

**UNIVERSIDADE SAGRADO CORAÇÃO**

**GIOVANA DAMASCENO E SOUZA  
MARIANA DELA COLETA RICCI**

**AVALIAÇÃO DO EFEITO DO INSPIRÔMETRO DE  
INCENTIVO A FLUXO NOS PARÂMETROS  
CARDIORESPIRATÓRIOS EM INDIVÍDUOS  
SAUDÁVEIS**

**BAURU  
2010**

**GIOVANA DAMASCENO E SOUZA  
MARIANA DELA COLETA RICCI**

**AVALIAÇÃO DO EFEITO DO INSPIRÔMETRO DE  
INCENTIVO A FLUXO NOS PARÂMETROS  
CARDIORESPIRATÓRIOS EM INDIVÍDUOS  
SAUDÁVEIS**

Trabalho de Conclusão de Curso,  
apresentado ao Centro de Ciências da  
Saúde como parte dos requisitos para  
obtenção do título de Fisioterapeuta  
sob orientação do Prof. MS. Bruno  
Martinelli.

**BAURU  
2010**

R491a

Ricci, Mariana Dela Coleta

Avaliação do efeito do inspirômetro de incentivo a fluxo nos parâmetros cardiorespiratórios em indivíduos saudáveis / Mariana Dela Coleta Ricci, Giovana Damasceno e Souza – 2010.

42f.

Orientador: Prof. Ms. Bruno Martinelli.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Fisioterapia) - Universidade Sagrado Coração - Bauru - SP.

1. Fisioterapia. 2. Pneumologia. 3. Terapia Respiratória. I. Damasceno e Souza, Giovana. II. Martinelli, Bruno. III. Título.

**GIOVANA DAMASCENO E SOUZA  
MARIANA DELA COLETA RICCI**

**AVALIAÇÃO DO EFEITO DO INSPIRÔMETRO DE  
INCENTIVO A FLUXO NOS PARÂMETROS  
CARDIORESPIRATÓRIOS EM INDIVÍDUOS  
SAUDÁVEIS**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado ao Centro de Ciências da Saúde como parte dos requisitos para obtenção do título de Fisioterapeuta sob orientação do Prof. MS. Bruno Martinelli.

**Banca examinadora:**

---

Prof. MS. Bruno Martinelli  
Universidade Sagrado Coração

---

Profª Drª Silvia Regina Barrile  
Universidade Sagrado Coração

Bauru, 10 de Dezembro de 2010

Dedico este trabalho aos meus pais Cesar e Silvia pelo apoio, dedicação e carinho. Às minhas irmãs sempre presentes em minhas decisões. Ao Leonardo que também sempre me apoiou e esteve ao meu lado.

Giovana.

Dedico este trabalho aos meus pais João e Vanda pela educação, incentivo e carinho, que não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida. Às minhas irmãs que sempre estiveram do meu lado.

Mariana.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos, primeiramente a Deus, pela dádiva da vida e pelas oportunidades que sempre colocou em nossos caminhos, e por nos ajudar a superar todos os obstáculos encontrados até hoje.

Agradecemos a todas as pessoas que direta ou indiretamente colaboraram para a execução deste trabalho, aos voluntários, que se dispuseram a participar para a realização do estudo, aos funcionários da clínica pela paciência e colaboração para que nosso trabalho fosse realizado com sucesso. Aos nossos mestres docentes, que além de professores muitas vezes também foram amigos.

Enfim, e não menos importante um agradecimento especial ao nosso orientador Professor Ms. Bruno Martinelli, pela orientação na produção deste trabalho, pela amizade, pela confiança e credibilidade depositada ao decidir nos orientar.

“A persistência é o caminho do êxito”.

**Charles Chaplin**

## RESUMO

**INTRODUÇÃO:** Os incentivadores são instrumentos que permitem variação de técnicas para encorajamento do paciente a inspirar profundamente, sendo largamente usados, direcionados a auxiliar a função muscular respiratória e a eficácia do trabalho mecânico da ventilação pulmonar. Porém em nossa realidade clínica, sua prescrição torna-se variável quanto as séries e repetições. Até o momento não foram observados estudos que apresentassem as modificações nas variáveis cardiorrespiratórias em decorrência da prescrição das séries e repetições no uso dos incentivadores inspiratórios.

**OBJETIVO:** Avaliar o efeito do inspirômetro de incentivo a fluxo nos parâmetros cardiorrespiratórios. **METODOLOGIA:** A amostra foi composta por 43 indivíduos jovens, saudáveis, estudantes da Universidade Sagrado Coração. A seleção seguiu alguns critérios de inclusão como: disponibilidade de horário, idade entre 18 e 24 anos, ambos os sexos e sem doenças cardiorrespiratórias. Foi realizada avaliação fisioterapêutica clínica e instrumental inicial para obtenção dos parâmetros cardiorrespiratórios como pressão arterial sistólica (PAS) e diastólica (PAD), frequência de pulso (FP), frequência respiratória (FR), saturação de oxigênio (SatO<sub>2</sub>), volume minuto (VM), volume corrente (VC), capacidade vital (CV), pressão inspiratória máxima (Pimáx), pressão expiratória máxima (Pemáx) e fluxometria (Peak flow). Após sete dias os voluntários foram avaliados novamente e orientados a realizarem três séries de 10 repetições com o incentivador inspiratório, sendo as variáveis cardiorrespiratórias avaliadas no início, entre as séries e após a realização das séries. Para análise estatística foi empregado nível de significância  $p < 0,05$  e aplicado teste "t" de *Student* para amostras pareadas. **RESULTADOS:** Nos dados cardiorrespiratórios da avaliação inicial foram observados PAS  $111,20 \pm 14,31$  mmHg, PAD  $69,34 \pm 10,94$  mmHg, FP  $82,04 \pm 12,10$  bpm, FR  $16,53 \pm 4,68$  rpm, SatO<sub>2</sub>  $97,58 \pm 1,11\%$ . Na ventilometria verificou-se VM  $16,24 \pm 6,90$  L/min e VC  $1,02 \pm 0,46$  l, CV  $4,36 \pm 0,94$  L/seg. Na manovacuometria (cmH<sub>2</sub>O) a média da Pimáx foi  $65,62 \pm 28,04$  e da Pemáx foi  $58,74 \pm 26,77$  e fluxometria de  $338,7 \pm 96,31$  L/min. No 2º momento após a 1ª série de repetições em comparação com o momento inicial foi observado um aumento de PAD de  $69,11 \pm 9,5$  para  $71,7 \pm 10,63$  mmHg ( $p = 0,056$ ). Após a 2ª série houve diminuição de PAS de  $111,95 \pm 12,7$  para  $108,9 \pm 15,45$  ( $p = 0,02$ ) e FP de  $82,02 \pm 11,58$  para  $79,25 \pm 9,9$  ( $p = 0,03$ ). Finalmente na 3ª série ocorreu diminuição da PAS de  $111,95 \pm 12,7$  para  $107,6 \pm 16,59$  ( $p = 0,002$ ) e na FR de  $15,79 \pm 3,7$  para  $15,02 \pm 3,76$  ( $p = 0,03$ ). Em comparação entre o 1º momento com os valores iniciais do 2º momento, ocorreu aumento da Pimáx de  $65,62 \pm 28,04$  para  $70,88 \pm 25,97$  cmH<sub>2</sub>O ( $p = 0,03$ ). Comparando o momento inicial e final do 2º momento houve diminuição da PAS de  $111,95 \pm 12,73$  para  $107,11 \pm 12,20$  ( $p = 0,05$ ) e aumento da Pemáx de  $60,83 \pm 26,03$  para  $64,65 \pm 28,03$  cmH<sub>2</sub>O ( $p = 0,007$ ). **CONCLUSÃO:** Há alterações nos parâmetros cardiorespiratórios e muscular após a utilização do inspirômetro de incentivo a fluxo, com alterações significantes na PA, FP, FR, Pimáx e Pemáx.

Palavras-chave: Fisioterapia; Pneumologia; Terapia respiratória.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Tabela 1	Comparação das variáveis cardiorrespiratórias iniciais, finais e a cada execução de três séries de dez repetições.....	26
Tabela 2	Comparação das variáveis cardiorrespiratórias iniciais e finais entre momentos.....	28
Figura 1	Distribuição da amostra por gênero.....	25
Figura 2	Comportamento dos níveis pressóricos nas cinco fases do momento 2.....	26
Figura 3	Comportamento da frequência respiratória nas cinco fases do momento 2.....	27

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	09
1.1	Processo respiratório.....	09
1.2	Divisão do sistema respiratório.....	09
1.3	Músculos respiratórios.....	10
1.3.1	Inspiratórios.....	11
1.3.1.1	Diafragma.....	11
1.3.1.2	Intercostais externos.....	11
1.3.2	Expiratórios.....	12
1.3.2.1	Reito abdominal.....	12
1.3.2.2	Oblíquos internos e externos.....	12
1.3.2.3	Intercostais internos.....	12
1.3.3	Músculos acessórios.....	13
1.4	Repercussões hemodinâmicas durante respiração espontânea.....	13
1.5	Incentivadores.....	14
1.5.1	Incentivador respiratório de carga pressórica alinear.....	14
1.5.2	Incentivador respiratório de carga pressórica linear.....	15
2	OBJETIVO.....	17
3	METODOLOGIA.....	18
3.1	Seleção.....	18
3.2	Avaliação inicial.....	18
3.3	Sessões.....	19
3.4	Análise estatística.....	24
4	RESULTADOS.....	25
5	DISCUSSÃO.....	29
6	CONCLUSÃO.....	34
	REFERÊNCIAS.....	35
	APÊNDICES.....	38

## **1. INTRODUÇÃO**

### **1.1 Processo respiratório**

A respiração refere-se à troca de gases entre as células de um organismo e o ambiente externo, nesse processo estão envolvidos componentes neurais, químicos e musculares (KENDALL et al., 2007).

A respiração consiste na ventilação, caracterizada pelo movimento dos gases para dentro e para fora dos pulmões e na circulação, responsável pelo transporte desses gases para os tecidos. Embora o movimento dos gases nos pulmões e tecidos ocorra por difusão, o seu transporte para dentro dos pulmões, para o exterior e por todo o corpo exige o trabalho das bombas respiratória e cardíaca (KENDALL et al., 2007).

A bomba respiratória é composta pelos músculos da respiração e pelo tórax que é constituído pelas costelas, escápulas, clavículas, esterno e coluna torácica. A bomba musculoesquelética dispõe de gradientes de pressão necessários para mover gases para dentro e para fora dos pulmões com a finalidade de assegurar difusão adequada de oxigênio e de dióxido de carbono no interior destes (KENDALL et al., 2007). O processo cíclico da respiração envolve trabalho mecânico por parte dos músculos respiratórios. A pressão motriz do sistema respiratório, que em condições normais é aquela gerada pela contração muscular durante a inspiração, precisa vencer forças elásticas e de resistência para conseguir encher os pulmões e movimentar a parede torácica. Em condições basais, a inércia do sistema é desprezível (BETHLEM, 2000). Na expiração, o processo é passivo, pois a própria elasticidade do parênquima, somada aos gradientes intratorácico e intrapulmonar, é suficiente para produzir o mecanismo de expiração (COSTA, 1999).

### **1.2 Divisão do sistema respiratório**

O sistema respiratório é formado por dois componentes: o pulmão e a parede torácica. Esta é composta por todas as estruturas que se movem durante o ciclo respiratório, à exceção do pulmão. A parede abdominal se move para fora durante a inspiração, retornando ao seu ponto de repouso ao longo da expiração. Portanto, o abdome faz parte da parede torácica. A divisão do

sistema respiratório em seus componentes pulmonar e de parede é importante, visto que eles não só tem propriedades mecânicas diferentes, mas também há afecções capazes de comprometer um e/ou outro, resultando em disfunção do sistema respiratório como um todo (BETHLEM, 2000).

A função do pulmão é possibilitar que o oxigênio se mova a partir do ar para dentro do sangue venoso, e o dióxido de carbono para fora, além de mobilizar também matérias tóxicas da circulação (WEST, 1996).

O sistema respiratório é constituído por sistema de vias aéreas superiores (VAS) e inferiores (VAI), unidos a um par de pulmões, os quais são revestidos pela pleura pulmonar e estão contidos na caixa torácica. Funcionalmente, o sistema respiratório está ligado ao coração e interage com o sistema circulatório no processo de trocas gasosas. As VAS compreendem as narinas, a cavidade nasal, as coanas, o complexo nasobucofaringolaríngeo e a laringe. Nesses segmentos existem estruturas indispensáveis para a preparação do ar captado na atmosfera. As VAI são constituídas por um sistema tubular denominado árvore brônquica, que tem início na traquéia, segue pelos brônquios e bronquíolos e termina nos alvéolos. A partir dos segmentos bronquiais, as VAI penetram os pulmões (COSTA, 1999).

Além do mais, a ventilação pulmonar depende de mecanismos fisiomecânicos ao nível do tronco (tórax e abdome) (AZEREDO, 1999).

A fisiologia respiratória é complexa e dividida, conforme Carvalho (2001), em mecânica interna e externa. Esta classificação permite diferenciação das estruturas anatômicas e funcionais que se interrelacionam. A mecânica externa assegura as variações de volume pulmonar por intermédio das pleuras. Ela é realizada pela ação dos músculos inspiratórios e expiratórios sob o influxo do sistema nervoso. Já a mecânica interna, condicionada pela externa, está relacionada ao papel funcional pulmonar efetuada pela ventilação e pela circulação. Estes mecanismos favorecem e asseguram as trocas gasosas do organismo.

### **1.3 Músculos respiratórios**

Os músculos respiratórios são os principais efetores da bomba pulmonar, estão relacionados a uma interação harmoniosa existente entre o tórax e o abdome (AZEREDO, 1999).

### **1.3.1 Inspiratórios**

Os músculos que desempenham papel indispensável na inspiração são o diafragma e os músculos intercostais externos.

#### **1.3.1.1 Diafragma**

O diafragma é constituído de duas cúpulas de ventre muscular (direita e esquerda) e um centro frênico constituído por uma aponeurose central. Esse músculo é do tipo plano e está localizado entre o tórax e o abdome, e é innervado pelo nervo frênico. O diafragma se origina a partir das vértebras lombares, das margens costais e do processo xifóide. As suas fibras convergem formando uma bainha conjuntiva larga denominada tendão central; o diafragma possui uma configuração semelhante a uma cúpula e separa o tórax do abdômen. É responsável por aproximadamente 75% da alteração do volume torácico que ocorre durante a respiração. Durante a respiração normal, ao se contrair, o diafragma efetua um movimento de sentido céfalo-caudal com excursão de até 1,5 cm, apoiando-se homogeneamente sobre as vísceras abdominais como se fosse em direção ao assoalho pélvico, constituindo assim o centro frênico (AZEREDO e QUEIROZ, 1999; AZEREDO, 1999; RUPPEL, 2000).

Na expiração, o diafragma efetua um movimento de sentido cranial. A diferença entre estes dois movimentos – o de descida e o de subida – é o chamado de dinâmica frênica (AZEREDO e QUEIROZ, 1999).

#### **1.3.1.2 Intercostais externos**

Esse grupo muscular origina-se das bordas inferiores das costelas e fixam-se nas bordas superiores das costelas inferiores sendo innervado pelos nervos torácicos (KENDALL et al., 2007). Eles conectam as costelas adjacentes e são inclinados para baixo e para frente. Suas fibras passam abaixo e anteriormente para se inserirem na borda superior da costela subjacente, são mais espessos que os músculos intercostais internos (RUPPEL, 2000).

Durante a contração as costelas são tracionadas para cima e para frente, causando um aumento em ambos os diâmetros laterais, em virtude do movimento “em alça de balde” das costelas, e ântero-posterior do tórax (WEST, 1996).

### **1.3.2 Expiratórios**

Os músculos mais importantes da expiração são os da parede abdominal incluindo o reto abdominal, músculos oblíquo interno e externo, e o transverso do abdome (WEST, 1996).

#### **1.3.2.1 Reto abdominal**

O músculo reto abdominal se origina nos ossos púbicos, percorre um trajeto para cima numa bainha e se inserindo nas cartilagens costais da quinta a sétima costelas. A contração desse músculo diminui a distância do processo xifóide até o púbis (RUPPEL, 2000).

#### **1.3.2.2 Oblíquos internos e externos**

O músculo oblíquo externo se origina nas últimas oito costelas. Suas fibras posteriores se inserem na crista ilíaca. As fibras remanescentes vão para baixo e para frente, se inserindo numa bainha fibrosa (aponeurose) com a sua contraparte do outro lado (RUPPEL, 2000).

O oblíquo interno se origina na crista ilíaca e no ligamento inguinal. Suas fibras posteriores se dirigem para cima inserindo-se nas três últimas costelas. As fibras remanescentes se dirigem para cima e para frente até uma aponeurose fibrosa (RUPPEL, 2000).

#### **1.3.2.3 Intercostais internos**

Ajudam a expiração ativa tracionando as costelas para baixo e para dentro, diminuindo assim o volume torácico (WEST, 1996).

Estão localizados sob os intercostais externos, originam-se na borda inferior de cada costela a partir da extremidade anterior do espaço intercostal até o ângulo da costela. As fibras passam abaixo e posteriormente para se inserirem na borda superior da costela suprajacente (RUPPEL, 2000).

### **1.3.3 Músculos acessórios**

Os músculos acessórios da respiração são assim denominados por entrarem em ação somente quando requisitados e quando há maior demanda ventilatória. Os mais evidentes são os seguintes:

Na inspiração: esternocleidomastóideo (elevador do esterno), escalenos (elevadores das duas primeiras costelas), peitoral menor, serrátil anterior e peitoral maior (em situação especial).

Na expiração: oblíquos internos e externos do abdome, reto abdominal, transverso do abdome, intercostais paravertebrais e triangular do esterno (transverso do tórax) (COSTA, 1999; WEST, 1996).

### **1.4 Repercussões hemodinâmicas durante respiração espontânea**

Apenas 5% de toda oferta de oxigênio é consumida com o trabalho respiratório em condições normais.

A pressão intratorácica diminui tornando-se “negativa” durante a inspiração espontânea, facilitando o retorno venoso e aumentando o débito cardíaco (DRAGOSAVAC e TERZI, 2006).

O retorno venoso é definido por alteração da pressão do átrio direito ou pressão intratorácica, mantendo a pressão no sistema venoso constante. Durante a ventilação espontânea, a pressão intratorácica diminui durante a inspiração, aumenta o gradiente de pressão entre a pressão venosa sistêmica e a pressão intratorácica, elevando o retorno venoso, volume diastólico final do ventrículo direito e o débito cardíaco do ventrículo (DRAGOSAVAC e TERZI, 2006).

Na capacidade residual funcional (CRF), a resistência vascular pulmonar (RVP) apresenta-se em seu valor mínimo. A resistência dos vasos alveolares aumenta devido a elevação do volume acima da CRF, entretanto a resistência dos vasos extra-alveolares é diminuída. Porém, a resistência vascular pulmonar total aumenta (DRAGOSAVAC e TERZI, 2006).

## **1.5 Incentivadores**

Os incentivadores são instrumentos que permitem variação de técnicas para encorajamento do paciente a inspirar profundamente, têm importância clínica e são largamente usados.

Uma dessas técnicas é a espirometria de incentivo, tratamento no qual são utilizados os espirômetros de incentivo, instrumentos com o objetivo de incentivar, por meio de estímulo visual e/ou feedback auditivo, a inspiração máxima sustentada e, conseqüentemente promover a hiperinsuflação alveolar ou reinsuflação dos alvéolos colapsados (BARTLETT et al., 1970 apud PARREIRA et al., 2004).

Os incentivadores respiratórios são exercitadores utilizados como recursos mecânicos da fisioterapia respiratória, normalmente direcionados a auxiliar a função muscular respiratória e a eficácia do trabalho mecânico da ventilação pulmonar. Seus objetivos são reexpansão pulmonar, aumento da permeabilidade das vias aéreas e fortalecimento dos músculos respiratórios, proporcionando o aumento da oxigenação pulmonar (COSTA, 1999).

Geralmente são equipamentos portáteis, de plástico ou material semelhante, de baixo custo, fácil manuseio, descartáveis, de uso adulto e pediátrico (COSTA, 1999).

Os incentivadores respiratórios oferecem resistência à respiração espontânea do paciente podendo ser exercida por carga pressórica alinear ou linear (COSTA, 1999).

### **1.5.1 Incentivador respiratório de carga pressórica alinear**

Incentivadores respiratórios de carga pressórica alinear, a fluxo e a volume, são considerados fluxo-dependentes ou de carga alinear pressórica (COSTA,1999).

Consistem de uma ou mais câmaras plásticas que abrigam uma esfera, móvel e colorida, que oferecem resistência desconhecida ou variável durante todo o movimento respiratório.

Ao inspirar com fluxos suficientemente altos, as bolas ou esferas elevam-se, fornecendo incentivo visual ao paciente. Respirom e o Triflo são exemplos desse tipo de incentivador (COSTA,1999).

Incentivadores graduados com orifícios de diferentes diâmetros fornecem resistência variada ao fluxo inspiratório do paciente, como Inflex e o Pflex (COSTA, 1999).

De modo semelhante, os incentivadores de carga pressórica alinear a volume geralmente possuem um sistema de pistão em que um êmbolo ou disco deve ser elevado a um volume inspiratório predeterminado por marcações permitindo visualizar o volume que deve ser atingido. O paciente deve ser orientado a manter o êmbolo estável no volume desejado pelo maior tempo possível. São exemplos desse tipo de incentivador o Voldyne 500 e o Voldyne 2500 (COSTA,1999).

Em estudo publicado por Parreira et al. (2005) no qual foram comparados os incentivadores inspiratórios a volume e a fluxo, observou-se que o incentivador inspiratório a volume permitiu associação estatisticamente significativa entre maior volume corrente e frequência respiratória baixa e ainda foi constatado que houve maior mobilidade abdominal por meio do uso de incentivadores a volume.

### **1.5.2 Incentivador respiratório de carga pressórica linear**

O fluxo de ar, nesses equipamentos, é gerado somente quando há uma pressão inspiratória preestabelecida realizada pelo paciente, por isso são considerados incentivadores fluxo-independente ou de carga linear pressórica. Neste caso, ocorre a entrada de ar por um sistema de válvula que vai acontecer somente quando o paciente realizar um esforço inspiratório capaz de vencer a resistência oferecida por uma mola (spring loaded) ou sistema de pesos, mesmo na respiração rápida ou breve. Um exemplo desse tipo de incentivador é o Threshold, no qual treinar a resistência muscular respiratória é seu objetivo principal (COSTA, 1999).

Para a realização deste treinamento, emprega-se uma carga conhecida que geralmente compreende um percentual da força muscular respiratória máxima do indivíduo (40%, 60%, 80% da Pressão inspiratória máxima). Nessa carga conhecida, o paciente exercita seus músculos respiratórios por um período determinado, vencendo uma resistência que se mantém constante (linear) durante todo o esforço inspiratório, conforme o patamar de resistência pretendido.

Existem outros tipos de incentivadores com ênfase na expiração, como Flutter, Plente, bexigas, língua-de-sogra, que também são empregados na fisioterapia respiratória para melhorar a ventilação pulmonar, reexpandir as áreas de atelectasias ou de pneumotórax, diminuir o broncoespasmo, melhorar as trocas gasosas, diminuir a dispnéia e facilitar a eliminação da secreção brônquica, entre outros objetivos (COSTA, 1999). Uma revisão geral para o uso dos incentivadores é encontrada na publicação da American Association for Respiratory Care (1991) na qual apresenta todos os procedimentos, indicações e contra-indicações para seu uso. Dentro do tópico sobre frequência de uso é sugerido o treino de 5-10 respirações por sessão com período de descanso e que atinja até 100 vezes ao dia. No entanto, em nossa realidade clínica, os incentivadores são freqüentemente utilizados, mas sua prescrição torna-se variável quanto às séries e repetições. Até o momento não foram observados estudos que apresentassem as modificações nas variáveis cardiorrespiratórias em decorrência da prescrição das séries e repetições em decorrência do uso dos incentivadores inspiratórios.

O presente trabalho é justificado pela escassez de estudos que comprovem alterações cardiorrespiratórias pelo uso de incentivadores a fluxo, no que concerne ao número de séries e repetições.

## **2 OBJETIVO**

Avaliar o efeito do inspirômetro de incentivo a fluxo nos parâmetros cardiorrespiratórios em diferentes números de séries em indivíduos saudáveis.

### **3 METODOLOGIA**

#### **3.1 Seleção**

A amostra foi composta por 43 indivíduos saudáveis, estudantes da Universidade Sagrado Coração, os quais foram convidados a participar da pesquisa e afirmaram sua participação ao assinarem o termo de consentimento livre e esclarecido (Apêndice 1), conforme aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa (190/09), e a partir de então foram selecionados através dos critérios a seguir:

Critérios de inclusão:

- Disponibilidade de horário para a execução do protocolo proposto,
- Idade entre 18 e 24 anos,
- Ambos os sexos.

Critérios de exclusão:

- Tabagista,
- Gestante,
- Portador de patologias pulmonares (restritivas, obstrutivas ou mistas) ou sistêmicas que envolvam o sistema respiratório,
- Ausência de uma ou mais vezes no decorrer do protocolo,
- Praticantes de exercício físico intenso por mais de 3x/semana,

#### **3.2 Avaliação inicial**

Após assinatura do termo de consentimento, os voluntários foram submetidos à avaliação fisioterapêutica. O período proposto para esta foi predominantemente matutino ou vespertino, em virtude do ciclo circadiano pulmonar apresentar melhores resultados nestes períodos.

Para a avaliação foi utilizada uma ficha de avaliação que continha identificação com nome, idade, sexo, telefone, endereço, presença de patologia pulmonar, hábitos de vida e hábitos sociais, no qual houve campos para preenchimento e anotações dos valores antropométricos, pressóricos, provas respiratórias da pressão inspiratória máxima (Pimáx) e expiratória (Pemáx),

fluxometria, ventilometria, oximetria e tempo de sustentação das esferas e quantidade de esferas sustentadas para cada série e sessão decorrente do uso do incentivador inspiratório (Apêndice 2).

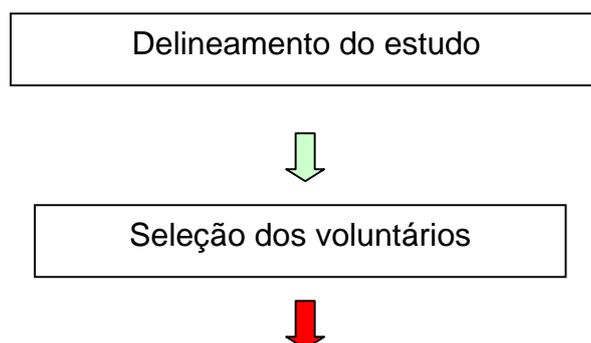
Foi realizado um inquérito investigativo, avaliação antropométrica, pressórica arterial, pressórica e ventilatória respiratória.

O voluntário ficou cinco minutos em repouso para anotações da pressão arterial (PA), saturação de oxigênio (SatO<sub>2</sub>) e frequência de pulso (FP), frequência respiratória (FR), logo em seguida foi verificada a Pimáx e a Pemáx. Posteriormente foi utilizado o Peak Flow<sup>®</sup> para a medida do pico de fluxo expiratório e finalmente foi identificado à capacidade vital (CV), volume minuto (VM) e volume corrente (VC) de cada voluntário. Estes procedimentos serão detalhados posteriormente.

### 3.3 Sessão

No segundo momento, sete dias após a avaliação inicial, ao início da sessão o voluntário ficou cinco minutos de repouso para ser aferida a PA, FP, SatO<sub>2</sub>, FR, Pico de fluxo, Pimáx e Pemáx, então o voluntário foi estimulado a realizar 10 repetições com o incentivador inspiratório. Após cinco minutos da manobra foram verificadas PA, FP, SatO<sub>2</sub> e FR. Após a verificação dessas medidas foi realizada duas vezes 10 repetições, com período de um minuto entre elas, e após cinco minutos foi verificada PA, FP, SatO<sub>2</sub> e FR. Finalmente, foi realizada três vezes 10 repetições, com período de um minuto entre elas. Após cinco minutos foi verificada a PA, FP, SatO<sub>2</sub>, FR. Decorridos mais cinco minutos, foi aferida a PA, FP, SatO<sub>2</sub>, FR, Pimáx e Pemáx finais.

A seguir, será apresentada o delineamento deste estudo.



Assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido



### **Momento 1 - Avaliação inicial**

Inquérito investigativo

Antropometria

5 min. repouso

PA, FP, SatO<sub>2</sub>, FR, VC, VM, CV, Pico de fluxo, Pimáx, Pemáx



### **Momento 2 - 7 dias após**

5 min. repouso

PA, FP, SatO<sub>2</sub>, FR, Pico de fluxo, Pimáx, Pemáx

Incentivador inspiratório – 10 repetições (1ª série)

5 min.

PA, FP, SatO<sub>2</sub>, FR

Incentivador inspiratório – 2 x 10 repetições (2ª série) intervalo de 1 min.

5 min.

PA, FP, SatO<sub>2</sub>, FR

Incentivador inspiratório – 3 x 10 repetições (3ª série) intervalo de 1 min.

5 min.

PA, FP, SatO<sub>2</sub>, FR

5 min.

PA, FP, SatO<sub>2</sub>, FR, Pimáx, Pemáx

Abaixo serão detalhados os procedimentos realizados durante as sessões.

### **Antropometria**

A avaliação do peso (kg) foi realizada utilizando a balança antropométrica digital FILIZOLA®. Foram obedecidos os protocolos previamente estabelecidos por Mahan (1998) que serão descritos brevemente.

O peso obtido foi mediante uso de roupas leves e pés desnudos, sem repleção vesical. Com precisão de 0,1 kg para o registro. A balança foi calibrada a cada medida.

Para medição da estatura foi utilizado estadiômetro e adotados os critérios determinados por Mahan (1998). A altura foi medida com os pés desnudos e unidos, e os calcanhares contra a tábua de medida. O avaliado permaneceu na posição ortostática, olhando para o horizonte. A parte superior da orelha e o canto dos olhos ficaram em uma linha paralela ao solo - "Plano de Frankfurt". A parte superior do estadiômetro foi abaixada até ficar plana em relação à parte superior da cabeça. A altura foi aproximada ao 0,5 cm mais próximo.

O índice de massa corpórea (IMC) foi calculado a partir das medidas do peso corporal (kg) e estatura (m) pela fórmula  $IMC = \text{Peso}/\text{estatura}^2$  (kg/m<sup>2</sup>) (CRONK e ROCHE, 1982) para a classificação do grau de obesidade conforme WHO (2004).

### **Posicionamento**

Quanto ao posicionamento dos voluntários, ficou determinado que para a avaliação dos níveis pressóricos iniciais e finais, ventilometria e manovacuometria, os voluntários foram posicionados em postura sentada (tríplice angulação de 90° entre tronco, quadril e tornozelo).

### **Aferição pressão arterial**

Segundo VI Diretrizes Brasileira de Hipertensão Arterial (2010), a posição para a medida da pressão foi sentada, com as pernas alinhadas, pés apoiados no chão, dorso recostado na cadeira e relaxado, o braço foi

posicionado no nível do ponto médio do esterno ou 4º espaço intercostal, apoiado, com a palma da mão voltada para cima e o cotovelo ligeiramente fletido. O voluntário permaneceu em repouso por pelo menos cinco minutos em ambiente calmo. Para este procedimento foram utilizados o esfigmomanômetro e estetoscópio da marca Premium®.

### **Fluxometria - Pico de fluxo expiratório**

A monitorização do pico do fluxo expiratório (PFE) é feita para avaliar periodicamente a capacidade de pico de fluxo. O teste é feito pela realização de uma inspiração máxima seguida por uma expiração forçada máxima, curta e explosiva, através do dispositivo de medida - *Peak flow assess full range HS710-012 ADT respironics*. O esforço expiratório precisa durar apenas 1 a 2 segundos.

A realização satisfatória do PFE é volume esforço-dependente. O esforço expiratório forçado deve ser iniciado a partir de uma posição inspiratória mantido em posição neutra. O PFE é geralmente alcançado dentro do primeiro décimo de segundo do esforço expiratório. O voluntário deve receber instrução apropriada do método e estímulo para o sucesso do teste.

Foram realizadas três medidas em cada sessão, sendo que a diferença entre uma e outra não passou de 20L/min, o maior valor foi registrado.

Os valores previstos para o PFE exibem uma faixa de variabilidade relativamente larga (em adultos  $\pm$  80 a 100L/ min) e os valores previstos sugeridos para uso no Brasil são baseados segundo Leiner (1963).

### **Manovacuetria**

De acordo com Azeredo (2000), a manovacuetria é um método para avaliar a força global dos músculos respiratórios que deve ser feito com o máximo esforço voluntário do paciente.

Foi utilizado o manovacuetmetro Comercial médica®, que tem por finalidade operacional mensurar as pressões positivas (manômetro) e negativas (vacuetmetro) auxiliando na avaliação da mecânica respiratória.

Conforme Azeredo (2000), para a mensuração da Pimáx, o ideal é que a inspiração se inicie com base no volume residual (VR), ou seja, após uma

expiração profunda. Em indivíduos normais, a Pimáx apresenta o valor médio de  $115 \pm 25$  cmH<sub>2</sub>O.

A força muscular expiratória é determinada pela Pemáx, tendo seu valor normal em um adulto jovem na faixa de +100 a +150 cmH<sub>2</sub>O.

Em ambos os sexos, a partir dos 20 anos de idade, ocorre um decréscimo anual nos valores de Pimáx de mais ou menos 0,5 cmH<sub>2</sub>O, sendo que, comparativamente, os valores para o sexo feminino costumam ser 70% dos previstos para o sexo masculino.

Segundo Azeredo (2000), as mensurações devem ser feitas dentro de critérios seletivos, para que não ocorram alterações significativas nos valores obtidos, principalmente pela interferência dos músculos faciais intrínsecos, do pescoço, laringe e faringe.

### **Ventilometria**

A monitorização da ventilação respiratória pulmonar foi realizada por meio do ventilômetro analógico de Wright Mark 8<sup>®</sup> dos seguintes indicadores: FR, VC, VM e CV.

Segundo Costa, Jamami e Pires, (1999) a FR é uma medida de fácil análise e está correlacionada ao uso da musculatura respiratória e controle neuromotor do centro respiratório.

O VC e o VM espontâneos informam se o paciente tem condições de manter uma ventilação alveolar adequada (COSTA, JAMAMI e PIREZ, 1999).

Para obtenção da FR, VC e VM, os voluntários respiraram tranquilamente dentro de um bocal durante um minuto juntamente com oclusão nasal por meio de um clipe nasal. Os pesquisadores estiveram atentos para registrar o número de respirações realizadas neste período e também os valores obtidos nos ponteiros analógicos do aparelho (Litros e mililitros) (BRITTO, BRANT, PARREIRA, 2008).

Já para a obtenção da CV expiratória, os voluntários realizaram inspiração máxima até capacidade pulmonar total e após realizaram expiração dentro do bocal até volume residual, este valor foi obtido em litros e mililitros e ajustados para os valores preditos conforme Britto, Brant, Parreira (2008).

### **Oximetria de pulso**

O oxímetro de pulso é um dispositivo de monitorização não invasiva portátil e barato que fornece estimativas dos níveis de saturação da oxiemoglobina do sangue arterial e também a FP. Combina o princípio da espectrofotometria e a fotopletimografia, o oxímetro é mensurado pelo tecido vivo (SCANLAN, 2000).

A oximetria de pulso reflete a oxigenação, esta é a forma mais simples e barata de um biofeedback respiratório efetivo através de quatro variáveis: SatO<sub>2</sub>, pulso, FR e tendências (AZEREDO, PINHO e QUEIROZ, 1999).

A saturação da oxiemoglobina arterial é a fração ou percentagem dos locais de hemoglobina ligados com oxigênio, o valor normal é maior ou igual a 97%, enquanto se respira o ar ambiente, e é proporcional à quantidade de oxigênio transportado pela hemoglobina, mas não a quantidade dissolvida no plasma (COSTA, JAMAMI e PIRES, 1999).

Como procedimento de controle, o oxímetro Onix<sup>®</sup> foi colocado no quinto artelho da mão direita para obtenção da SatO<sub>2</sub> e FP.

### **Incentivadores inspiratórios**

Para a técnica, o voluntário foi colocado em posição sentado (tríplice angulação de 90° entre tronco, quadril e tornozelo). Foi utilizado um grampo nasal e o voluntário respirou oralmente, sendo orientado a realizar as repetições necessárias equivalentes a cada sessão e sustentar as esferas o máximo que conseguir.

O incentivador inspiratório utilizado foi o Triflo<sup>®</sup>.

## **3.4 Análise estatística**

Neste estudo foi aplicado o teste t de *Student* para avaliar as medidas iniciais e finais em cada sessão e comparação entre as três fases. O nível de significância foi de 5%. Os valores foram expressos em média e desvio padrão e em média absoluta e relativa.

## 4 RESULTADOS

Fizeram parte deste estudo 43 indivíduos, sendo 08 (18%) do gênero masculino e 35 (82%) do feminino, a média de idade da amostra foi de  $20,97 \pm 1,51$  anos, sendo somente 1 indivíduo da raça negra.

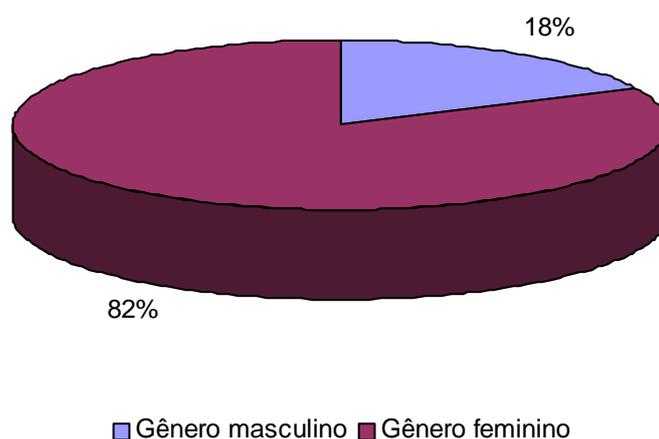


Figura 1. Distribuição da amostra por gênero.

Com a finalidade de se traçar um perfil da amostra, foi coletada, na avaliação inicial (momento 1), informações quanto a antropometria e variáveis cardiorrespiratórias.

Para os dados antropométricos, a média da altura foi de  $1,66 \pm 0,08$  cm, peso de  $66,83 \pm 17,29$  kg e índice de massa corpórea de  $23,81 \pm 5,09$  kg/m<sup>2</sup>.

Nos dados cardiorrespiratórios foram observados PAS  $111,20 \pm 14,31$  mmHg, PAD  $69,34 \pm 10,94$  mmHg, FP  $82,04 \pm 12,10$  bpm, FR  $16,53 \pm 4,68$  rpm, SatO<sub>2</sub>  $97,58 \pm 1,11\%$ . Na prova de ventilometria verificou-se VM  $16,24 \pm 6,90$  L/min e VC  $1,02 \pm 0,46$  l, CV  $4,36 \pm 0,94$  L/seg. Na manovacuumetria (cmH<sub>2</sub>O) a média da Pimáx foi  $65,62 \pm 28,04$  e da Pemáx foi  $58,74 \pm 26,77$  e fluxometria de  $338,7 \pm 96,31$  L/min.

No 2º momento, os voluntários foram submetidos a avaliação inicial e após realizaram três séries de 10 repetições utilizando o incentivador respiratório e na seqüência foram obtidos dados do final do 2º momento.

Foi observado no 2º momento após a 1ª série de repetições em comparação com o momento inicial, um aumento de PAD de  $69,11 \pm 9,5$  para

71,7±10,63mmHg (p=0,056). Após a 2ª série houve diminuição de PAS de 111,95±12,7 para 108,9±15,45 (p=0,02) e FP de 82,02±11,58 para 79,25±9,9 (p=0,03). E finalmente na 3ª série ocorre diminuição da PAS de 111,95±12,7 para 107,6±16,59 (p=0,002) e da FR de 15,79±3,7 para 15,02±3,76 (p=0,03) (TABELA 1).

Tabela 1. Comparação das variáveis cardiorrespiratórias iniciais, finais e a cada execução de três séries de dez repetições.

Variáveis	Avaliação		Séries				Avaliação	
	Inicial (repouso)	1ª Série	Valor de p*	2ª Série	Valor de p†	3ª Série	Valor de p**	Final (repouso)
PAS	111,95±12,73	110,97±13,29	0,37	108,93±15,45	0,02†	107,6±16,59	0,002**	107,11±12,20
PAD	69,11±9,51	71,76±10,63	0,05*	70,55±13,31	0,39	68,88±11,59	0,85	71,16±11,65
SatO <sub>2</sub>	97,48±1,20	97,05±1,1	0,81	97,16±1,32	0,12	97,02±2,67	0,25	97,53±1,03
FP	82,02±11,58	81,48±10,95	0,64	79,25±9,95	0,03†	80,14±9,65	0,20	79,65±10,41
FR	15,79±3,71	15,55±3,69	0,48	15,4±3,75	0,33	15,02±3,76	0,03**	15,09±3,89

PAS: pressão arterial sistólica; PAD:pressão arterial diastólica; FP: frequência de pulso; FR: frequência respiratória; SatO<sub>2</sub>: saturação sanguínea de oxigênio;

As oscilações dos níveis pressóricos da pressão arterial sistólica e diastólica podem ser analisadas no gráfico 2, durante o momento 2 (avaliação inicial e final e séries).

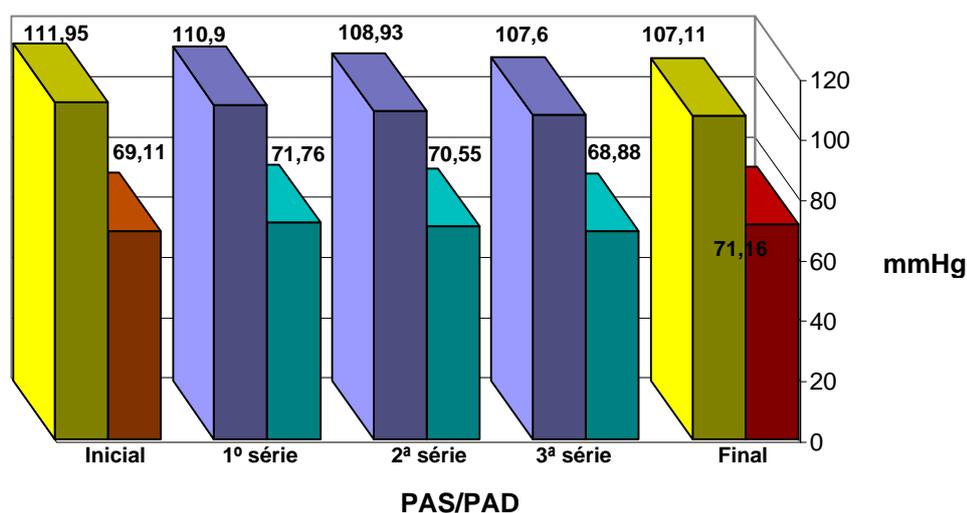


FIGURA 2. Comportamento dos níveis pressóricos nas cinco fases do momento 2.

Alterações da FR durante a avaliação inicial e final e séries (M2) –  
 Figura 3.

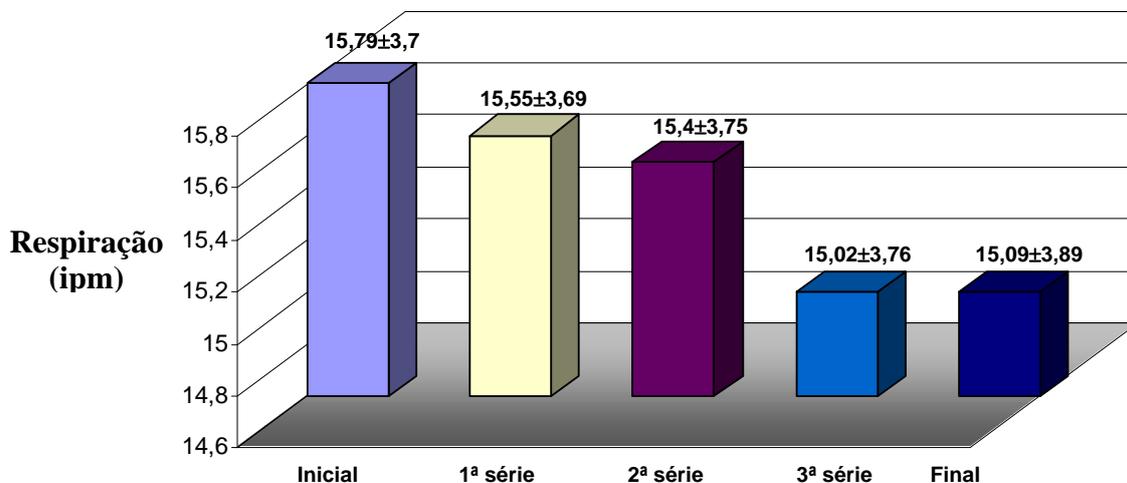


FIGURA 3. Comportamento da frequência respiratória nas cinco fases do momento 2.

Em comparação entre o 1º momento (avaliação inicial) com os valores iniciais do 2º momento, ocorreu aumento da Pimáx de  $65,62 \pm 28,04$  para  $70,88 \pm 25,97$  cmH<sub>2</sub>O ( $p=0,03$ ), e não houve alterações estatisticamente significantes para as outras variáveis.

No 2º momento do estudo comparando o momento inicial e final houve diminuição da PAS de  $111,95 \pm 12,73$  para  $107,11 \pm 12,20$  ( $p=0,05$ ) e aumento da Pemáx de  $60,83 \pm 26,03$  para  $64,65 \pm 28,03$  cmH<sub>2</sub>O ( $p=0,007$ ) (TABELA 2).

Tabela 2. Comparação das variáveis cardiorespiratórias iniciais e finais entre os momentos.

Variáveis	Momentos				
	1º momento	2º momento			
	Avaliação Inicial	Inicial	Valor de $p^*$	Final	Valor de $p^†$
PAS	111,2±14,3	111,95±12,73	0,61	107,11±12,20	1,38E-05 <sup>†</sup>
PAD	69,34±10,94	69,11±9,51	0,86	71,16±11,65	0,16
FP	82,04±12,10	82,02±11,58	0,98	79,65±10,41	0,08
FR	16,53±4,68	15,79±3,71	0,22	15,09±3,89	0,07
SatO <sub>2</sub>	97,58±1,11	97,48±1,20	0,62	97,53±1,03	0,80
Pimáx	65,62±28,04	70,88±25,97	0,03*	73,11±25,69	0,21
Pemáx	58,74±26,77	60,83±26,03	0,24	64,65±28,03	0,007 <sup>†</sup>

PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica; FP: frequência de pulso; FR: frequência respiratória; SatO<sub>2</sub>: saturação sanguínea de oxigênio; Pimáx: pressão inspiratória máxima; Pemáx: pressão expiratória máxima; \*: comparação entre as avaliações iniciais do primeiro com o segundo momento; †: comparação entre as avaliações inicial e final do segundo momento.

## 5 DISCUSSÃO

Considerando-se a amostra do presente estudo, o número de voluntários do sexo masculino foi inferior ao do sexo feminino devido ao fato do estudo ter sido realizado na Universidade Sagrado Coração e principalmente com estudantes do curso de Fisioterapia no qual o número de indivíduos do sexo feminino prevalece, acredita-se que isso provavelmente não tenha interferido nos resultados finais.

As primeiras pesquisas que iniciaram o interesse em explicar os mecanismos moduladores da relação entre o sistema respiratório e cardiovascular foram realizadas em modelos animais. Estes estudos apontaram que a insuflação pulmonar reduz o reflexo na atividade simpática e resistência vascular em diferentes tecidos. Com o avançar do tempo as pesquisas foram evoluindo, houve pesquisas em humanos e especificidade das vias de controle.

Neste trabalho ficaram confirmadas as repercussões cardiorrespiratórias ocasionadas pelo uso de incentivador inspiratório a fluxo. E a seguir, serão discutidas algumas vias que poderiam gerenciar esta situação.

O pulmão é uma câmara pressórica posicionada dentro da caixa torácica que é outra câmara pressórica. Elas funcionam em conjunto, mas são separadas por um espaço virtual chamado de espaço pleural. Quando a caixa torácica está em repouso, sua posição é maior do que o volume da caixa torácica acoplada aos pulmões, levando a caixa torácica possuir uma tendência elástica de aumentar o seu volume. Entretanto, quando o pulmão está desacoplado da caixa torácica, possui tendência a se colapsar pelas forças elásticas de retração do parênquima pulmonar. O pulmão e a caixa torácica criam uma pressão “negativa” (subatmosférica) no espaço pleural através das forças elásticas opostas de ambas quando são perfeitamente acoplados, estando o espaço pleural hermeticamente fechado e virtual. Durante a inspiração espontânea, a pressão intratorácica diminui, isto é, fica mais “negativa” (subatmosférica), facilitando o retorno venoso e aumentando o débito cardíaco (DRAGOSAVAC e TERZI, 2006).

Um estudo realizado por Eckberg e Orshan (1977) mostrou as interações centrais envolvendo a respiração e “input” dos barorreceptores

carotídeos. Há evidências de que em homens a interação reflexa do barorreceptor respiratório central do qual a qualidade é dependente até o nível da atividade do barorreceptor aferente e da profundidade da inspiração. Os experimentos sugerem que a atividade neural associada com a inspiração suprime a atividade cardíaca vagal eferente dentro do SNC.

O aumento da PAD (média inicial de  $69,11 \pm 9,5$  e final de  $71,7 \pm 10,63$  mmHg –  $p < 0,05$ ) após a 1ª série do 2º momento pode ser justificado ou avaliado pelo esforço inicial dos voluntários com aumento das necessidades hemodinâmicas. O aumento inspiratório prévio ocasiona diminuição da pressão intratorácica com facilitação do retorno venoso e este fato somado a elevação do débito cardíaco que potencializaria o aumento da PAD. No entanto, esta situação ocorrida não elevou-se acima dos valores de normalidade o que não traria risco ao cliente (VI Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial, 2010).

Segundo McArdle et al., (1998), os barorreceptores durante o exercício, ou seja, esforço físico, funcionam como freio, prevenindo os níveis anormalmente altos de pressão arterial, pois conforme ela aumenta, a distensão dos vasos arteriais ativa os barorreceptores e produz um reflexo que leva o coração a bombear mais lentamente, além de induzir uma dilatação compensatória da árvore vascular periférica, acarretando uma queda na pressão arterial, na direção dos níveis mais normais. Isso é confirmado pela diminuição da PAS após a 2ª série (média inicial de  $111,95 \pm 12,7$  e final de  $108,9 \pm 15,45$  mmHg –  $p < 0,05$ ) e 3ª série (média inicial de  $111,95 \pm 12,7$  e final de  $107,6 \pm 16,59$  mmHg –  $p < 0,05$ ) do 2º momento no presente estudo.

Após a 2ª série houve também diminuição da FP (média inicial de  $82,02 \pm 11,58$  e final de  $79,25 \pm 9,9$  bpm –  $p < 0,05$ ), isso pode ser explicado pelos sinais dos barorreceptores que depois que entram no feixe solitário do bulbo, sinais secundários excitam o centro parassimpático vagal. Os efeitos finais são vasodilatação das veias e arteríolas em todo o sistema circulatório periférico e diminuição da FP e da força de contração cardíaca (GUYTON et al., 2002).

Observa-se que houve diminuição da FR (média inicial de  $15,79 \pm 3,71$  e final de  $15,02 \pm 3,76$  rpm –  $p < 0,05$ ) após a 3ª série do 2º momento, pois de acordo com Victor e Mark (1985) há uma interação barorreflexa cardiopulmonar inibitória específica na região da carótida em humanos. Com relação a

interação do controle cardiopulmonar e barorreflexo carotídeo da resistência vascular, que diretamente está relacionado com o controle respiratório e medidas pressóricas, deve-se a ajustes neurocirculatórios compensatórios modificados grandemente por alterações concomitantes no disparo vagal cardiopulmonar aferente. Este fato não foi confirmado no estudo realizado por Parreira et al. (2004), no qual não houve alteração significativa na FR após a utilização do incentivador sobre a influência da posição corporal à 30° de inclinação e houve aumento significativo da FR com o uso de incentivador à 45° de inclinação. Porém um estudo realizado por Radaelli et al. (2004) mostrou que o controle respiratório, com ciclos respiratórios de seis por minuto, em comparação com a respiração espontânea, foi associado com os componentes depressores e inibitórios cardíacos do barorreflexo arterial, e a diminuição da FR no presente estudo poderia ser explicada pelo mesmo mecanismo do estudo acima, controle ou modificação do barorreflexo cardiopulmonar.

Foi possível verificar o aumento da Pimáx (média inicial de  $65,62 \pm 28,07$  e final de  $70,88 \pm 25,97$  cmH<sub>2</sub>O –  $p < 0,05$ ) e da Pemáx (média inicial de  $60,83 \pm 26,03$  e final de  $64,65 \pm 28,03$  cmH<sub>2</sub>O –  $p < 0,05$ ) após as três séries do 2º momento. O instrumento utilizado na pesquisa dá ênfase aos músculos inspiratórios, o que se explica o aumento da Pimáx.

Durante a inspiração, a contração do diafragma faz o centro frênico baixar, o que aumenta o diâmetro vertical do tórax; porém, em seguida, a resistência ao alongamento dos elementos verticais do mediastino intervém e, especialmente a resistência da massa das vísceras abdominais. Esta massa está mantida pela “cinta abdominal” constituída pelos potentes músculos abdominais. Sem eles, o conteúdo abdominal seria empurrado para baixo e para frente, e o centro frênico não poderia tomar um ponto fixo sólido que permitisse ao diafragma levantar as costelas inferiores. Durante a expiração, o diafragma se relaxa, e a contração dos abdominais faz baixar o orifício inferior do tórax, diminuindo simultaneamente os diâmetros transversal e antero-posterior do tórax. Por outro lado, aumentando a pressão intra-abdominal, os citados músculos deslocam a massa das vísceras para cima e fazem o centro frênico subir, o que diminui o diâmetro vertical do tórax, ao mesmo tempo que “fecham” os seios costodiafragmáticos. Os músculos abdominais são, então, os

antagonistas perfeitos do diafragma, visto que diminuem simultaneamente os três diâmetros do tórax (KAPANDJI, 2000). Um aspecto importante da mecânica da ventilação é a interconexão hidráulica entre o diafragma e o abdome. Fisiologicamente, qualquer alteração na pressão intratorácica (transpulmonar) deverá ser equilibrada por uma alteração oposta na pressão intra-abdominal. Para qualquer dado volume pulmonar (do gradil costal), um deslocamento para baixo do diafragma (as fibras são encurtadas) deverá passar por um deslocamento para fora da parede abdominal. Do mesmo modo, se a parede abdominal se desloca para dentro (como quando os músculos abdominais estão em contração ativa), o diafragma está deslocado para cima, portanto estirando e alongando suas fibras e otimizando seu comprimento-tensão. Esta relação inversa entre as pressões torácica e abdominal durante a ventilação (denominada pressão transdiafragmática) está relacionada a Lei de Laplace. Isto significa que um diafragma que tem um raio menor será capaz de gerar uma pressão transdiafragmática mais elevada, sendo mais efetiva que um diafragma mais amplo e achatado. Portanto, o aumento da tensão da musculatura abdominal imediatamente antes da inspiração poderá resultar numa contração mais intensa do diafragma e em maior potencial para a ocorrência de maiores diferenças de pressão transdiafragmática durante a inspiração (NORKIN e LEVANGIE, 2001). De acordo com Wilmore e Costill (2001) apud Kotz (2005), quando há necessidade de gerar maior força de contração, as fibras tipo II são requisitadas por estas serem capazes de gerar maior força. E no presente estudo este foi o estímulo determinado durante a realização da técnica, o que provavelmente levou a maior força muscular.

Ou seja, existe uma relação muito estreita entre a musculatura inspiratória e expiratória sendo que elas atuam como sinergistas para cada ato respiratório e por isso que mesmo ao estimularmos a musculatura inspiratória, indiretamente, a musculatura expiratória também foi acionada e estimulada, esta situação foi observada por aumento na  $P_{em\acute{a}x}$  na avaliação final.

O aumento da  $P_{im\acute{a}x}$  durante a avaliação inicial no momento 2 pode ser justificado como sendo forma de aprendizado não associativo de habituação, segundo Shumway-Cook e Woollacott (2003) que definem essa forma de aprendizagem como a que “o indivíduo está aprendendo as propriedades de

um estímulo que é repetido” e habituação “a supressão aprendida de uma resposta a um estímulo que não é prejudicial”.

O estudo de Kotz (2005) comprova o aumento dos valores da Pimáx com a utilização de incentivadores respiratórios. No entanto não foram encontrados estudos que comprovem o aumento da Pemáx na utilização de incentivadores inspiratórios.

No presente estudo não houve alteração significativa em relação a SatO<sub>2</sub> em nenhum momento durante a utilização do incentivador inspiratório a fluxo. Isso contrapõe o estudo realizado por Parreira e colaboradores em 2005 no qual foram observadas alterações significantes da SatO<sub>2</sub> (%) (média inicial de 96,06±1,14 e final de 97,12±1,36 – p<0,05) após o uso de incentivadores inspiratórios a fluxo (Respirex, Triflo II) e a volume (Coach, Voldyne), não havendo alteração significativa somente com Respirex. Uma explicação seria que os voluntários saudáveis já apresentavam níveis normais elevados na oximetria de pulso (97,58±1,11%) e para tanto haveria de existir uma amostra maior que a estudada para se ter comprovação estatística relevante desta alteração.

Como limitação do presente estudo pode ser citada a dificuldade de encontrar voluntários do sexo masculino e a disponibilidade de um único período do dia para todos, sendo as avaliações realizadas no horário disponibilizado por cada um (matutino ou vespertino).

Sugere-se a realização de novos estudos focados no efeito do incentivador inspiratório na Pemáx ou também, com dois grupos, um do sexo feminino e outro do sexo masculino, com o objetivo de constatar se há diferença nas repercussões cardiorespiratórias em cada sexo.

## **6 CONCLUSÃO**

Conclui-se que há alterações nos parâmetros cardiorespiratórios e muscular após a utilização do inspirômetro de incentivo a fluxo, com alterações significantes na PA, FP, FR, Pimáx e Pemáx, dependendo do número de séries realizadas.

## REFERÊNCIAS

AARC (American Association for Respiratory Care) clinical practice guideline. **Incentive spirometry**. 1991 Dec;36(12):1402-5.

AZEREDO, C.A.C; QUEIROZ, A.N. Dinâmica Diafragmática. In: \_\_\_\_\_. Azeredo, C.A.C. **Fisioterapia Respiratória Moderna**. São Paulo: Manole, 1999. p. 3-18

AZEREDO, C.A.C. Ciclo Ventilatório. In:\_\_\_\_\_. **Fisioterapia Respiratória Moderna**. São Paulo: Manole, 1999. p. 203-211.

AZEREDO, C.A.C. **Fisioterapia Respiratória no Hospital Geral**. São Paulo: Manole, 2000.

AZEREDO, C.A.C; PINHO, M.C.B; QUEIROZ, A.N. Biofeedback Respiratório. In: \_\_\_\_\_. Azeredo, C.A.C. **Fisioterapia Respiratória Moderna**. São Paulo: Manole, 1999. p.155-176.

BETHLEM, N. **Pneumologia**. São Paulo: Atheneu, 2000.

BRITTO, R. R.; BRANT, T. C. S.; PARREIRA, V. F. **Recursos Manuais e Instrumentais em Fisioterapia Respiratória**. SP: Manole, 2008.

CARVALHO, M. **Fisioterapia Respiratória: Fundamentos e contribuições**. Rio de Janeiro: Revinter, 2001.

COSTA, D. **Fisioterapia Respiratória Básica**. Rio de Janeiro: Atheneu, 1999.

COSTA, D., JAMAMI, M., PIRES, V.A. In: \_\_\_\_\_. Costa, D. **Fisioterapia Respiratória Básica**. Rio de Janeiro: Atheneu, 1999. p. 87-114.

CRONK, C. E.; ROCHE, A. F. Race and sex-specific reference data for triceps and subscapular skinfolds and weight/stature. **Am J Clin Nut**, v.35, p.347-354, 1982.

DRAGOSAVAC, D.; TERZI, R. G.G. Interação Cardiopulmonar Durante a Ventilação Mecânica. In:\_\_\_\_\_. CARVALHO, C. R. R. **Ventilação Mecânica Vol. I- Básica**, 1º ed. São Paulo: Atheneu, 2006. p.253-269.

ECKBERG, D L; ORSHAN, C R. Respiratory and baroreceptor reflex interactions in man. **J. Clin. Invest.** 59:780-785, 1977.

GUYTON, A.C.; HALL, J.E. **Tratado de Fisiologia médica**. 10º ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002.

KAPANDJI, A.I. **Fisiologia Articular: Tronco e Coluna Vertebral**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.

KENDAL, F. P.; MCCREARY, E.K.; PROVENCE, P.G.; RODGERS, M.M.; ROMANI, W.A. **Músculos: Provas e Funções**. Barueri, SP: Manole, 2007.

KOTZ, J.C. **Estudo comparativo do efeito dos incentivadores respiratórios VOLDYNE® e RESPIRON® sobre a força dos músculos inspiratórios em indivíduos saudáveis**. 2005. 91f. Trabalho de Conclusão de Curso (Fisioterapia). Unioeste, Paraná.

LEINER, G. C. et al. Expiratory peak flow rate. Standard values for normal subjects. Use as a clinical test of ventilatory function. **Am Rev Respir Dis** 1963; 88:644-51.

MAHAN, L. K. **Krause: alimentos, nutrição & dietoterapia**. 9º ed. São Paulo: Roca, 1998.

MCARDLE, W. D.; KATCH, F.I. KATCH, V.L. **Fisiologia do exercício**. 4º ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998.

NORKIN, C.C; LEVANGIE, P.K. **Articulações, estrutura e função: Uma abordagem prática e abrangente**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Revinter, 2001.

PARREIRA, V.F. et al. Avaliação do volume corrente e da configuração toracoabdominal durante o uso de espirômetros de incentivo a volume e a fluxo, em sujeitos saudáveis: influência da posição corporal. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, Vol. 8, n.1, 2004. p. 45-51.

PARREIRA, V.F.; TOMICH, G.M; BRITTO, R.R.; SAMPAIO, R.F.. Assessment of tidal volume and thoracoabdominal motion using volume and flow-oriented incentive spirometers in healthy subjects. **Braz J Med Biol Res**, v. 38, p. 1105-1112, 2005.

RADAELLI, A. et al. Effects of slow, controlled breathing on baroreceptor control of heart rate and blood pressure in healthy men. **J Hypert**, 22: 1361-1370, 2004.

RUPPEL, G. O Sistema Respiratorio. In: \_\_\_\_\_ Scanlan, C.L.; Wilkins R.L. Stoller, J.K. **Fundamentos da terapia respiratória de Egan**. São Paulo: Manole, 2000. p.147-182.

SCANLAN, C.L. Análise e Monitorização do Intercambio Gasoso. In: \_\_\_\_\_ Scanlan, C.L.; Wilkins R.L. Stoller, J.K. **Fundamentos da terapia respiratória de Egan**. São Paulo: Manole, 2000. p.351-383.

SHUMWAY-COOK, A.; WOOLLACOTT M. H. **Controle motor: Teorias e aplicações práticas**. Barueri: Manole, 2003.

VI Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial. Sociedade Brasileira de de Cardiologia. Suplemento: **Arq. Bras. Cardiol**. São Paulo, 95 (1 supl.1) : 1-51, 2010.

VICTOR, R G; MARK, A L. Interaction of cardioplumony and carotid baroreflex control of vascular resistance in humans. **J. Clin. Invest.** 76:1592-1598, 1985.

WEST, J. B. **Fisiologia Respiratória Moderna.** 5<sup>o</sup> ed. São Paulo: Manole, 1996.

WHO. Appropriate body-mass index for Asian populations and its implications for policy and intervention strategies. **Lancet**, v.363, p.157-63, 2004.

## APÊNDICE 1

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Título do Projeto: Avaliação do efeito do inspirômetro de incentivo a fluxo nos parâmetros cardiorrespiratórios em indivíduos saudáveis.

Nome dos pesquisadores Giovana Damasceno e Souza e Mariana Dela Coleta Ricci/  
Orientador: Prof<sup>o</sup> Ms Bruno Martinelli.

Rua: Irmã Arminda, 10-50. Jd Brasil. Bauru/SP. Tel: 21077056/7057.

Local da pesquisa: Clínica de Fisioterapia da Universidade Sagrado Coração.

OBJETIVO: Avaliar o efeito do inspirômetro de incentivo a fluxo nos parâmetros cardiorrespiratórios em diferentes números de séries e repetições em indivíduos saudáveis.

Por meio desta esclarecemos que alunos do curso de fisioterapia da Universidade Sagrado Coração realizarão uma avaliação por meio de uma ficha de avaliação e aparelhos não invasivos (manovacuômetro, ventilômetro, espirômetro, balança com estadiômetro, oxímetro, peak flow, esfigmomanômetro e estetoscópio) para identificar as modificações cardiorrespiratórias que possam ocorrer após o uso do incentivador a fluxo em diferentes números de repetições em indivíduos saudáveis.

Para garantir a segurança dos participantes envolvidos no estudo, os procedimentos empregados estarão de acordo com as normas éticas, garantindo sigilo e privacidade dos participantes. Além do que, não haverá nenhuma despesa financeira decorrente da participação dos indivíduos na pesquisa, nem por parte dos participantes quanto dos pesquisadores.

Esses procedimentos não causam nenhum dano a saúde do voluntário e caso haja alguma intercorrência os pesquisadores serão responsáveis por tais fatos decorrentes da avaliação.

Dessa forma solicito o consentimento para participar do referido estudo, de acordo com as condições mencionadas no presente documento. No caso de necessidade de informações, sugere-se contato com os alunos ou responsáveis para maiores esclarecimentos.

Não há obrigatoriedade de participação na pesquisa, e sua desistência pode ser a qualquer momento e não acarretará nenhum comprometimento quanto a outros tratamentos.

Certifico-me que li e foi me lido esse termo de consentimento e que entendi o seu conteúdo. A minha assinatura demonstra que concordei livremente em participar deste estudo.

Atenciosamente,

Orientador:

\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_  
Bruno Martinelli

\_\_\_\_\_  
Giovana Damasceno e Souza

\_\_\_\_\_  
Mariana Dela Coleta Ricci

De acordo

\_\_\_\_\_  
Assinatura

\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_

**Bauru, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ 2010.**

## APÊNDICE 2

## FICHA DE AVALIAÇÃO

Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Avaliador (a): \_\_\_\_\_

## IDENTIFICAÇÃO

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

Sexo:  Masculino  Feminino      Data de Nascimento: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_      Idade: \_\_\_anosEtnia:  Branca  Negra  Asiática

Telefone: \_\_\_\_\_

Profissão: \_\_\_\_\_      Estado Civil: \_\_\_\_\_

Endereço: \_\_\_\_\_

Bairro: \_\_\_\_\_      Cidade: \_\_\_\_\_      UF: \_\_\_      CEP: \_\_\_\_\_

Patologia pulmonar:  Não 

Sim: \_\_\_\_\_

Hábitos de vida:  Tabagista Bebidas Alcoólicas Gestante Atividade física: Frequência: \_\_\_\_\_      Duração: \_\_\_\_\_

Modalidade: \_\_\_\_\_

 Inatividade físicaAltura \_\_\_\_\_cm      Peso: \_\_\_\_\_Kg      IMC: \_\_\_\_\_kg/m<sup>2</sup>

- **1º Momento – avaliação inicial:**

PA<sub>i</sub>: \_\_\_\_\_ mmHg      SatO<sub>2i</sub>: \_\_\_\_\_      FP<sub>i</sub>: \_\_\_\_\_ bpm

Pimáx<sub>i</sub>: \_\_\_\_\_ Pemáx<sub>i</sub>: \_\_\_\_\_

Peak Flow: \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

VM:              FR:              VC:              CV:

- **2º Momento – 10 repetições:**

PA<sub>i</sub>: \_\_\_\_\_ mmHg      SatO<sub>2i</sub>: \_\_\_\_\_      FP<sub>i</sub>: \_\_\_\_\_ bpm      FR<sub>i</sub>: \_\_\_\_\_ rpm

Pimáx<sub>i</sub>: \_\_\_\_\_ Pemáx<sub>i</sub>: \_\_\_\_\_

Peak Flow: \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

Incentivador:

Número de Esferas	Tempo de sustentação	PA	FP	SatO <sub>2</sub>	FR

PA<sub>f</sub>: \_\_\_\_\_ mmHg      SatO<sub>2f</sub>: \_\_\_\_\_      FP<sub>f</sub>: \_\_\_\_\_ bpm      FR<sub>f</sub>: \_\_\_\_\_ rpm

Pimáx<sub>f</sub>: \_\_\_\_\_ Pemáx<sub>f</sub>: \_\_\_\_\_