-205.

Pomponet K, Campanha LC, Oliveira IM, et al, 2002. Ultrasound evaluations of diaphragm excursion during breath-stacking and incentive spirometer performance. *World Congress on Lung Health and 10<sup>th</sup> ERS Annual Congress*. Florence Italy.

Veale D, Rabec C, Labaan JP, 2008. Respiratory complications of obesity. *Breath*. 4-(3):211-21.

Wigfield CH, Lindsey JD, Muñoz A, et al, 2006. Is extreme obesity a risk factor for cardiac surgery? An analysis of patients with a BMI $\geq$ 40. *Eur J Cardiothorac Surg*. 29:434-40.

## Figuras e Tabelas

Fig. 1- Imagem obtida durante o estudo, do programa de computador Diamov que faz parte do sistema da Pletismografia Opticoeletrônica, de uma mulher obesa realizando a técnica de *Breath Stacking*.

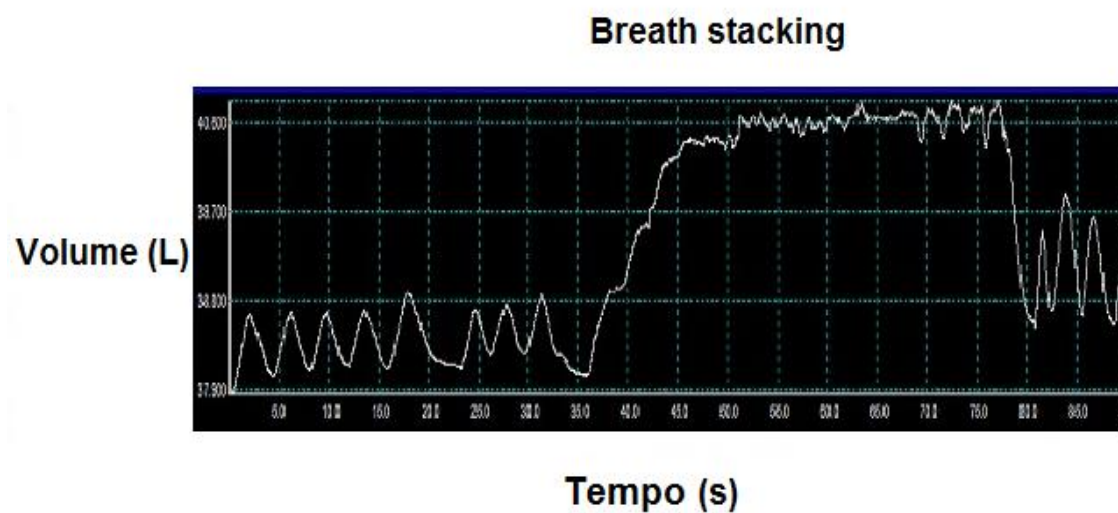


Fig. 2- Fluxograma de procedimentos para seleção, randomização e acompanhamento dos sujeitos.

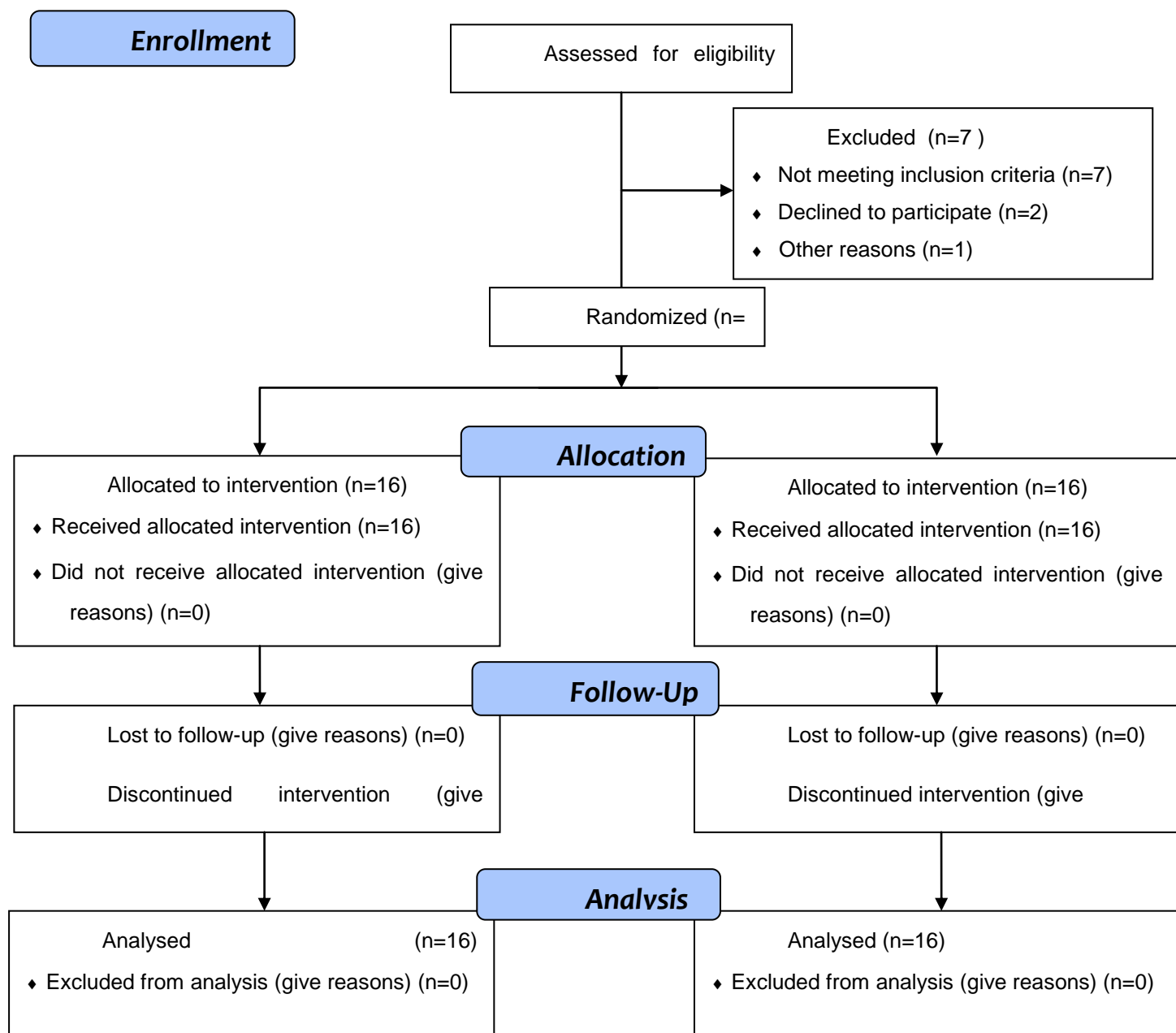
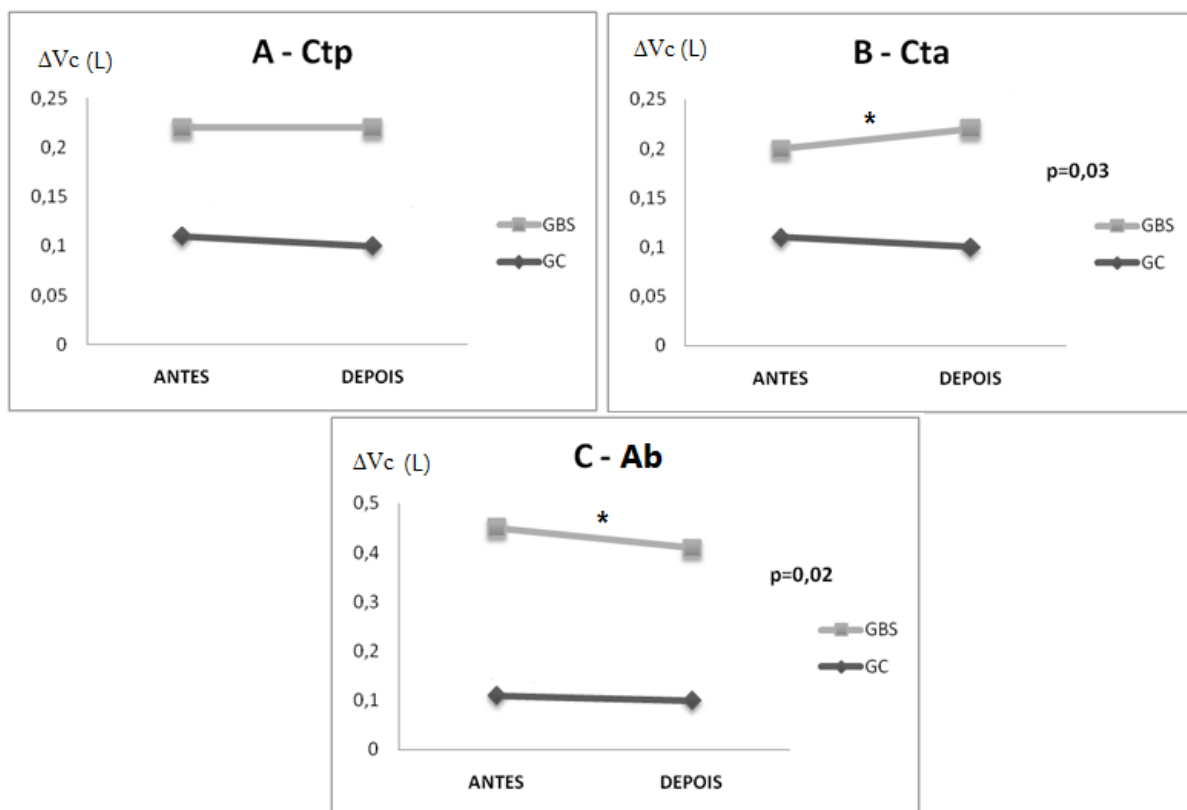


Figura 3- Comparação intragrupo da variação do volume corrente no grupo *Breath Stacking* que realizou a técnica e no grupo controle nos três compartimentos da caixa torácica. **A-** Ctp; **B-** Cta; **C-** Ab.



GBS=grupo *Breath Stacking*; GC=grupo controle; Ctp=caixa torácica pulmonar; Cta=caixa torácica abdominal; Ab=abdominal;  $\Delta V_c$ =variação volume corrente\*Diferença intragrupo antes e depois, com  $p < 0,05$ .

Tabela 1. Características antropométricas e cardiorrespiratórias (média  $\pm$  desvio-padrão) nos grupos controle e *Breath Stacking*.

Variáveis	Grupo Controle (GC) (N=16)	Grupo Breath Stacking (GBS) (N=16)	p-valor
Idade(anos)	41,94 $\pm$ 9,38	40,38 $\pm$ 10,16	NS
IMC(kg/cm <sup>2</sup> )	46,84 $\pm$ 4,85	47,29 $\pm$ 6,30	NS
CC(cm)	1,25 $\pm$ 0,08	1,27 $\pm$ 0,11	NS
CQ(cm)	1,42 $\pm$ 0,13	1,39 $\pm$ 0,13	NS
RCQ	0,89 $\pm$ 0,08	0,91 $\pm$ 0,06	NS
FC(bpm)	81,31 $\pm$ 9,13	86,00 $\pm$ 10,96	NS
SaO <sub>2</sub>	97,38 $\pm$ 0,72	97,56 $\pm$ 0,89	NS

GC= grupo controle; GBS= grupo Breath Stacking; n= número de indivíduos; CC= circunferência cintura; CQ= circunferência quadril; IMC= índice de massa corpórea; FC= frequência cardíaca; SaO<sub>2</sub>=Saturação periférica de oxigênio.p-valor< 0,05 na comparação entre os grupos, \* diferença entre os grupos GC e GBS, NS= não significativo.



Tabela 2. Comparação dos valores médios das variáveis espirométricas e da ventilação na caixa torácica antes e depois nos grupos controle e *Breath Stacking*.

Variáveis	Grupo Controle		Grupo Breath-Stacking		p-valor
	(N=16)		(N=16)		
	Antes	Depois	Antes	Depois	
VEF1(%)	80,23±7,15	80,00±8,85	82,93±9,09	83,86±8,25	NS
CVF(%)	80,24±7,41	78,75±10,31	81,21±8,53	80,50±9,89	NS
VEF1/CVF(%)	101,76±7,70	103,06±8,80	101,14±8,11	101,86±10,98	NS
CI (l)	2,41±0,45	2,34±0,49	2,28±0,36	2,40±0,34	NS
FR(ipm)	18,36±3,74	19,00±4,12	19,25±3,89	18,69±3,14	NS
TInsp(s)	1,44±0,39	1,36±0,35	1,40±0,37	1,36±0,28	NS
TExp(s)	2,03±0,43	2,02±0,50	1,93±0,44	2,11±0,55	NS
VM(L/min)	9,11±2,85	8,66±1,83	10,88±2,24	9,27±2,17*	<b>p=0,04</b>
ΔVc (L)	0,49±0,14	0,48±0,15	0,63±1,92	0,55±1,15	NS
ΔVc,ctp(%)	19,96±4,63	19,31±6,99	18,52±4,74	20,44±4,74	NS
ΔVc,cta (%)	20,92±6,49	22,75±7,70	20,05±5,00	23,13±7,48*	<b>p=0,03</b>
ΔVc,cab (%)	61,52±9,31	60,21±8,76	62,00±9,16	57,89±8,27*	<b>p=0,01</b>

GC= grupo controle; GBS= grupo Breath Stacking; N= número de indivíduos; VEF<sub>1</sub>= volume expiratório forçado no primeiro segundo predito; CVF= capacidade vital forçada predita; VEF<sub>1</sub>/ CVF = relação do volume expiratório forçado no primeiro segundo pela capacidade vital forçada predita; CI= capacidade inspiratória; FR= frequência respiratória; TInsp= tempo inspiratório; TExp= tempo expiratório; VM= ventilação minuto; ΔVc= variação volume corrente; ΔVc,ctp%= variação volume corrente da caixa torácica pulmonar; ΔVc,cta= variação volume corrente da caixa torácica abdominal; ΔVc,cab= variação volume corrente abdominal; (%)= percentagem. NS= não significativo. p-valor< 0,05 na comparação entre antes e depois nos grupos, \* diferença entre antes e depois intragrupo.

## Capítulo 5- Considerações Finais

Diante dos resultados do estudo pode-se concluir que, as obesas apresentam diferença, em relação às mulheres de peso normal, na cinemática toracoabdominal, constatada pela diferença no padrão de distribuição da ventilação regional na caixa torácica. E que os dois tipos de obesidade parecem adotar diferentes estratégias quanto à ventilação pulmonar regional, com diferença na contribuição do volume corrente no compartimento abdominal.

A obesidade central apresentou padrão respiratório rápido, com aumento na FR e diminuição no Texp, porém sem alteração do volume corrente, e maior impacto na função pulmonar quanto à espirometria.

Os conhecimentos gerados, com a avaliação do padrão de distribuição da ventilação, nas mulheres obesas, e suas diferenças em relação às mulheres de peso normal, foram importantes para o entendimento dos efeitos da técnica de *Breath Stacking*, no grupo de obesas.

A técnica de BS alterou o padrão de distribuição da ventilação pulmonar, promovendo maior porcentagem de contribuição do volume pulmonar na região inferior da caixa torácica, correspondente a atividade do diafragma. Não foi observado aumento da CI e do volume corrente, considerando toda a caixa torácica. Houve uma redistribuição do volume entre os compartimentos, com aumento na contribuição do volume no compartimento caixa torácica abdominal e diminuição no compartimento abdominal. As variáveis espirométricas e do padrão respiratório não sofreram influência da técnica BS, apenas a VM diminuiu.

Os resultados demonstram a eficácia da técnica em ventilar áreas pulmonares basais, regiões mais predispostas às complicações pulmonares pós-intervenção cirúrgica. Não foi encontrado aumento do volume pulmonar após a técnica de BS, supostamente porque, não havia áreas de atelectasia pulmonar, na amostra estudada.

Os achados do estudo ampliam o conhecimento das adaptações do sistema respiratório a sobrecarga do tecido adiposo, que ocorrem nas mulheres com obesidade mórbida, quanto ao movimento da caixa, durante a respiração basal e

após uma técnica de reexpansão pulmonar, respaldando o fisioterapeuta na utilização desse recurso terapêutico. A fisioterapia dispõe de recursos terapêuticos de reexpansão pulmonar que precisam ter suas indicações terapêuticas avaliadas.

Como perspectiva futura, recomenda-se, a avaliação da cinemática da caixa torácica em mulheres obesas submetidas a procedimentos cirúrgicos, verificando a eficácia da técnica de *Breath Stacking* em reverter às alterações na ventilação pulmonar, freqüentemente encontradas nos pós-operatório de cirurgias cardíacas e da porção superior do abdômen de pacientes obesos.

## Termo de Livre Consentimento

**Título: “AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DA TÉCNICA DE *BREATH STACKING* EM MULHERES OBESAS MÓRBIDAS QUANTO A DISTRIBUIÇÃO DA VENTILAÇÃO REGIONAL NA CAIXA TORÁCICA”**

Pesquisadora: Jacqueline de Melo Barcelar

Endereço do local da pesquisa: Laboratório de Fisioterapia Cardiopulmonar do Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal de Pernambuco. Av. Professor Arthur de Sá, s/n, Cidade Universitária, Recife-PE, [tel:\(81\)32271-8496](tel:(81)32271-8496).

Este termo de consentimento pode conter palavras que você não entenda. Pergunte ao profissional ou a equipe que acompanha o estudo a respeito de qualquer palavra ou informação que você não entenda.

O nosso estudo tem por objetivo avaliar a forma como o ar entra e se distribui nos pulmões na respiração normal e durante o uso da técnica de expansão pulmonar, respiração empilhada (*BREATH STACKING*).

Essa manobra respiratória será avaliada pela Pletismografia Opticoeletrônica, exame que avalia a quantidade de ar nos pulmões através da movimentação do tórax.

Inicialmente será realizada avaliação da função pulmonar, coleta da história clínica e dos dados vitais com duração aproximada de 40 minutos. Neste mesmo dia será realizado o exame da Pletismografia Opticoeletrônica (serão colocados pequenos adesivos fluorescentes 89 na pele, e o voluntário ficará em frente a câmeras filmadoras que vão registrar o movimento respiratório normal e durante a técnica de expansão pulmonar, com duração máxima de 01 hora.

### Desconfortos e Riscos /Benefícios

O desconforto pode está associado à dificuldade de adaptação da máscara facial. O uso da técnica não oferece riscos ao participante e não haverá qualquer tipo de ônus ao voluntário. O benefício para o voluntário será proporcionado por uma avaliação detalhada da função respiratória.

Todas as informações serão mantidas sob sigilo, e será reservado ao voluntário o direito de não participar do estudo ou de parar a qualquer momento da pesquisa.

## Consentimento do Paciente

Eu, \_\_\_\_\_ RG: \_\_\_\_\_

CPF: \_\_\_\_\_, concordo em participar do presente estudo, como voluntário. Fui devidamente informado e esclarecido pelo pesquisador sobre esta pesquisa. Foi-me garantido o direito de retirada a qualquer momento, sem que a isto advenha qualquer penalidade.

_____	_____	_____
Nome do Voluntário	Assinatura do Voluntário	Data

_____	_____	_____
Nome da Testemunha	Assinatura da Testemunha	Data

_____	_____	_____
Nome da Testemunha	Assinatura da Testemunha	Data

Jacqueline de Melo Barcelar \_\_\_\_\_

Nome do Investigador	Assinatura do Investigador	Data
----------------------	----------------------------	------

Em caso de dúvida ou necessidade de entrar em contato com a pesquisadora:

Jacqueline de Melo Barcelar

End: R: Amália Bernardino de Sousa, 264, aptº 1501, boa Viagem, Recife-PE.

Telefone: 91683318 - email: Jacqueline\_barcelar@hotmail.com

## FICHA DE AVALIAÇÃO

Nome: \_\_\_\_\_ Grupo: \_\_\_\_\_

Avaliador: \_\_\_\_\_

Nat: \_\_\_\_\_ Fone: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

Cormorbidades: \_\_\_\_\_

Id: \_\_\_\_\_ Alt: \_\_\_\_\_ Peso: \_\_\_\_\_ CC: \_\_\_\_\_ CQ: \_\_\_\_\_

IMC: \_\_\_\_\_ RCQ: \_\_\_\_\_ FC: \_\_\_\_\_ FR: \_\_\_\_\_ SaO<sub>2</sub>: \_\_\_\_\_

### Espirometria:

Antes

1ª Manobra	2ª Manobra	3ª Manobra
VEF <sub>1</sub> =	VEF <sub>1</sub> =	VEF <sub>1</sub> =
CVF=	CVF=	CVF=
VEF <sub>1</sub> /CVF=	VEF <sub>1</sub> /CVF=	VEF <sub>1</sub> /CVF=

Depois

1ª Manobra	2ª Manobra	3ª Manobra
VEF <sub>1</sub> =	VEF <sub>1</sub> =	VEF <sub>1</sub> =
CVF=	CVF=	CVF=
VEF <sub>1</sub> /CVF=	VEF <sub>1</sub> /CVF=	VEF <sub>1</sub> /CVF=

Variáveis	Respiração Basal	Antes	Depois
VM			
FR			
VC			
CI			
Vc,ctp			
Vc,cta			
Vc,ab			
TInsp			
TExp			



SECRETARIA ESTADUAL DE SAÚDE  
HOSPITAL AGAMENON MAGALHÃES


### COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA – CEP

Recife, 01 de outubro de 2009.

Prezada Investigadora

Informamos a Vsa que foi aprovado na reunião do dia 30/09/2009, pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Agamenon Magalhães, o projeto de pesquisa, **“AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO DA CINÉTICA DO SISTEMA RESPIRATÓRIO FRENTE ÀS TÉCNICAS DE BREATH STACKING E DIC, EM INDIVÍDUOS OBESOS ATRAVÉS DA PLETISMOGRAFIA ÓPTICO-ELETRÔNICA E CINTILOGRAFIA DE INALAÇÃO”**, conforme normas para pesquisa, envolvendo seres humanos resolução 196/96

Atenciosamente,

  
M<sup>a</sup> Aparecida Torres de Lacerda  
Secretária do Comitê de Ética em Pesquisa  
HAM



**PRODUÇÃO CIENTÍFICA**

Artigo aceito para publicação em: Revista Terapia Manual (ISSN 1677-5937)

Título: FUNÇÃO PULMONAR NA OBESIDADE: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

*Title: PULMONARY FUNCTION IN OBESITY: A SYSTEMATIC REVIEW*

Função pulmonar na obesidade: uma revisão sistemática

Departamento de fisioterapia da Universidade Federal de Pernambuco

Jacqueline Melo Barcelar<sup>(1)</sup>, Cyda Maria Reinaux<sup>(2)</sup>, Talita Lourdes Lins de Barros Melo<sup>(3)</sup>, Armèle Dornelas de Andrade<sup>(4)</sup>.

<sup>(1)</sup>Discente do curso de pós-graduação em Fisioterapia da Universidade Federal de Pernambuco-UFPE, Recife, PE, Brasil.

<sup>(2)</sup>Mestre em Fisioterapia – Universidade Metodista de Piracicaba-UNIMEP, Piracicaba, SP, Brasil.

<sup>(3)</sup> Discente do curso de Fisioterapia da Universidade Federal de Pernambuco, UFPE, Recife, PE, Brasil.

<sup>(4)</sup> Professora associada da Universidade Federal de Pernambuco-UFPE, Recife, PE, Brasil.

**Endereço para correspondência:** Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Ciências da Saúde, Departamento de Fisioterapia.

Avenida Professor Moraes Rego- S/N – Cidade Universitária – Recife – PE

Fones (081) 2126-8490/ 8491 /8492 Fax: 2126-8490

Jacqueline\_barcelar@hotmail.com

## Resumo

**Introdução:** As alterações da função pulmonar encontrados na obesidade são contraditórias quanto aos parâmetros afetados e suas correlações. **Objetivo:** Analisar a função pulmonar no obeso e suas correlações com os tipos de classificação da obesidade.

**Métodos:** Buscas nas bases *PUBMED*, *BIREME*, *SCOPUS* e *ISI WEB OF KNOWLEDGE* de estudos do tipo transversal, utilizando os termos “obesidade”, “músculos respiratórios” e “teste de função pulmonar”. Incluídos estudos com obesos, entre 19 a 65 anos, saudáveis, de ambos os sexos e sedentários.

**Resultados:** Dos 856 artigos, 10 atenderam aos critérios de inclusão. Os obesos apresentaram diminuição no VRE (volume de reserva expiratório), CVF (capacidade vital forçada), VEF<sub>1</sub> (volume expiratório forçado no 1º segundo) e VPEF (volume pulmonar expiratório final). O VRE apresentou correlação negativa com o Índice de Massa Corpórea (IMC). Na regressão linear do VEF<sub>1</sub> ou CVF, só houve diferença quando a Relação Cintura/Quadril (RCQ) >1 e o IMC >30 kg/m<sup>2</sup>. No desempenho muscular, a VVM (ventilação voluntária máxima) apresentou diminuição em dois estudos e correlação negativa com o IMC. As medidas de Pimax (pressão inspiratória máxima) apresentaram resultados contraditórios nos estudos e, apenas um encontrou relação negativa e significativa entre Pimax e IMC. O padrão ventilatório apresentou frequência respiratória elevada e superficial e aumento do drive respiratório central.

**Conclusão:** A obesidade apresentou diminuição no VRE, CVF, VEF<sub>1</sub> e VVM e, aumento do padrão ventilatório e do drive respiratório central, nos indivíduos com maior grau de obesidade ou com distribuição da gordura do tipo central.

**Palavras-chave:** Obesidade, Teste de função pulmonar, músculo respiratório.

## Abstract

**Introduction:** The changes in pulmonary function in obesity are conflicting as to the affected parameters and their correlations. **Objective:** To assess pulmonary function in obese and their correlation with the types of classification of obesity. **Methods:** Searched the databases PUBMED, BIREME, SCOPUS and ISI WEB OF KNOWLEDGE of cross-sectional studies, using the terms "obesity", "respiratory muscles" and "pulmonary function test." Included studies with obese between 19 to 65 years, healthy, of both genders and sedentary. **Results:** Of 856 articles, 10 met the inclusion criteria. Obese patients showed a reduction in ERV (expiratory reserve volume), FVC (forced vital capacity), FEV1 (forced expiratory volume in 1st second) and VPEF (end-expiratory lung volume). VRE was negatively correlated with body mass index (BMI). Linear regression of FEV1 or FVC, only difference was when the Waist / hip ratio (WHR) > 1 and BMI > 30 kg/m<sup>2</sup>. Muscle performance, MVV (maximum voluntary ventilation) had a decrease in two studies and negative correlation with BMI. Measures of MIP (maximal inspiratory pressure) had mixed results in studies, and only found a significant and negative relation between MIP and BMI. The ventilatory pattern showed respiratory rate and shallow and increased central respiratory drive. Conclusion: Obesity had a decrease in ERV, FVC, FEV1 and MVV, and raising the standard ventilatory and central respiratory drive in individuals with higher levels of obesity or fat distribution with central type. **Keywords:** Obesity, Pulmonary function testing, respiratory muscle.

## INTRODUÇÃO

A obesidade é definida como um excessivo e anormal acúmulo de gordura que pode acarretar prejuízo à saúde. Atualmente, é considerada como um dos mais graves problemas de saúde pública, tanto em países desenvolvidos quanto em desenvolvimento <sup>(1)</sup>. De acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS), existem mais de 1.6 bilhões de adultos com sobrepeso no mundo e desses, 400 milhões são obesos. Estima-se que, em 2015, o número de obesos exceda a 700 milhões <sup>(1,2)</sup>.

Está associada à elevada incidência de múltiplas doenças, tais como diabetes mellitus, dislipidemia, distúrbios cardiovasculares, doenças degenerativas articulares, distúrbios pulmonares, algumas formas de neoplasia <sup>(2,3,4)</sup>.

Apesar do elevado número de pesquisas a respeito das repercussões da obesidade na função pulmonar não existe consenso sobre quais parâmetros são afetados pela obesidade e as suas possíveis associações com os diferentes tipos de avaliações utilizadas para categorizar o obeso <sup>(4,5,6,7)</sup>. Nas variáveis alteradas, parece haver relação com o gênero pesquisado, com o tipo de distribuição da gordura e a forma de avaliar a obesidade <sup>(2,5)</sup>.

A distribuição anatômica do tecido adiposo, sobretudo nas regiões do tórax e do abdômen, provoca aumento no recolhimento elástico pulmonar e deslocamento do diafragma para uma posição superior. Essa desvantagem mecânica irá influenciar na expansibilidade torácica, causando mecanismos restritivos responsáveis pela redução da complacência torácica e pulmonar com comprometimento do volume pulmonar e da função da musculatura respiratória <sup>(6,7,8)</sup>. Esta carga extra no sistema respiratório resultará na necessidade de maior demanda de energia para respirar <sup>(2,9)</sup>, podendo também, ocasionar alteração na troca gasosa, no controle respiratório e na tolerância ao exercício<sup>(4)</sup>.

Conhecer o comportamento do sistema respiratório frente à obesidade é importante à medida que fornecerá subsídios para uma avaliação específica, evitando subestimar ou

superestimar o impacto da alteração do peso no sistema respiratório. Portanto, o objetivo desse estudo foi avaliar quais variáveis da função pulmonar no obeso estão alteradas e suas correlações com os diferentes tipos de classificação da obesidade.

## **MÉTODO**

As buscas ocorreram no período de maio a agosto de 2009, de artigos indexados em periódicos nas bases de dados *PUBMED*, *BIREME*, *SCOPUS* e *ISI WEB OF KNOWLEDGE* referente ao período de 1999 a 2009, nos idiomas: português, inglês, espanhol e francês. Foram selecionados estudos do tipo transversal com os seguintes descritores via Pubmed/Mesch: obesidade, músculos respiratórios e teste de função pulmonar e seus correspondentes em inglês: *Obesity*, *Respiratory Muscles*, *Respiratory Function Tests*.

Como estratégia de busca, foi realizada cruzamentos entre os descritores da seguinte forma: obesidade x músculos respiratórios e obesidade x teste de função pulmonar em cada base de dados. Foram negados os seguintes descritores via Pubmed/Mesch: Asma, Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica, Síndrome da Hipventilação da Obesidade e Síndrome da Apnéia do Sono.

As listas de referências dos artigos selecionados também foram consultadas. Os títulos e os resumos identificados através da pesquisa foram examinados por dois pesquisadores independentes a fim de, não deixar ausente nenhum estudo potencialmente relevante.

Foram incluídos estudos que avaliassem a função pulmonar de indivíduos adultos obesos, entre 19 a 65 anos de idade, saudáveis, de ambos os sexos e sedentários. E excluídos, estudos com indivíduos que apresentassem doença pulmonar, cardíaca ou neuromuscular e tabagista; como também, os estudos com avaliação pós-intervenção.

## **RESULTADOS**

Dos 856 artigos que atenderam aos critérios de inclusão, 18 foram selecionados para avaliação detalhada (figura 1). Desses, dez foram incluídos no estudo e oito foram

excluídos. Babb et al. <sup>(20)</sup>, foi excluído pois realizava intervenção física antes da avaliação pulmonar, Chen et al. <sup>(21)</sup>, Lotti et al. <sup>(22)</sup> e Sarikaya et al. <sup>(23)</sup> devido à faixa etária, Koziel et al. <sup>(24)</sup> por ter tabagistas no estudo, Jones et al. <sup>(5)</sup> asmáticos e Kress et al. <sup>(25)</sup> e Collet et al. <sup>(26)</sup> incluíram além de tabagistas doenças respiratórias.

A relação dos artigos selecionados para a revisão sistemática, com os detalhes das características de cada estudo, encontra-se no tabela 1. Na tabela 2 são apresentados os estudos que abordam os resultados dos volumes e fluxos avaliados e, a tabela 3 reúne os estudos que abordam as variáveis referentes ao padrão ventilatório e desempenho muscular.

## **DISCUSSÃO**

Nesta revisão sistemática foi observado tendência a padrão restritivo do sistema respiratório em indivíduos obesos, principalmente nos que apresentavam maior grau de obesidade e adiposidade do tipo central. Foram encontradas alterações nos volumes e fluxos pulmonares, na mecânica respiratória, no padrão ventilatório, no desempenho muscular e na troca gasosa. A divergência dos resultados encontrados nos estudos selecionados, mesmo utilizando métodos de avaliação semelhantes, refletiu o encontrado na literatura.

A obesidade é freqüentemente associada à redução do volume de reserva expiratório (VRE), da capacidade vital forçada (CVF) e do volume expiratório forçado no primeiro segundo ( $VEF_1$ ), decorrentes do processo restritivo causado pelo aumento da adiposidade abdominal, que dificulta a descida do diafragma e aumenta a pressão torácica <sup>(6,27)</sup>.

A diminuição do VRE é considerada na literatura como o primeiro parâmetro da função pulmonar a ser alterado e essa redução é maior com o aumento da obesidade <sup>(28)</sup>. Apenas dois estudos da revisão <sup>(13,18)</sup> avaliaram essa variável, encontrando diminuição do VRE no grupo de obesos e correlação negativa entre IMC e o VRE. Rasslan et al. <sup>(18)</sup>

verificaram também correlação negativa entre a circunferência abdominal (CA) e o VRE, corroborando com os achados de estudos semelhantes <sup>(6,16,28)</sup>.

Os parâmetros VEF<sub>1</sub> e CVF foram avaliados em nove estudos; em quatro desses <sup>(10,11,16,19)</sup>, houve diminuição dessas variáveis quando comparados aos valores preditos ou entre os grupos estudados. Um quinto estudo <sup>(18)</sup> apresentou diminuição, apenas nas mulheres em relação ao grupo controle. Nos estudos em que houve diminuição <sup>(10,11,16,19)</sup>, a soma total do número de sujeitos (n=434) foi quatro vezes maior que a soma dos outros estudos (n=103). Provavelmente, esta seja a razão dos resultados obtidos, visto que, a variação do IMC entre os estudos não foi muito diferente e, a distribuição do tipo de gênero foi homogênea.

Em outros estudos <sup>(7,20,23,26)</sup> que avaliam a função pulmonar em obesos os resultados também são contraditórios, em relação à diminuição do VEF<sub>1</sub> e CVF, não encontrando diferença entre os grupos estudados ou entre os valores preditos. Porém, a população que compunha esses estudos era formada basicamente por mulheres obesas, que normalmente apresentam padrão de distribuição da gordura diferente do homem. Apenas Collins et al.<sup>(7)</sup> avaliaram homens, mas sua população era de obesos moderados (IMC=33.3±0.9 kg/m<sup>2</sup>).

A variação de resultados dos valores espirométricos que tem correlação com a obesidade, encontrada na literatura é grande<sup>(7,10,11,16,20,23,26)</sup> e dependente do gênero e da avaliação utilizada para caracterizar o obeso. Al-Bader et al.<sup>(11)</sup>, Domingos et al.<sup>(17)</sup> e Rasslan et al.<sup>(18)</sup> avaliaram a correlação ou a regressão linear do VEF<sub>1</sub> e da CVF e obtiveram resultados semelhantes.

Al-Bader et al.<sup>(11)</sup>, na análise da regressão linear encontraram que o VEF<sub>1</sub> e a CVF apresentam baixa correlação negativa e não significativa com o IMC ou com relação cintura/quadril (RCQ). Na análise da correlação, Domingos et al.<sup>(17)</sup> e Rasslan et al.<sup>(18)</sup> não encontraram relação entre o IMC e as variáveis VEF<sub>1</sub> e CVF. As diferentes correlações entre essas variáveis com outras medidas de obesidade foram realizadas por Domingos



et al.<sup>(17)</sup> que estudaram com a RCQ e Rasslan et al.<sup>(18)</sup> com a medida da circunferência abdominal (CA), encontrando os mesmos resultados da correlação com o IMC, ou seja relação não significativa.

Apesar da homogeneidade dos resultados encontrados na revisão, várias pesquisas apresentam valores de correlações diferentes <sup>(5,21,29)</sup>, porém alguns desses estudos têm características heterogêneas quanto à população estudada. Santana et al.<sup>(29)</sup>, encontraram correlação negativa entre VFE<sub>1</sub> ou CVF com o IMC e com RCQ, porém avaliaram sujeitos com faixa etária mais elevada, 67-78 anos e somente do sexo masculino. Resultado semelhante foi relatado por Harik-Khan et al.<sup>(5)</sup>, que estudaram 1094 homens e 540 mulheres com faixa etária de 18 a 102 anos e observaram correlação negativa entre FEV<sub>1</sub> ou CVF com a RCQ e entre CVF e IMC, nos homens. Nas mulheres, só houve correlação entre RCQ e a CVF.

Provavelmente, esses resultados estão relacionados com o tipo de distribuição da gordura que difere entre os gêneros e, o diferencial entre o percentual de gordura. Este resultado confirmado por Al-Bader et al.<sup>(11)</sup> na análise da regressão linear de VEF<sub>1</sub> ou CVF que foi negativa nos obesos com RCQ>1 e IMC>30 kg/m<sup>2</sup>.

Nos estudos que observaram diminuição dos valores de CVF e do VEF<sub>1</sub> <sup>(10,11,16,18,19)</sup> para avaliar a obesidade foi utilizado o IMC e a RCQ. Em outros estudos, além dessas formas de avaliação, também foi utilizado, o peso hidrostático e a ressonância magnética <sup>(12)</sup>, a bioimpedância <sup>(15)</sup> e as medidas de pregas cutâneas<sup>(17)</sup>.

Em relação ao Índice de *Tiffeneau* (VEF<sub>1</sub>/CVF), seis estudos <sup>(10,11,13,16,17,18)</sup> avaliaram esse parâmetro e apenas um<sup>(13)</sup> revelou diferença entre os grupos, porém, os valores eram normais em relação ao previsto. O fluxo expiratório máximo foi avaliado em três artigos <sup>(10,12,19)</sup>, onde em apenas um<sup>(19)</sup>, apresentou diminuição, provavelmente decorrente do elevado índice de massa corpórea.

O volume pulmonar expiratório final (VPEF) é estimado a partir do valor resultante da diminuição da capacidade pulmonar total (CPT) pela capacidade inspiratória (CI), que

depende das forças de recolhimento elástico do pulmão e da caixa torácica <sup>(10)</sup>. No estudo de Babb et al. <sup>(12)</sup>, foram encontrados valores menores do VPEF no grupo de obesos em reação ao grupo controle e correlação entre VPEF e as medidas de composição corporal e da distribuição da gordura. Neste mesmo ano, Babb et al. <sup>(20)</sup> em outro estudo, não encontrou diminuição do VPEF entre obesas com e sem dispnéia.

Estudos que abordem o efeito da excessiva carga mecânica causada pelo tecido adiposo na musculatura respiratória são mais escassos. Na avaliação da resistência da musculatura respiratória, Costa et al. <sup>(13)</sup>, Ladosky et al. <sup>(19)</sup> e Babb et al. <sup>(12)</sup> utilizaram o teste da Ventilação Voluntária Máxima (VVM), onde os resultados apenas divergiram com estudo de Babb et al. <sup>(12)</sup>, que não encontrou diferença em relação à VVM (%predita).

Costa et al. <sup>(13)</sup> e Ladosky et al. <sup>(19)</sup> observaram diminuição da VVM com o aumento do IMC entre os grupos, apresentando correlação negativa do IMC e da VVM porém, correlação moderada no estudo de Costa et al. <sup>(13)</sup> ( $r=-0.38$ ) e não linear ( $r=-0.12$ ) no estudo de Ladosky et al. <sup>(19)</sup>. Esses resultados estão de acordo com os estudos de Sarikaya et al. <sup>(23)</sup> que encontrou diferença da VVM entre os grupos estudados e com o de Sahebji <sup>(30)</sup>, no estudo de obesos com e sem dispnéia. Segundo Koenig <sup>(31)</sup>, a VVM diminuiu em 20% no indivíduo obeso.

Na avaliação da força da musculatura respiratória, através das medidas de  $P_{i\max}$  e  $P_{e\max}$ , Magnani et al. <sup>(14)</sup>, mesmo avaliando indivíduos com IMC elevado ( $35-66.28\text{kg/m}^2$ ), não encontraram alteração nessas variáveis, nem correlação linear entre a RCQ e  $P_{i\max}$  ou  $P_{e\max}$ . Resultados também, encontrados por Kelly et al. <sup>(32)</sup> e Collet et al. <sup>(26)</sup>.

A magnitude do balanço entre a carga respiratória imposta e a força muscular pode ser avaliada pelas medidas da relação  $P_i / P_{i\max}$ , Chlif et al. <sup>(10,16)</sup> avaliaram o desempenho da musculatura inspiratória e encontraram que a  $P_{i\max}$  foi menor no grupo de obesos em relação à % prevista e que, a relação  $P_i / P_{i\max}$  foi maior no grupo de obeso. Em estudo realizado pelo mesmo autor em 2005, foi encontrada correlação negativa entre  $P_{i\max}$  e IMC ( $r=-0.74$ ,  $p<0.001$ ).

Os resultados conflitantes podem ter acontecido pela diferença em relação ao gênero que compunha os estudos, visto que, Magnani et al. <sup>(14)</sup> teve sua população, em sua maioria, constituída por mulheres (76 mulheres e 23 homens), enquanto que, Chlif et al. <sup>(10,16)</sup> nas duas pesquisas, estudaram apenas homens.

Indivíduos obesos apresentam habitualmente padrão respiratório com frequência respiratória elevada e superficial, esse tipo de respiração seria uma adaptação à carga imposta pelo excessivo tecido adiposo ao sistema respiratório. Como tentativa, até certo limite, de diminuir o consumo de oxigênio para ventilação, desenvolvendo aumento da frequência respiratória e diminuição do volume corrente <sup>(33,34)</sup>.

Os estudos de Chlif et al. <sup>(10,16)</sup> ao avaliarem o padrão ventilatório de grupos de obesos, encontraram que o VC, VE, VT, FR, FR/VT e  $T_i/T_{tot}$  apresentaram aumento quando comparado ao grupo controle. Observaram que, os obesos estudados adotaram respiração rápida e superficial, comportamento responsável por minimizar a sensação de dispnéia comum aos obesos <sup>(30)</sup>.

Chlif et al. <sup>(16)</sup> encontraram que o  $T_{Tmus}$ , que é um índice não invasivo para medir a fadiga do músculo inspiratório, apresentou maior valor no grupo de obesos, em relação ao controle ( $0.136 \pm 0.003$  GO e  $0.045 \pm 0.01$  GC). Porém, esses valores não indicaram fadiga respiratória ( $T_{Tmus} = 0.33$ ). Chlif et al. <sup>(10)</sup>, também avaliaram o trabalho respiratório em repouso ( $W_{rest}$ ) e o trabalho crítico ( $W_{crit}$ ), variáveis relatadas por Tobin <sup>(35)</sup> que correspondem à 55% da capacidade respiratória máxima. A relação  $W_{rest}/W_{crit}$  encontrada, foi maior nos obesos quando comparado ao grupo controle ( $44.84 \pm 11.38\%$  e  $19.09 \pm 3.87\%$ , respectivamente), mostrando diminuição da eficiência na mecânica da respiração.

Quando a fraqueza muscular interfere em gerar tensão suficiente, o sistema respiratório aumenta o drive respiratório central, em particular, a pressão de oclusão  $P_{0.1}$ , que é a pressão gerada na via aérea pela contração da musculatura inspiratória, quando da oclusão da via, no final da expiração <sup>(36)</sup>. Chlif et al. <sup>(10,16)</sup> também encontraram valores

de  $P_{0.1}$  maiores no grupo de obesos. Como a obesidade aumenta o trabalho respiratório provocando um desequilíbrio entre a demanda dos músculos respiratórios e sua capacidade de gerar tensão é desencadeada um aumento na percepção do esforço respiratório<sup>(16,28)</sup>.

Os gases arteriais são freqüentemente alterados na Síndrome da Hipoventilação da Obesidade <sup>(4,37,38)</sup>. A hipoxemia isolada pode ocorrer na obesidade severa, onde as anormalidades são diretamente proporcionais ao IMC. O mecanismos básicos dessa alteração é o distúrbio da relação ventilação e perfusão na base pulmonar, ocasionando diminuição da  $PaO_2$  e aumento da  $PaCO_2$ <sup>(4,37,38)</sup>.

Zavorsky et al. <sup>(15)</sup> encontraram em seu estudo, que os homens apresentaram apenas tendência ( $p=0,06$ ) à diminuição dos valores de  $PaO_2$  ,  $P(A-a)O_2$ , quando comparados às mulheres, por possuírem maiores medidas da RCQ. Provavelmente, este resultado deve-se ao número pequeno de homens na amostra. Entretanto, na análise de regressão linear, houve relação entre a RCQ e circunferência da Cintura (CC) e, as variáveis gasométricas em ambos os gêneros.

## CONCLUSÃO

A obesidade altera alguns parâmetros da função pulmonar como, VRE, CVF,  $VEF_1$ , VVM, padrão ventilatório e drive respiratório central, principalmente nos indivíduos com maior grau de obesidade ou com a distribuição da gordura do tipo central. As correlações dessas variáveis são mais fortes com avaliações que envolvam a medida da adiposidade central. Os resultados conflitantes encontrados na revisão, quanto a algumas variáveis são também relatados na literatura, provavelmente decorrente da heterogeneidade dos grupos quanto à idade, gênero, índice de gordura e tipo de avaliação.

## REFERÊNCIAS

1. World Health Organization. Obesity and Overweight.  
<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/index.html>.

2. McClean KM, Kee F, Young IS, Elborn JS. Obesity and the lung: 1 . Epidemiology. Thorax 2008;63:649-654.
3. IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – Pesquisa de orçamentos familiares: 2002/2003. [WWW.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/concicaodevida](http://WWW.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/concicaodevida).
4. Veale D, Rabec C, Labaan JP. Respiratory complications of obesity. Breath 2008;4-3.
5. Harik-Khan RI, Wise RA, Fleg JL. The effect of gender on the relationship between body fat distribution and lung function. J Clin Epidemiol 2001; 54: 399–406.
6. Jones RL, Nzekwu MMU. The effects of body mass index on lung volumes. Chest 2006; 130:827-33.
7. Collins LC, Hoberty PD, Walker JF, Fletcher EC, Peiris AN. The effects of body fat distribution on pulmonary function tests. Chest 1995;107:1298-302.
8. Franssen FME, O'Donnell DE, Goossens GH, Blaak EE, Schols AMWJ. Obesity and the lung: 5 . Obesity and COPD. Thorax 2008; 63:1110-1117.
9. Gibson GJ. Obesity, respiratory function and breathlessness. Thorax 2000; 55(suppl 1):541-544.
10. Chlif M, Keochkerian D, Choquet D, Vaidie A, Ahmaidi S. Effects of obesity on breathing pattern, ventilatory neural drive and mechanics. Respir. Physiol. Neurobiol 2009;1-5.
11. Al-Bader WR, Ramadan J, Nars-Eldin A, Barac-Nieto M. Pulmonary ventilatory functions and obesity in Kuwait. Med Princ Pract 2008;17:20-26.
12. Babb TG, Wyrick BL, Delorey DS, Chase PJ, Feng MY. Fat distribution and end-expiratory lung volume in lean and obese men and women. Chest 2008; 134:704-711.
13. Costa D, Barbalho MC, Miguel GPS, Forti EMP, Azevedo JLMC. The impact of obesity on pulmonary function in adult women. Clinics. 2008;63:719-24.
14. Magnani KL, Cataneo AJM. Respiratory muscle strength in obese individuals and influence of upper-body fat distribution. Sao Paulo Med J. 2007;125(4):215-9.

15. Zavorsky GS, Murias JM, Kim DJ, Gow J, Sylvestre JL, Christou NV. Waist-to-Hip ratio is associated with pulmonary gas exchange in the morbidly obese. *Chest* 2007;131:362-367.
16. Chlif M, Keochkerian D, Mourlhon C, Coquet D, Ahmaidi S. Noninvasive assessment of the tension-time index of inspiratory muscles at rest in obese male subjects. *Int J Obes* 2005; 29:1478-83.
17. Domingos-Benício NC, Gastaldi AC, Perecin JC, Avena KM, Guimarães RC, Sologuren MJJ, et al. Medidas espirométricas em pessoas eutróficas e obesas nas posições ortostática, sentada e deitada. *Rer Assoc Med Bras* 2004;50(2):142-7.
18. Rasslan Z, SAAD R J , STIRBULOV R , Fabbri RMA, Lima CAC. Avaliação da função pulmonar na obesidade graus I e II. *J Bras Pneumol* 2004; 30(6): 508-14.
19. Ladosky W, Botelho MAM , Albuquerque JR JP. Chest mechanics in morbidly obese non-hypoventilated patients. *Respir Med* 2001; 95: 281–286.
20. Babb TG, Ranasinghe KG, Comeau LA, Sermon TL, Schwartz B. Dyspnea on exertion in obese women. *Am J respire Crit Care Med* 2008;178:116-123.
21. Chen Y, Rennie D, Cormier YF, Dosman J. Waist circumference is associated with pulmonary function in normal-weight, overweight, and obese subjects. *Am J Clin Nutr* 2007;85:35-9.
22. Lotti P, Gigliotti F, Tesi F, Stendardi L, Grazzini M, Duranti R, et al. Respiratory muscle and dyspnea in obese nonsmoking subjects. *Lung* 2005; 183:311-323.
23. Sarikaya S, Cimen OB, Gokcay Y, Erdem R. Pulmonary function tests, respiratory muscle strength, and endurance of persons with obesity. *The Endocrinologist* 2003;13: 136–141.
24. Koziel S, Ulijaszek SJ, Szklarska A, Bielicki T. The effect of fatness and distribution on respiratory functions. *Annals of Human Biology* 2007;34(1):123-131.
25. Kress JP, Pohlman AS, Alverdy J, Hall JB. The impact of morbid obesity on oxygen cost of breathing ( $V_{O_{2resp}}$ ) at rest. *Am J respire Crit Care Med* 1999;160:883-886.

26. Collet F, Mallart A, Bervar JF, Bautin N, Matran R, Pattou F, et al. Physiologic correlates of dyspnea in patients with morbid obesity. *International Journal of Obesity* 2007; 31: 700–706.
27. Zerah F, Harf A, Perlemuter L, Lorino H, Atlan G. Effects of obesity on respiratory resistance. *Chest* 1993;103:1470-1476.
28. Weiner P, Waizman J, Weiner M, Rabner M, Magadle R, Zamir D. Influence of excessive weight loss after gastroplasty for morbid obesity on respiratory muscle performance. *Thorax* 1998; 53:39-42.
29. Santana H, Zoico E, Turcato E, Tosoni P, Bissoli L, Oliveira M, et al. Relation between body composition, fat distribution, and lung function in elderly men. *Am J Clin Nutr* 2001; 73:827–31.
30. Sahebji H. Dyspnea in obese healthy men. *Chest* 1998; 114:1373–7.
31. Koenig SM. Pulmonary complications of obesity. *Am J Med Sci* 2001;321(4):249-279.
32. Kelly TM, Jensen RL, Elliott G, Crapo RO. Maximum respiratory pressures in morbidly Obese Subjects. *Respiration* 1988; 54(2):73-7.
33. Parameswaran K, Todd DC, Soth M. Altered respiratory physiology in obesity. *Can Respir J* 2006;13(4):203-210.
34. Luce JM. Respiratory complications of obesity. *Chest* 1980;78:626-631.
35. Tobin JM. Respiratory muscle in disease. *Clin Chest Med* 1988;2:263-286.
36. ATS/ERS. Statement on respiratory muscle testing. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002;152:1107-1136.
37. Kessler R, Chaouat A, Schinkewitch P. The obesity hypoventilation syndrome revisited. *Chest* 2001; 120: 369-76.
38. Banerjee D, Yee BJ, Piper AJ, Zwillich CW, Grunstein RR. Obesity hypoventilation syndrome\* hypoxemia during continuous positive airway pressure. *CHEST* 2007; 131:1678–1684.

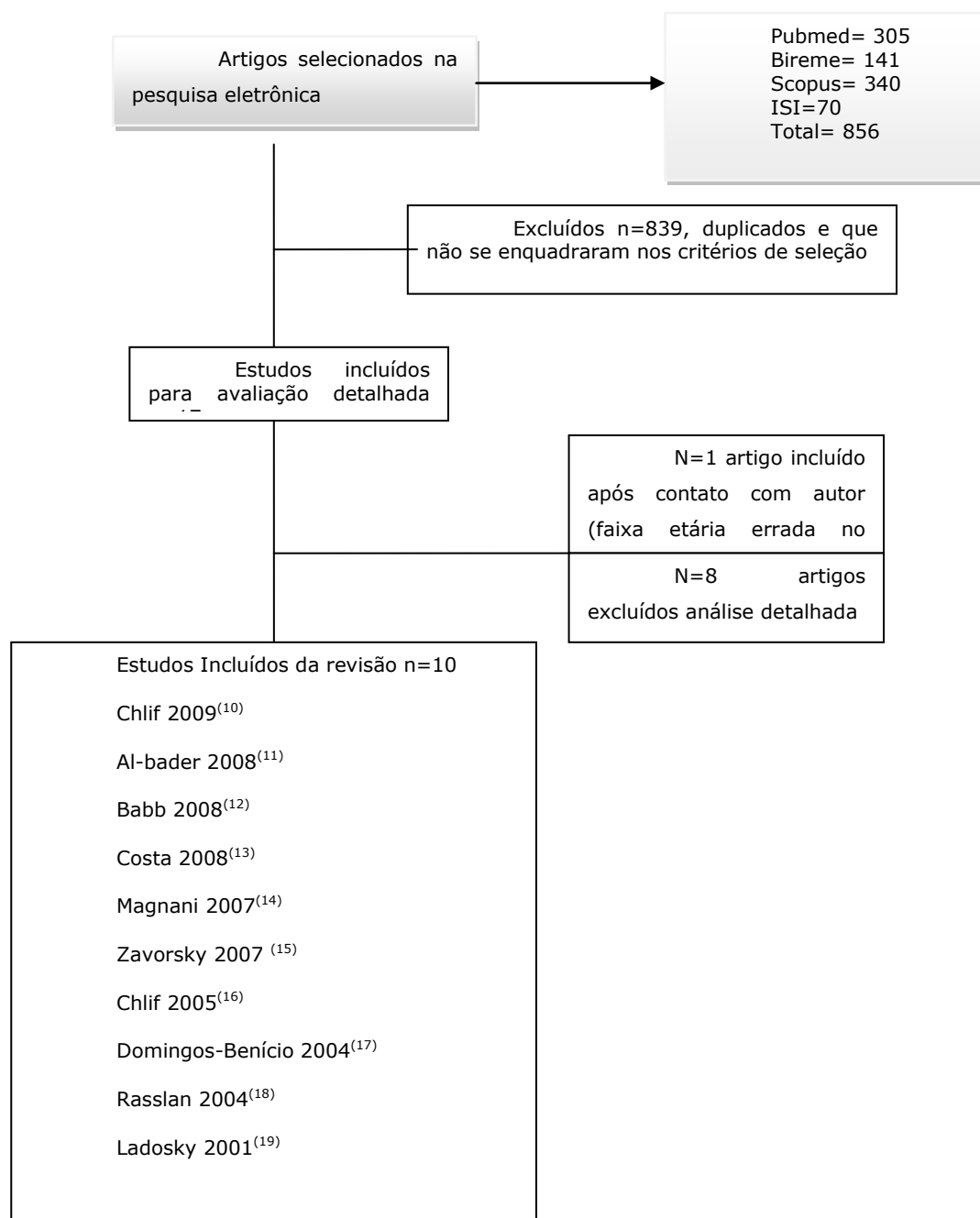


Fig. 1 Pesquisa e seleção dos artigos para revisão sistemática.



Tabela1. Estudos selecionados e suas características quanto ao local do estudo, amostra, idade dos sujeitos e instrumentos utilizados para avaliação.

AUTOR/ANO	LOCAL	AMOSTRA	IDADE AMOSTRA	INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO
Chlif et al. 2009 <sup>(10)</sup>	França	GC=18H(IMC=23±3 kg/m <sup>2</sup> ) GO=34H(IMC=39±6 kg/m <sup>2</sup> )	GC=48±12anos GO=51±7anos	Espirômetro; Pneumotacógrafo; Transdutor de Pressão; Sistema de Exercício Metabólico; Analisador de gás; IMC; RCQ
Al-Bader et al. 2008 <sup>(11)</sup>	Kuwait	G1= 60H (IMC=23.25±0.24kg/m <sup>2</sup> ) 53M (IMC=23.01±0.28kg/m <sup>2</sup> ); G2= 65H (IMC=27.26±0.21kg/m <sup>2</sup> ) 62M (IMC=28.01±0.26kg/m <sup>2</sup> ); GO=75H (IMC=34.30±0.47kg/m <sup>2</sup> ) 65M (IMC=35.63±0.49kg/m <sup>2</sup> )	20-65 anos	Espirômetro; IMC; RCQ
Babb et al. 2008 <sup>(12)</sup>	EUA	GC=9H(IMC=23±3kg/m <sup>2</sup> ); 11M(IMC=21±1 kg/m <sup>2</sup> ) GO=10H(IMC=35±4 kg/m <sup>2</sup> );10M(IMC=37±2kg/m <sup>2</sup> )	GC (H=30 ±7, M=30 ±6) GO (H=37 ±6, M=33 ±5)	Espirômetro; Pneumotacógrafo; Pletismógrafo de corpo inteiro; IMC; RCQ; Peso Hidrostático; Ressonância Magnética
Costa et al.2008 <sup>(13)</sup>	Brasil	GC=20M(IMC =18.50-24.99kg/m <sup>2</sup> ) GO=20M(IMC =35-49.99kg/m <sup>2</sup> )	GC e GO=20-35 anos	Espirômetro; Sensação de dispnéia ( <i>Medical Research Council Scale</i> );IMC
Magnani et al. 2007 <sup>(14)</sup>	Brasil	GO=76M e 23H (IMC=35-66.28kg/m <sup>2</sup> ) NGC	20-64 40.17±10.07anos	Manômetro; IMC; RCQ
Zavorsky et al. 2007 <sup>(15)</sup>	Canadá	GO=17M e 8H (IMC=49.0±7.1kg/m <sup>2</sup> ) NGC	GO=39±10anos	Espirômetro; IMC; RCQ; Impedância Bioelétrica; Analisador Sanguíneo de Gás; Oxímetro; Cartão Metabólico; ECG
Chlif et al. 2005 <sup>(16)</sup>	França	GC=10H (IMC=20-24 kg/m <sup>2</sup> ) GO=8H(IMC=≥30 kg/m <sup>2</sup> )	GC=44 ±12anos GO=48 ±6anos	Espirômetro; Pneumotacógrafo; IMC; Transdutor de Pressão; Sistema de Exercício Metabólico; Analisador de gás
Domingos-Benício et al. 2004 <sup>(17)</sup>	Brasil	G1=6H e 7M(IMC=20-24,9 kg/m <sup>2</sup> ) G2=7H e 7M(IMC=25-29,9 kg/m <sup>2</sup> ) G3=4H e 5M(IMC=30-34,9 kg/m <sup>2</sup> ) G4 =2H(IMC=35-39,9 kg/m <sup>2</sup> ) G5=4H e 4M (IMC>40 kg/m <sup>2</sup> )	20 – 40 anos	Espirômetro; Pregas Cutâneas; RCQ; IMC

---

Rasslan et al. 2004 <sup>(18)</sup>	Brasil	GC=24H e 24M(IMC=18.5 - 24.9 Kg/m <sup>2</sup> ) GO=24H e 24M(IMC=30-40 kg/m <sup>2</sup> )	GC=20 - 54 anos GO=18-57 anos	Espirômetro; IMC; Circunferência Abdominal
Ladosky et al. 2001 <sup>(19)</sup>	Brasil	GC =10H e 18M (IMC=20-29 kg/m <sup>2</sup> ) GA=6H e 30M (IMC=40-49.99 kg/m <sup>2</sup> ) GB=9H e 23M (IMC=50-59.99 kg/m <sup>2</sup> ) GC=4H e 5M (IMC=60-69.99 kg/m <sup>2</sup> )	GC=21-56 anos GO=21-59 anos	Espirômetro; Pneumotacógrafo; IMC

---

Valor da média  $\pm$  desvio padrão; GC=Grupo Controle; GO=Grupo Obeso; NGC=Sem Grupo Controle; IMC=Índice de Massa Corpórea; RCQ=Relação Cintura Quadril; H=Homem; M=Mulher; G1=Peso Normal; G2=Sobrepeso; G3=Obeso Grau I; G4=Obeso Grau II; G5=Obeso Grau III; Grupo A= IMC=40-49.99kg/m<sup>2</sup>; Grupo B= IMC=50-59.99kg/m<sup>2</sup>; Grupo C= IMC=60-69.99kg/m<sup>2</sup>; ECG= Eletrocardiograma.

Tabela 2. Função pulmonar encontrada nos estudos selecionados (nível de significância  $p < 0,05$ ).

AUTOR/ANO	RESULTADOS VOLUMES E FLUXOS
Chlif et al. 2009 <sup>(10)</sup>	- Redução no GO do FEV <sub>1</sub> e CVF em relação ao % predito - Sem diferença no GO do FEV <sub>1</sub> /CFV e do PFE em relação ao % predito
Al-Bader et al. 2008 <sup>(11)</sup>	- Maior CVF nos homens quando comparado as mulheres - Redução no GO do FEV <sub>1</sub> e CVF - Regressão linear do FEV <sub>1</sub> ou CVF com IMC ou com RCQ apresentou baixa correlação - Obesos com RCQ > 1 e IMC > 30 apresentaram regressão linear do FEV <sub>1</sub> ou CVF negativa
Babb et al. 2008 <sup>(12)</sup>	- Sem diferença no GO do FEV <sub>1</sub> , CVF, FEV <sub>1</sub> /CFV, PFE, VVM e CPT em relação % predito - Redução no GO do EELV% - Correlação negativa entre EELV e medidas de distribuição da gordura
Costa et al. 2008 <sup>(13)</sup>	- Sem diferença no GO do FEV <sub>1</sub> , CVF, VT e CV em relação ao grupo controle - Aumento do VRI e redução do VRE e do VVM no GO em relação ao grupo controle - Sem diferença no GO do FEV <sub>1</sub> /CVF em relação aos valores previstos - Correlações: positiva entre VRI x IMC; negativa entre VRE x IMC; positiva entre VVM x IMC; negativa entre VVM x VRE
Chlif et al. 2005 <sup>(16)</sup>	- Redução no GO do FEV <sub>1</sub> (% Pred) e da CVF (% Pred) em relação ao grupo controle - Sem diferença no GO do FEV <sub>1</sub> /CFV (%Pred) e do PFE em relação ao grupo controle
Domingos-Benício et al. 2004 <sup>(17)</sup>	- Sem diferença no GO do FEV <sub>1</sub> , CVF, FEV <sub>1</sub> /CFV entre os grupos e em relação ao %pred - Correlação negativa: FEV <sub>1</sub> /CFV com IMC e FEV <sub>1</sub> /CFV com RC/Q - Sem diferença na correlação entre os valores: FEV <sub>1</sub> , CVF e FEV <sub>1</sub> /CFV entre cada variável e o percentual de gordura e a RC/Q
Rasslan et al. 2004 <sup>(18)</sup>	- Sem diferença no GO de Homens do FEV <sub>1</sub> , CVF, FEV <sub>1</sub> /CFV em relação ao GC - Redução no GO de Mulheres do FEV <sub>1</sub> , CVF em relação ao grupo controle - Redução no GO do VRE em relação ao grupo controle - Correlação negativa entre IMC e VRE, entre CA e FEV <sub>1</sub> e entre CA e VRE nos Homens Obesos
Ladosky et al. 2001 <sup>(19)</sup>	- Redução no GO (GA, GB e GC) do FEV <sub>1</sub> %, CVF% e VRE em relação ao grupo controle - Redução no GO (GA, GB e GC) do VVM% e correlação negativa e não linear com IMC - Redução no GO (GA, GB e GC) do PFE% e PFI% em relação ao grupo controle

GO=Grupo Obeso; GC=Grupo Controle; IMC=Índice de Massa Corporal; FEV<sub>1</sub>=Volume expiratório forçado no primeiro segundo; CVF=Capacidade Vital Forçada; CT=Capacidade Vital; FEV<sub>1</sub>/CFV=Índice de *Tiffeneau*; PFE=Pico de Fluxo Expiratório; PFI=Pico de Fluxo Inspiratório; RC/Q=Relação Cintura Quadril; %Pred= Percentagem Predita; VVM=Ventilação Voluntária Máxima; CPT=Capacidade Pulmonar Total; EELV=Volume Pulmonar Expiratório Final; VRI=Volume de Reserva Inspiratória; VRE=Volume de Reserva Expiratória; CA= Circunferência Abdominal; GA=IMC=40-49.99 kg/m<sup>2</sup>; GB=IMC=50-59.99 kg/m<sup>2</sup> e GC= IMC=60-69.99 kg/m<sup>2</sup>.

Tabela 3. Padrão Ventilatório e Desempenho Muscular dos estudos selecionados (nível de significância  $p < 0,05$ ).

AUTOR/ANO	RESULTADOS PADRÃO VENTILATÓRIO E DESEMPENHO MUSCULAR
Chlif et al. 2009 <sup>(10)</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Aumento no GO do VT, FR, FR/VT, VE e <math>T_i/T_{tot}</math> em relação ao grupo controle</li> <li>- Aumento no GO do <math>P_{0.1}</math>, <math>P_i</math>, <math>P_i/P_{imax}</math> e redução significativa da <math>P_{imax}</math> em relação ao grupo controle</li> <li>- Aumento no GO do <math>P_{0.1}/P_{imax}</math> e <math>W_{rest}</math> em relação ao grupo controle</li> <li>-Aumento no GO do <math>W_{rest}/W_{crit}</math> e redução significativa do <math>W_{crit}</math> em relação ao grupo controle</li> </ul>
Magnani et al. 2007 <sup>(14)</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sem diferença no GO da <math>P_{imax}</math> e <math>P_{emax}</math> em relação ao grupo controle e aos valores previstos</li> <li>-Sem Correlação significativa e linear entre <math>RC/Q \times P_{imax}</math> e <math>RC/Q \times P_{emax}</math></li> </ul>
Zavorsky et al. 2007 <sup>(15)</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Valor médio no GO da <math>PaO_2 = 88 \pm 7 \text{ mmHg}</math>, <math>P[A-a]O_2 = 19 \pm 9 \text{ mmHg}</math>, <math>PaCO_2 = 38 \pm 3 \text{ mmHg}</math></li> <li>-Regressão linear mostrou-se negativa entre <math>RC/Q</math> e <math>P[A-a]O_2</math>; <math>PaO_2</math> e <math>PaCO_2</math> )</li> <li>-Regressão linear negativa entre <math>CC</math> e <math>P[A-a]O_2</math>, <math>PaO_2</math>, <math>PaCO_2</math></li> <li>- Sem diferença no GO da <math>PaO_2</math>, <math>P[A-a]O_2</math> e <math>PaCO_2</math> em relação aos gêneros</li> </ul>
Chlif et al. 2005 <sup>(16)</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aumento no GO do FR, VE e redução do VT em relação ao grupo controle</li> <li>- Aumento no GO do <math>T_i/T_{tot}</math>, <math>P_i</math>, <math>P_{0.1}</math>, <math>P_i/P_{imax}</math> (%), <math>TT_{mus}</math> em relação ao grupo controle</li> <li>- Redução no GO da <math>P_{imax}</math> em relação ao grupo controle</li> <li>-Correlações: negativa entre <math>P_{imax}</math> e IMC, positiva entre <math>TT_{mus}</math> e IMC e negativa entre <math>TT_{mus}</math> e <math>FEV_1(\% \text{ Pred})</math></li> </ul>

VT=Volume Corrente; VE=Volume Minuto; Fr=Frequência Respiratória;  $T_i/T_{tot}$  =Tempo Inspiratório/Tempo Total=Taxa do Ciclo;  $P_i$ = Pressão Inspiratória;  $P_{imax}$ =Pressão Inspiratória Máxima;  $P_i/P_{imax}$  (%)=Razão Pressão Inspiratória/Pressão Inspiratória Máxima(%);  $P_{0.1}$ =Pressão de Oclusão;  $P_{emax}$ =Pressão Expiratória Máxima;  $W_{rest}$ =Trabalho Inspiratório de Respirar em Repouso;  $W_{crit}$ = Trabalho Inspiratório Crítico;  $W_{rest}/W_{crit}$ =Relação Trabalho Inspiratório de Respirar/Trabalho Inspiratório Crítico;  $PaO_2$ =Pressão Arterial de Oxigênio;  $PaCO_2$ =Pressão Arterial de Dióxido de Carbono;  $P[A-a]O_2$  =Diferença da Pressão Arterial de Oxigênio;  $RC/Q$ =Relação Cintura/Quadril; IMC=Índice de Massa Corporal; CC=Circunferência Cintura;  $T_{tmus}$ =Índice Tensão Tempo;  $FEV_1$ =Volume expiratório forçado no primeiro segundo; %Pred= Percentagem Predita.

TUESDAY, SEPTEMBER 21ST 2010

**Conclusion:** The within-subject variation of repeated MIP testing was low and consisted of interactions between subjects and occasion; method; and session, and main effects of methods and occasion, and error variance. The validity of the RespiFit S<sup>9</sup> expressed in an ICC was high.

## P4900

**Effect of body fat distribution on compartmental analysis of breathing in obese females by optoelectronic plethysmography: A pilot study**  
 Jacqueline Barcelar<sup>1</sup>, Cyda Reinaux<sup>1</sup>, Talita Bartos<sup>1</sup>, Catarina Rattes<sup>1</sup>, Alana Da Gama<sup>1</sup>, Camila Dornelas<sup>1</sup>, Valdecir Galindo Filho<sup>1</sup>, Andrea Aliverti<sup>2</sup>, Arnelo Dornelas de Andrade<sup>1</sup>. <sup>1</sup>Physicaltherapy, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Pernambuco, Brazil; <sup>2</sup>Dipartimento di Bioingegneria, Politecnico di Milano, Milan, Italy

**Background:** The effects of obesity on pulmonary function depend on the mass and anatomical distributions of the excessive adipose tissue on the thorax and abdomen. Body fat excess deposition in obese subjects is described following two different patterns, central and peripheral.

**Objective:** To determine the effect of two different patterns of fat distribution on compartmental analysis of breathing in obese females.

**Design:** A cross-section study involving 16 females, mean age of 41.6±10.12 years, divided in two groups: central obesity (CO, n=11, BMI=49.1±9.67 kg/m<sup>2</sup> and WHR=0.93±0.05) and peripheral obesity (PO, n=5, BMI=47.5±4.42 kg/m<sup>2</sup> and WHR=0.80±0.01). Fat distribution pattern measurement was assessed using waist-to-hip ratio (WHR). Total and regional tidal volume (Vt) were measured using optoelectronic plethysmography in a sitting position, after placing 89 markers in the anterior and posterior thoraco-abdominal wall surface and recorded by six cameras. We used a three-compartmental chest wall model to compare (Vt) distribution on pulmonary rib cage (RCp), abdominal rib cage (RCa) and abdomen (AB).

**Results:** CO group reached a lower total Vt (0.43±0.11ml) when compared to PO (0.61±0.33ml), p=0.03. Related to the compartmental distribution, AB presented significant difference Vt when comparing PO group (0.41±0.28 ml) to CO group (0.29±0.08 ml), p=0.03.

**Conclusions:** The central obesity distribution in females should be associated with lower lung volumes. Probably, the fat accumulation may affect diaphragm displacement and induce a reduction in Vt during normal breathing.

**Supported by:** FACEPE (Grant APQ 0821-4.08/08) and CNPq (PQ 309067/2007-3).

## P4901

**Diaphragmatic breathing training in COPD patients: A randomized, controlled and blinded trial**  
 Wellington Yamaguti<sup>1</sup>, Renata Claudino<sup>1</sup>, Alberto Neto<sup>1</sup>, Henrique Moriya<sup>2</sup>, Andrea Gomes<sup>3</sup>, Maria Chammaz<sup>3</sup>, Alberto Cukier<sup>4</sup>, Juliano Wada<sup>1</sup>, Celso Carvalho<sup>1</sup>. <sup>1</sup>Physical Therapy, School of Medicine, University of São Paulo, São Paulo, SP, Brazil; <sup>2</sup>Biomedical Engineering Laboratory, University of São Paulo, São Paulo, SP, Brazil; <sup>3</sup>Radiology, School of Medicine, University of São Paulo, SP, Brazil; <sup>4</sup>Asthma and Airway Diseases Group, Pulmonary Division, Heart Institute (InCor), School of Medicine, University of São Paulo, SP, Brazil

The evidence for the use of diaphragmatic breathing (DB) in COPD patients remains controversial. The aim of this study was to investigate the effects of a DB training programme on the respiratory mechanics and functional capacity in COPD patients. Thirty subjects (FEV<sub>1</sub> 42±13% predicted) were randomly allocated to either intervention group (IG) or control group (CG). IG concluded a 4-weeks' DB supervised training programme (3 individualized weekly sessions). Effectiveness was measured by means of the ratio of the amplitudes of rib cage and abdomen (RC/ABD; primary outcome) and diaphragmatic mobility (secondary outcome) using ultrasonography. RC/ABD was measured by means of a respiratory inductance plethysmography during DB and natural breathing (NB). Exercise tolerance using 6-minute walking test (6MWT) and health-related quality of life (HRQoL) were also evaluated. Only COPD patients from the IG presented an improvement in diaphragmatic mobility (from 33±9 to 39±9 mm; p<0.001) and a reduction of the RC/ABD during NB (from 0.65±0.18 to 0.48±0.13; p=0.002) and DB (from 0.53±0.15 to 0.38±0.13; p=0.02). HRQoL was assessed using the St. George's Respiratory Questionnaire total score and an improvement was observed in the IG (from 54±20 to 44±19; p=0.001). Patients from the IG also showed an increase on 6MWT after DB training (from 371±95 to 397±87m; p=0.02). No significant differences were found in COPD patients from the CG in any outcome measured. We concluded that a DB training programme induced higher diaphragm participation during natural breathing and an improvement in functional capacity in COPD patients.

## P4902

**Breathing exercises change the compartmental chest wall volumes in young healthy males**

Luciana S. Takara, Ana Cristina Gimenes, Priscila B. Barbosa, Mayron F. Oliveira, Miguel K. Rodrigues, Rúbia B. Nascimento, Luis Eduardo Nery, José Alberto Neder. Medicine, Federal University of São Paulo, Brazil

Breathing exercises are widely used for the prevention of post-operative pulmonary in patients submitted to thoracic and abdominal surgeries. However, the

respiratory-mechanical effects of these maneuvers are still unclear. On a preliminary study involving 9 young (26.4±1.6 yrs) healthy males who were naive to the techniques, volume variations of the chest wall and its compartments (pulmonary rib cage (PRC), abdominal rib cage (ARC) and abdominal (ABD)) were monitored by optoelectronic plethysmography (BTS, Italy) during diaphragmatic (DB) and fractionated breathing (FB). As shown in the Table, the interventions were associated with similar increases in end inspiratory and decreases in end-expiratory lung volumes of the chest wall (EILV and EELV) compared to resting values (Δ), i.e., there were no between-treatment differences in tidal volume. These variations were particularly evident in the abdominal compartment in both techniques.

Table 1. Operational lung volumes during diaphragmatic (DB) and fractionated breathing (FB)

		DB	FB
Chest Wall	Δ EILV (ml)	1586±839*	1681±803*
	Δ EELV (ml)	-709±309*	-551±412*
Pulmonary Rib Cage	Δ EILV (ml)	482±506*	521±436*
	Δ EELV (ml)	-112±140	-20±162
Abdominal Rib Cage	Δ EILV (ml)	299±248*	345±253*
	Δ EELV (ml)	-164±134	-131±170
Abdominal	Δ EILV (ml)	805±252*	813±258*
	Δ EELV (ml)	-433±257*	-399±298*

\* p<0.05 (within-group analysis).

Our results, therefore, indicate that selected breathing exercises efficiently change the pattern of activation of the compartmental chest wall volumes in young healthy males, particularly through the recruitment of the abdominal component.

**Supported by:** FAPESP, Brazil.

## P4903

**Chest wall kinematics during inspiratory load exercise in subjects with COPD**  
 Mariana Coutinho<sup>1</sup>, Raquel Brito<sup>2</sup>, Susan Lage<sup>2</sup>, Karoline Moraes<sup>2</sup>, Verônica Parreira<sup>2</sup>. <sup>1</sup>Physiotherapy Department, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil; <sup>2</sup>Rehabilitation Science Graduation Program, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil

**Background:** Subjects with Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) show respiratory muscle weakness and the inspiratory muscle training with Threshold<sup>®</sup> have been used in their treatment. The comprehension of chest wall compartments contribution could improve the use of this kind of exercise.

**Aim:** to assess the chest wall kinematics during exercise with Threshold<sup>®</sup> in subjects with COPD.

**Method:** 13 male patients with COPD (FEV<sub>1</sub> 33.18±10.91% predicted; FEV<sub>1</sub>/CFV 0.46±0.07, age 65.15±7.09 years) were investigated at rest and during exercise with Threshold<sup>®</sup>. Inspiratory load was fixed in 30% of the maximal inspiratory pressure measured for each subject. The volumes (L) of chest wall (V<sub>cw</sub>) and its compartments: pulmonary rib cage (V<sub>rcp</sub>), abdominal rib cage (V<sub>rca</sub>) and the abdomen (V<sub>ab</sub>) as well as time variables (s) were evaluated by optoelectronic plethysmography. Three series of two minutes at rest were recorded and then subjects performed five minutes with Threshold<sup>®</sup>. The mean of the three series at rest and two minutes (90-210s) at exercise was compared by Student's t-test or Wilcoxon's test.

**Results:** From rest to exercise it was observed an increase (p<0.05) in V<sub>cw</sub>, V<sub>rcp</sub>, V<sub>ab</sub>, end-expiratory volume of rca (V<sub>ecrca</sub>), end-inspiratory volume of chest wall, pulmonary rib cage and abdominal rib cage, inspiratory time and minute ventilation. No significant changes were found in V<sub>rca</sub>.

**Conclusions:** The results suggest that subjects with COPD increase V<sub>rcp</sub> and V<sub>ab</sub> to support Threshold<sup>®</sup>'s load. The behavior on V<sub>rca</sub> and V<sub>ecrca</sub> may be related to pulmonary hyperinflation due to diaphragm's disadvantage.

## P4904

**Regional chest wall volumes during pursed-lips and diaphragmatic breathing in patients with COPD**

Karoline Moraes<sup>1</sup>, Susan Lage<sup>1</sup>, Mariana Coutinho<sup>2</sup>, Danielle Vieira<sup>1</sup>, Raquel Brito<sup>2</sup>, Verônica Parreira<sup>2</sup>. <sup>1</sup>Rehabilitation Science Graduation Program, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil; <sup>2</sup>Physiotherapy Department, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil

**Background:** Diaphragmatic breathing (DB) and DB associated with Pursed-lips (PL) are commonly used in patients with COPD. However, literature is controversy. **Objective:** To assess the chest wall volumes in patients with COPD during these respiratory exercises.

**Methods:** 17 patients (2F, age 64.82±6.58 years, FEV<sub>1</sub> 31±10% predicted) were investigated. The optoelectronic plethysmography (BTS, Italy) was used to evaluate the volumes of the chest wall (V<sub>cw</sub>) and its compartments: the pulmonary rib cage (V<sub>rcp</sub>), the abdomen rib cage (V<sub>rca</sub>) and the abdomen (V<sub>ab</sub>). Respiratory frequency (f) and transcutaneous oxygen saturation (SpO<sub>2</sub>) were also evaluated. Patients were assessed during 2 minutes of quiet breathing followed by 2 minutes of one of the exercises, in a random way. ANOVA for repeated measures was used for data analysis (p<0.01 after Bonferroni). This study was approved by Ethics Committee.

