**VIVIANE MORBELLI WAGANA**

# Efeitos da compressão abdominal com faixa nos parâmetros respiratórios em voluntários normais

**Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo para obtenção do título de mestre em Ciências.**
**Área de Concentração: Fisiopatologia Experimental.**
**Orientação: Prof. Dra Carmen Sílvia Valente Barbas**

**São Paulo**
**2004**

# DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho às duas pessoas mais importantes em minha vida, meus pais **Avenir e  Alayde**. Sem vocês com certeza eu não estaria aqui agora!

# AGRADECIMENTOS

A ***Deus,*** por me fazer acreditar que sou capaz de chegar em qualquer lugar.

***Pai e Mãe*** obrigada pelo incentivo e principalmente pelo amor.

À minha orientadora ***Carmen***, por acreditar no meu potencial profissional e sempre me incentivar, principalmente nos momentos mais difíceis.

À minha família, principalmente ***meus irmãos, cunhados e sobrinhos,*** pois entenderam minha ausência em algumas ocasiões e me ajudaram a tornar possível este momento.

Ao meu grupo de amigos e espiritual ***Busca da Luz***, pela força, incentivo e pelo carinho.

Aos meus ***queridos alunos*** que foram os voluntários desse trabalho. E aos outros alunos que entenderam os meus momentos de dificuldades.

É difícil citar ***todos*** que durante esses 3 anos me apoiaram e participaram desta caminhada. Mas, agradeço do fundo do meu coração cada um de vocês que, de uma forma ou de outra, estiveram comigo e torceram, incentivaram e hoje estão aqui para comemorar essa vitória.

# SUMÁRIO

**LISTA DE ABREVIATURAS**

**LISTA DE FIGURAS**

**LISTA DE TABELAS**

**RESUMO**

**ABSTRACT**

**1. INTRODUÇÃO ..... 01**

**2. HIPÓTESE DO ESTUDO ..... 11**

**3. OBJETIVO ..... 12**

**4. DELINEAMENTO DO ESTUDO ..... 13**

**5. MATERIAL E MÉTODOS ..... 14**

**5.1. Sujeitos ..... 14**

**5.2. Local ..... 14**

**5.3. Critérios de Inclusão ..... 14**

**5.4. Critérios de Exclusão ..... 14**

**5.5. Procedimento ..... 15**

**5.6. Análise Estatística ..... 21**

**6. RESULTADOS ..... 22**

**7. DISCUSSÃO ..... 36**

**8. CONCLUSÃO ..... 46**

**9. PERSPECTIVAS FUTURAS ..... 47**

**10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS ..... 48**

**ANEXO: Protocolo ..... 53**

# LISTA DE ABREVIATURAS

| | |
|---|---|
| **PIA** | pressão intra-abdominal |
| **UTI** | unidade de terapia intensiva |
| **PImax** | pressão inspiratória máxima |
| **PEmax** | pressão expiratória máxima |
| **CRF** | capacidade residual funcional |
| **VC** | volume corrente |
| **CVF** | capacidade vital forçada |
| **FR** | freqüência respiratória |
| **ml** | mililitros |
| **cm$H_2O$** | centímetros de água |
| **CV** | capacidade vital |
| **Cabdom** | circunferência abdominal |
| **CAPD** | diálise peritoneal ambulatorial contínua |
| **$CO_2$** | gás carbônico |
| **EMG** | eletromiografia |

## LISTA DE FIGURAS


| | | |
|---|---|---|
| Figura 1 | Balança Digital *Plenna* ..... | 15 |
| Figura 2 | Medida da circunferência abdominal ..... | 16 |
| Figura 3 | Manovacuômetro Ger-Ar ..... | 17 |
| Figura 4 | Ventilômetro Ohmeda ..... | 18 |
| Figura 5 | Compressão abdominal com faixa ..... | 19 |
| Figura 6 | Compressão abdominal e medida de PImax ..... | 20 |
| Figura 7 | Medidas dos parâmetros respiratórios sem compressão abdominal ..... | 20 |
| Figura 8 | Circunferência abdominal nas diversas compressões abdominais com faixa em voluntários normais ..... | 26 |
| Figura 9 | Frequência respiratória nas diversas compressões abdominais com faixa em voluntários normais ..... | 27 |
| Figura 10 | Capacidade vital forçada nas diversas compressões abdominais com faixa em voluntários normais ..... | 28 |
| Figura 11 | Volume corrente nas diversas compressões abdominais com faixa em voluntários normais ..... | 29 |
| Figura 12 | Pressão inspiratória máxima nas diversas compressões abdominais com faixa em voluntários normais ..... | 30 |
| Figura 13 | Pressão expiratória máxima nas diversas compressões abdominais com faixa em voluntários normais ..... | 33 |

# LISTA DE TABELAS


Tabela 1 Características gerais dos pacientes ..... 22

Tabela 2 Medidas dos parâmetros respiratórios sem compressão abdominal ..... 24

Tabela 3 Medidas dos parâmetros respiratórios com compressão abdominal de -10% da circunferência abdominal de base ..... 31

Tabela 4 Medidas dos parâmetros respiratórios com compressão abdominal de -15% da circunferência abdominal de base ..... 34

Tabela 5 Medidas dos parâmetros respiratórios sem compressão abdominal ..... 35

# RESUMO

WAGANA, VM. **Efeitos da compressão abdominal com faixa nos parâmetros respiratórios em voluntários normais**. São Paulo, 2004. Dissertação de mestrado - Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

**Introdução**: Durante a inspiração, o diafragma contrai e abaixa o centro frênico aumentando o diâmetro vertical do tórax. Entretanto, o conteúdo abdominal impede a excursão diafragmática. Os músculos abdominais funcionam como uma cinta segurando as vísceras abdominais, ajudando a o diafragma a aumentar a pressão intra-abdominal. Na expiração forçada, os músculos abdominais contraem e comprimem o abdômen elevando o diafragma.

**Objetivo**: Analisar os efeitos da compressão abdominal com faixa, até diminuir de -10% e -15% da circunferência abdominal inicial, avaliando a freqüência respiratória (FR),volume corrente (VC), capacidade vital forçada (CVF), pressão inspiratória máxima (PImax) e pressão expiratória máxima (PEmax) em voluntários normais.

**Métodos**: Foram avaliados 26 voluntários normais, idade média de 24 anos ± 4anos, 14 mulheres e 12 homens, em respiração espontânea foram submetidos à medida da circunferência abdominal. Foram medidos também FR, VC, CVF, Pimax e PEmax. Depois, repetimos as medidas após a compressão abdominal com -10% e -15% da circunferência de base. Depois, retiramos a faixa compressiva e medimos novamente os parâmetros.

**Resultados**: Com compressão de -10%, houve diminuição do VC de 517 mL 456,86 mL *(p < 0,005*) e Pimax de -111cm$H_2$0 para -96 cm$H_2$0 *(p < 0,005*). Após a compressão de -15%, além da diminuição dos parâmetros anteriores, observamos também a diminuição da PEmax de 120 cm$H_2$0 para 100 cm$H_2$0 *(p < 0,005*). Após a retirada da faixa, os valores voltaram próximos aos iniciais.

**Conclusão**: A compressão abdominal de -10 e -15% com faixa diminui o VC, PImax e PEmax (a última apenas com -15%) e não afeta a FR e a CVF.

## ABSTRACT

WAGANA, VM. **Effects of external abdominal compression in respiratory parameters in healthy volunteers**. São Paulo, 2004. Dissertação de mestrado - Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

**Background**: During the inspiration, the diaphragm contracts and pulls down the central tendon and rises the vertical thoracic diameter. However, the abdominal container resistance forbids the diaphragmatic excursion. The abdominal organs are contained by a strong muscle binder that helps the diaphragm increasing the intra-abdominal pressure, allowing the inferior rib cage to go upward. In deep expiration, strong contractions of abdominal muscles constrict and compress the abdomen, helping to elevate the relaxing diaphragm.

**Objectives**: To analyse the effects of -10% and -15% of the baseline abdominal circumference compression with a band in the respiratory rate (RR), tidal volume (TV), forced vital capacity (FVC) and maximal inspiratory (MIP) and expiratory pressures (MEP) in normal volunteers.

**Methods**: Twenty six normal volunteers, mean age of 24 $\pm$ 4 years, 14 female and 12 male, in spontaneous breathing were submitted to abdominal circunference measurement. Thereafter, we obtained their RR, TV, FVC, MIP and MEP. Then, we repeated the measures after compression of abdomen using an external band to achieve – 10% and – 15% of the basal abdominal circumference. Then, we took out the band and measured the respiratory parameters again.

**Results**: With -10% abdominal compression, TV decreased from 517 mL to 456,86 mL *(p < 0,005*) and MIP decreased from -111 $cmH_20$ to -96 $cmH_20$ *(p < 0,005*). Then, after -15% abdominal compression, we could observe a decrease in MEP: 120 $cmH_20$ to 100 $cmH_20$ *(p < 0,005*). After taking out the band, the respiratory parameters returned next to the basal measurements.

**Conclusion**: The abdominal compression of -10% and -15% with an external band decreased TV, MIP and MEP (the last one only with – 15% compression) and didn't affect RR and FVC.

# 1 - INTRODUÇÃO

O tórax humano é um exemplo da interação de complexas estruturas anatômicas. Juntos, os vários tecidos promovem uma estrutura forte e resistente a pressões, além da mobilidade que permite a expansão pulmonar para a entrada de ar (OSMOND, 1995).

A caixa torácica é uma estrutura complexa e consiste de uma série de tecidos: vértebras torácicas, costelas e esterno além das estruturas cartilaginosas. (DE TROYER & LORING, 1995; OSMOND, 1995).

A ventilação normal é um ciclo ativo que consiste na entrada e saída de ar dos pulmões para que haja a troca gasosa (SCANLAN, 1995).

Os movimentos da caixa torácica são tanto posturais quanto da respiração. A inspiração está associada ao aumento simétrico da caixa torácica em todos os eixos – vertical, transverso e antero-posterior. Em sua parte postural, a coluna permite alguns movimentos de flexão lateral do tronco, flexão anterior, extensão e rotação (OSMOND, 1995).

Em relação às cartilagens, cada cartilagem costal é inserida no fim de sua respectiva costela, formando uma série de articulações ao longo do esterno. No esterno, não há ossificação do processo xifóide que permanece cartilaginoso, projetando-se na cavidade abdominal (OSMOND, 1995)

Vários músculos do tórax e do abdome contribuem para a geração de pressão com a consequente movimentação do ar até os pulmões. Esses músculos são chamados de principais e acessórios da inspiração (SCANLAN, 1995).

Os músculos principais da inspiração são: diafragma, intercostais externos, paraesternais e escalenos. Entre os acessórios, podemos citar: esternocleidomastoideo, trapézio, peitoral maior, peitoral menor, rombóides e grande dorsal (KENDALL, 1990).

Em seu estudo, DE TROYER & SAMPSON (1982) confirmaram que os músculos paraesternais e intercostais externos agem em todas as alterações de volumes pulmonares, menos naquelas em que há pouca alteração do volume.

Os músculos intercostais possuem duas partes: intercostal e intercondral. Através da eletromiografia, observa-se que os músculos intercostais externos e a parte intercondral dos intercostais internos agem na inspiração, enquanto que a parte intercostal dos músculos intercostais internos agem na expiração. Além disso, a ação dos intercostais é de resistir às alterações de pressão na caixa torácica e nas mudanças posturais da caixa (OSMOND, 1995).

A expiração é um movimento passivo, portanto não há ação muscular, entretanto, numa expiração forçada, pode-se observar a ação dos músculos abdominais (reto abdominal, oblíquo externo, oblíquo interno e transverso do abdome), intercostais internos, triangular do esterno e quadrado lombar (DE TROYER, 1995).

A parede torácica e a parede abdominal são partes integrantes da caixa torácica. Esses dois compartimentos são separados por uma estrutura músculo-tendínea, o diafragma. A separação das duas cavidades permite a cada uma delas movimentos e funções diferentes (DE TROYER & LORING, 1995; OSMOND, 1995).

O diafragma é um músculo delgado e achatado que é solidário às essas duas cavidades. Possui suas inserções no processo xifóide, na parte interna das cartilagens das seis últimas costelas e uma parte vertebral, como pilares,

verticalmente junto aos músculos psoas e quadrado lombar. Suas fibras convergem entre si formando o centro tendíneo (CAMPIGNION, 1998; PIERCE, 1995; KAPANDJI, 1990; OSMOND, 1995; SCANLAN, 1995). Este músculo possui dois componentes principais: esternocostal e vertebral, de acordo com a estrutura de origem. As fibras costais convergem para as bordas anterior, lateral e algumas, posterior do centro tendíneo, aumentando consideravelmente o comprimento ao redor do tórax e da frente para trás. A parte vertebral (crural) vêm da aponeurose, ligamentos e corpos vertebrais lombares, onde as fibras se agrupam e, em alguns casos, se cruzam para formar os pilares do diafragma (OSMOND, 1995, CAMPIGNION, 1998).

O diafragma vertebral, ao se contrair, desloca no sentido caudal o centro tendíneo aumentando a pressão abdominal. O diafragma costal tem ação semelhante, mas ao desenvolver força caudal sobre o tendão, gera uma força dirigida cefalicamente sobre a margem costal (MACKLEM, 1992).

ROAD e colaboradores (1986) mostraram que quanto maior o comprimento do diafragma maior a força que ele pode gerar e que a parte crural do diafragma é mais complacente que a costal, em relação ao comprimento na posição supina.

O centro tendíneo do diafragma é fino, forte e possui três partes. Uma delas se projeta posteriormente. A parte central está situada junto ao o pericárdio e divide a cúpula diafragmática em duas partes: direita e esquerda. Em sujeitos saudáveis os movimentos das duas hemicúpulas são sincronizados (SCANLAN, 1995, OSMOND, 1995).

O diafragma apresenta forma de cúpula côncava na parte de baixo, cuja base está relacionada ao contorno inferior da caixa torácica. Esta cúpula é mais alta à direita do que à esquerda, e na fase da expiração, eleva-se até a altura do 5º arco

costal e à direita, do 6º arco costal (CAMPIGNION, 1998). O diafragma contribui consideravelmente para a expansão torácica, cerca de 75%, sendo inervado pelo nervo frênico (raízes nervosas C3 a C5) (SCANLAN, 1995)

Antes do início da inspiração, a pressão pleural é de - 5 $cmH_2O$. Quando a inspiração começa, a contração muscular gera uma pressão pleural negativa havendo a entrada de ar e expansão da caixa torácica. A pressão intrapleural continua diminuindo até o final da inspiração, enquanto a pressão intra-abdominal aumenta e os músculos da parede abdominal se relaxam. No final da inspiração, o tecido pulmonar elástico traciona o tórax para sua posição expiratória onde as pressões de recuo pulmonar e da caixa torácica se equilibram (GANONG, 1989; SCANLAN, 1995).

A caixa torácica e o abdome se movimentam com um pequeno grau de liberdade. Durante a inspiração, a contração do diafragma faz baixar o centro frênico, o que vai aumentar o diâmetro vertical do tórax. Este movimento vertical é de aproximadamente 1,0 a 1,7 centímetros, mas pode chegar a 10 cm numa inspiração profunda. Entretanto, rapidamente a resistência ao estiramento vertical dos elementos do mediastino e a resistência das vísceras abdominais intervém na excursão diafragmática (KAPANDJI, 1990, WARD & MACKLEM, 1995).

A pleura parietal forra a cavidade torácica e delimita duas cavidades que recebem os pulmões direito e esquerdo. Assim também acontece na cavidade abdominal, que é forrada pelo peritônio. Isso tudo faz com que o tórax e o abdome sejam cavidades hermeticamente fechadas, por isso, todo movimento do diafragma tem uma repercussão imediata sobre as duas cavidades (CAMPIGNION, 1998).

A cavidade abdominal é circundada anterior e posteriormente por músculos longitudinais, que conectam a caixa torácica à pélvis. Anteriormente, o músculo reto

abdominal cobre a superfície externa da caixa torácica fixando-se na 5ª, 6ª e 7ª cartilagens costais. Posteriormente, o quadrado lombar passa para cima e medialmente como uma pequena folha muscular do ligamento ílio-lombar e da crista ilíaca até a 12ª costela e o processo transverso da primeira vértebra lombar, fora do plano das costelas (OSMOND, 1995).

Na função respiratória, os músculos ântero-laterais da parede abdominal são músculos expiratórios e antagonistas do diafragma. Na expiração forçada, a contração importante desses músculos comprime o abdome, aumentando a pressão intra-abdominal (PIA). O aumento da PIA ajuda a elevar o diafragma relaxado e simultaneamente abaixa as costelas, comprimindo a caixa torácica inferior (OSMOND, 1995). A inspiração pode, depois acontecer se os músculos abdominais estiverem relaxados, resultando na possibilidade do diafragma se deslocar caudalmente (NIMMO, 1996).

Observa-se que a cavidade abdominal possui partes virtualmente imóveis, como a coluna vertebral, dorsalmente; a pelve, caudal e a crista ilíaca que encontra a caixa torácica lateralmente (DE TROYER & LORING, 1995).

O conteúdo abdominal consiste em um conjunto de órgãos ligados uns aos outros com paredes de ligamentos e tendões, para que esses órgãos não sejam livremente dispostos. Quando um indivíduo está em pé e os músculos respiratórios estão relaxados, o abdome se comporta como um compartimento, o qual sua parede lateral é distensível (DECRAMER, 1984; D'ANGELO & AGOSTONI, 1995).

O peritônio, que forra o conjunto da cavidade abdominal como a pleura, adere às aponeuroses e vem reforçar a estreiteza dos laços que unem o diafragma aos músculos psoas, quadrado lombar e transversos do abdome (CAMPIGNION, 1996).

As vísceras abdominais estão contidas pela cinta abdominal formada pelos poderosos músculos abdominais. Sem eles, o conteúdo abdominal seria empurrado para baixo e para frente, e o centro frênico não poderia ter um apoio sólido o que permite ao diafragma elevar as costelas inferiores (KAPANDJI, 1990; DE TROYER, 1991).

Se a parede abdominal estiver firme e contendo as vísceras abdominais, esta funciona como suporte que permite uma contração do diafragma para aumentar a pressão intra-abdominal, e há expansão da parte inferior da caixa torácica. Portanto, o relaxamento ou a parede abdominal tensa interferem no movimento do diafragma (NIMMO, 1996; GANONG, 1989).

Além disso, durante a inspiração, as vísceras abdominais impedem a excursão diafragmática, assim como o saco pericárdico que está suspenso à coluna vertebral e preso ao centro tendíneo (CAMPIGNION, 1996).

A tendência da parede abdominal é de se manter relaxada e não comprimir o conteúdo abdominal, justificando o conceito clássico que o movimento abdominal reflete o movimento diafragmático. Isso indica que existem duas partes se movendo em paralelo – a parede torácica e a parede abdominal (WARD & MACKLEM, 1995; D'ANGELO & AGOSTONI, 1995).

A ação antagonista-sinergista dos músculos abdominais é indispensável para a eficácia do diafragma. Esta noção é confirmada, por exemplo, em patologias neurológicas (poliomielite ou distrofias) ou em traumas, peritoniostomias, hérnias abdominais, onde há prejuízo na excursão do diafragma e conseqüente diminuição da expansão pulmonar e da eficácia ventilatória (KAPANDJI, 1990; PETERSEN, 2003).

Na postura ortostática, a gravidade age na inspiração na direção diafragma-abdome e na expiração na direção da caixa torácica. Apesar de haver a gravidade determinando o gradiente de pressão abdominal, que é semelhante à pressão hidrostática, mudanças regionais na pressão abdominal não são totalmente transmitidas para a caixa torácica, principalmente em sua parte crural (WARD & MACKLEM, 1995; D'ANGELO & AGOSTONI, 1995). A ação do diafragma aumenta a pressão intra-abdominal (PIA), movendo a parede abdominal para fora (NIMMO, 1996).

ANBAR (2002) e cols demonstraram que o sistema tóraco-abdominal funciona como um sistema fechado, onde a aplicação de 10 cm$H_2O$ de pressão positiva no final da expiração é transmitida para pressão intravesical, assim como a aplicação de 5 kg de peso na parede abdominal é transmitida para o platô de pressão no paciente em ventilação mecânica.

Em seu estudo, DURANTI e cols (1997) relatam que há controvérsia na força do diafragma em situações com aumento da PIA, pois a elevação do diafragma secundário ao aumento da PIA pode alongar as fibras do diafragma aumentando a área de aposição, melhorando o suporte para contração do diafragma, não prejudicando necessariamente a pressão inspiratória máxima (PImax).

Atualmente, a medida da pressão intra-abdominal (PIA) tem se tornado uma rotina em alguns centros hospitalares, já que a alteração desta medida pode indicar alterações da mecânica respiratória.

A PIA alta age nas artérias, veias e órgãos da cavidade abdominal. Como o diafragma é movido para cima, uma porção do aumento da PIA é transferida para a cavidade torácica, conseqüentemente a pressão intratorácica aumenta, levando à compressão do coração, pulmões e vasos sanguíneos (BARNES, 1985).

O aumento da PIA empurra o diafragma para cima e a complacência torácica diminui com o consequente aumento da pressão requerida para ventilar o paciente se ele estiver em ventilação mecânica. Além disso, a capacidade residual funcional está diminuída, prejudicando a troca gasosa (BALOGH, 2003).

Pode-se observar a alteração da PIA por compressão interna, como por exemplo, em casos de cirurgia abdominal, diálise peritoneal, gravidez, aumento da bexiga ou por compressão externa, como na utilização de faixas compressivas (PRYOR, 2002).

REVELLETE (1992), em seu estudo com gatos, utilizou um grande balonete ao redor do abdome dos animais para aumentar a pressão abdominal, visando alterar o comprimento inicial do diafragma, aumentando a atividade deste músculo.

HILLMAN (1990) usou uma compressão externa durante o esforço respiratório elevando a pressão intra-abdominal. A parede abdominal moveu-se para dentro e a parte superior da caixa torácica para fora, com discreta alteração da caixa torácica inferior.

Em pacientes na unidade de terapia intensiva (UTI), a PIA é tipicamente medida indiretamente através da pressão intra-vesical, e se estiver importantemente aumentada pode levar à síndrome compartimental abdominal (SCA) (KACMAZ, 2003)

Há uma grande relação entre a SCA e o aumento da pressão da via aérea, da pressão intra-torácica e da alteração da oxigenação pulmonar. O mecanismo pelo qual a SCA altera a função pulmonar é o deslocamento cranial do diafragma, diminuindo os volumes pulmonares e a complacência pulmonar (McNELIS, 2003).

Em pacientes em ventilação mecânica invasiva, as medidas de mecânica respiratória podem ser realizadas rotineiramente e podem ser relacionadas com as

medidas da PIA, esta medida através da sonda vesical de demora. Com aumento maior que 20 $cmH_20$ há repercussões nas funções cárdio-pulmonares, perfusão visceral com hipofluxo no sistema porta e esplâncnico, além da queda da capacidade residual funcional (CHANG, 1998).

Embora as variações de volume pulmonar não sejam específicas da função muscular, pode-se utilizar a espirometria para avaliar a eficiência dos músculos respiratórios (WOHLGEMUTH, 2003), além das medidas de pressões inspiratória máxima (PImax) e expiratória máxima (PEmax), que refletem a força da musculatura respiratória e podem ser medidos com auxílio do manômetro de pressões negativa e positiva (AZEREDO, 1993).

PImáx é a maior força subatmosférica gerada durante a inspiração contra uma via aérea ocluída e a PEmáx é a máxima pressão que pode se desenvolver durante uma expiração forçada contra uma via aérea ocluída (NEDER, 1999).

A espirometria e as medidas de PImax e PEmax são comumente usadas para avaliar a função respiratória. Para a mensuração da PImax e PEmax, deve-se considerar o volume pulmonar, pois a força muscular é dependente do comprimento do músculo respiratório (AZEREDO, 1993).

Essas medidas, relativamente simples, podem ser utilizadas para diagnóstico e prognóstico de doenças pulmonares e neuromusculares (NEDER, 1999).

A medida da PImax deve ser realizada a partir da capacidade residual funcional (CRF), pois não há o componente retrátil da expansão da parede torácica, melhorando o desempenho dos músculos respiratórios (JARDIM & FELTRIM, 1998), e a PEmax a partir da capacidade inspiratória (AZEREDO, 1993).

As medidas dos parâmetros respiratórios são comumente realizados em centros hospitalares quando os pacientes apresentam suspeita de PIA alta.

Entretanto, em pacientes em ventilação espontânea não há relatos de alteração de parâmetros respiratórios com utilização de faixa compressiva abdominal em voluntários normais. Existem somente estudos que avaliam os parâmetros respiratórios em pacientes com problemas de parede abdominal, como hérnia abdominal e pós-operatório de cirurgia abdominal.

Pela escassez de estudos que quantifiquem as alterações dos parâmetros respiratórios possivelmente ocasionadas pela compressão da parede abdominal em voluntários normais, decidimos realizar esta tese de dissertação de mestrado.

# 2 - HIPÓTESE DO ESTUDO

A compressão abdominal com faixa, provavelmente altera os parâmetros respiratórios como VC, CVF, FR, Pimax e PEmax.

Essas alterações devem ser: diminuição do VC, CVF, Pimax, PEmax e aumento da FR, já que há restrição da parede abdominal e, consequente diminuição da excursão do diafragma, assim haverá tentativa de compensação respiratória, aumentando a FR.

# 3 - OBJETIVO

O objetivo deste trabalho foi avaliar os parâmetros respiratórios (VC, CVF, FR, Pimax, PEmax) em voluntários normais com compressão abdominal com faixa até diminuir de - 10% e -15% da circunferência abdominal em repouso, mantendo a compressão por cinco minutos.

## 4 - DELINEAMENTO DO ESTUDO

26 voluntários normais
+ medida da circunferência abdominal

mensuração dos parâmetros respiratórios VC, CVF, FR, PImax, PEmax

colocação da faixa abdominal por 5 minutos até diminuir de -10%

mensuração dos parâmetros respiratórios VC, CVF, FR, PImax, PEmax

colocação da faixa abdominal por 5 minutos até diminuir de -15%

mensuração dos parâmetros respiratórios VC, CVF, FR, PImax, PEmax

retirada da faixa

mensuração dos parâmetros respiratórios VC, CVF, FR, PImax, PEmax

## 5.1. Sujeitos

Foram avaliados 26 voluntários, 12 homens e 14 mulheres com idade entre 21 e 35 anos (média de 24 ± 4 anos), saudáveis, não tabagistas e sem doenças pulmonares ou cirurgias abdominais prévias.

O estudo foi aprovado pela Comissão de Ética do Hospital das Clínicas da Universidade de São Paulo.

## 5.2. Local

Clínica de Fisioterapia da Universidade Bandeirante de São Paulo -ABC.

## 5.3. Critérios de Inclusão

Os critérios de inclusão foram idade maior que 18 anos e menor que 60 anos e voluntários saudáveis.

## 5.4. Critérios de Exclusão

Os critérios de exclusão foram uso prévio de cinta abdominal, doenças pulmonares, gravidez atual, incisões abdominais, tabagismo e obesos.

### 5.5. Procedimento

Os voluntários foram questionados sobre presença de doenças pulmonares prévias, cirurgias abdominais, gestações atuais e prévias e tabagismo (cigarros/ dia/ ano).

Foram realizadas medidas de altura através de colocação de centímetro na parede e o peso, através da balança digital *Plenna* (Figura 1).

Fig1: balança digital *Plenna*

A superfície corpórea foi calculada pela fórmula de Du Bois (1916):

$$\log SC = 0{,}425 \times \log(\text{peso}) + 0{,}725 \times \log(\text{altura}) - 2{,}1436$$

Em posição ortostática, foram medidos:

- circunferência abdominal na linha da cicatriz umbilical, com fita métrica (Figura 2);

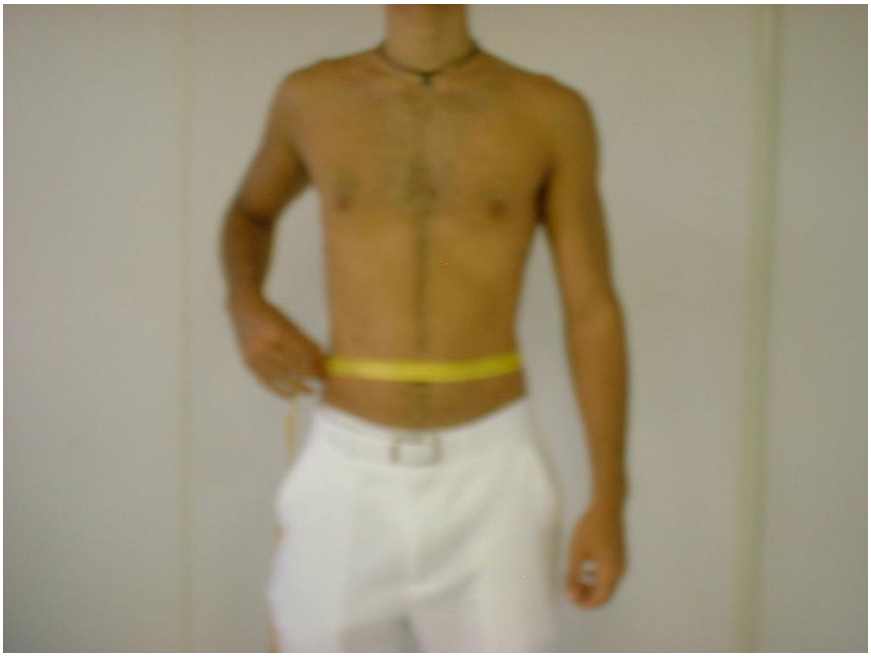

Fig 2: Medida da circunferência abdominal

- frequência respiratória em repouso;
- volume corrente (entrada e saída de ar dos pulmões numa respiração tranquila), através do ventilômetro Ohmeda RM 121, conectado a um bocal e oclusão de nariz, durante 1 (um minuto) (Figura 3);
- capacidade vital forçada: (volume de gás expirado após uma inspiração profunda. Foi solicitado aos voluntários que realizassem uma expiração forçada e logo em seguida, uma inspiração profunda até a capacidade pulmonar total e depois realizassem uma expiração forçada até o volume residual. Essa medida foi realizada através do ventilômetro Ohmeda RM 121, conectado a um bocal e oclusão de nariz (Figura 3);

Fig 3: Manovacuômetro Ger-Ar

- pressão inspiratória máxima (PImáx): permite a mensuração da força dos músculos inspiratórios. A medida foi realizada a partir do volume residual com o manovacuômetro MV – 150/300 (Ger-Ar Comércio de Produtos Médicos Ltda), válvula unidirecional, conectado a um bocal e com oclusão do nariz, três vezes, com utilização da melhor medida (Figura 4).
- pressão expiratória máxima (PEmáx): permite a mensuração da força dos músculos expiratórios. A medida foi realizada a partir da capacidade pulmonar total. A medida da força dos músculos respiratórios deve ser feita com a via aérea ocluída e com esforço máximo. A medida foi realizada com o manovacuômetro MV – 150/300 (Ger-Ar Comércio de Produtos Médicos Ltda) (Figura 4), conectado a um bocal e com oclusão do nariz e compressão das

bochechas para que não aja represamento de ar nas mesmas, três vezes, com utilização da melhor medida.

Fig 4 : Ventilômetro Ohmeda

Essas medidas foram realizadas em 4 (quatro) etapas diferentes.

A 1ª etapa foi realizada com os sujeitos em repouso, sem compressão abdominal. Na 2ª etapa, foi utilizada a compressão abdominal com faixa até o diâmetro abdominal diminuir de 10% da circunferência abdominal inicial, permanecendo durante 5 minutos (Figura 5).

Fig 5: Compressão abdominal com faixa

A 3ª etapa foi realizada da mesma maneira, entretanto a compressão abdominal foi feita até o diâmetro abdominal diminuir de 15% da circunferência abdominal inicial, durante 5 minutos. A figura 6 mostra a medida de PImax no voluntário com compressão abdominal com faixa.

Fig 6: Compressão abdominal  e medida de PImax

Na 4ª etapa, a faixa abdominal foi retirada e as medidas foram realizadas sem compressão abdominal (figura 7).

Fig 7: Medidas dos parâmetros respiratórios
sem compressão abdominal

Para realizar a compressão abdominal foi utilizada a faixa abdominal compressiva Tensor® Sports Protection, 20 centímetros de largura, tamanho P/M. (vide protocolo em anexo), e foi colocada na altura da cicatriz umbilical.

### 5.6. Análise Estatística

Para a análise estatística foi utilizado o programa estatístico SSPS – Versão 10.0 for Windows.

Dos valores coletados, foi realizada a média e o desvio padrão. Para os 26 voluntários.

Os dados foram analisados através de Análise de variância ANOVA para medidas repetidas e o *p* considerado foi de 0,05.

Foram avaliados 26 voluntários, 12 homens e 14 mulheres com idade entre média de 24 ± 4anos), saudáveis, não tabagistas e sem doenças pulmonares ou cirurgias abdominais prévias (Tabela 1).

**Tabela 1: Características Gerais dos Pacientes**

| SUJEITOS | IDADE | SEXO | ALTURA | PESO | S.CORP |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 24 | M | 1,72 | 56,200 | 1,66 |
| 2 | 21 | M | 1,82 | 83,400 | 2,05 |
| 3 | 25 | M | 1,78 | 68,000 | 1,85 |
| 4 | 33 | M | 1,81 | 81,000 | 2,02 |
| 5 | 24 | M | 1,68 | 72,000 | 1,86 |
| 6 | 22 | M | 1,61 | 57,400 | 1,62 |
| 7 | 24 | M | 1,79 | 59,800 | 1,76 |
| 8 | 21 | M | 1,70 | 82,600 | 1,94 |
| 9 | 25 | M | 1,75 | 71,800 | 1,87 |
| 10 | 21 | M | 1,92 | 83,000 | 2,13 |
| 11 | 22 | M | 1,69 | 58,400 | 1,67 |
| 12 | 21 | M | 1,80 | 77,000 | 1,96 |
| 13 | 30 | F | 1,67 | 59,000 | 1,67 |
| 14 | 25 | F | 1,56 | 49,400 | 1,47 |
| 15 | 28 | F | 1,69 | 56,600 | 1,65 |
| 16 | 20 | F | 1,53 | 48,000 | 1,43 |
| 17 | 22 | F | 1,56 | 50,000 | 1,47 |
| 18 | 35 | F | 1,64 | 64,400 | 1,47 |
| 19 | 21 | F | 1,69 | 56,400 | 1,64 |
| 20 | 21 | F | 1,68 | 65,000 | 1,74 |
| 21 | 24 | F | 1,73 | 56,400 | 1,67 |
| 22 | 21 | F | 1,85 | 86,000 | 2,1 |
| 23 | 21 | F | 1,63 | 63,800 | 1,69 |
| 24 | 24 | F | 1,55 | 62,000 | 1,61 |
| 25 | 21 | F | 1,56 | 58,600 | 1,58 |
| 26 | 29 | F | 1,64 | 49,000 | 1,52 |
| Média | 24 | -- | 1,69 | 64,43 | 1,73 |
| Desvio padrão | 4 | -- | 0,09 | 10,50 | 0,16 |

Idade em anos, altura em metros, peso em quilos, superfície corpórea em metros$^2$.

Na primeira etapa, o volume corrente (VC), que é o volume expirado ou inspirado em um ciclo de respiração normal, apresentou-se com valores normais (500mL em homem adulto), com média de 517 mL (± 109 mL), e a capacidade vital (CV), que é o volume de gás expirado após uma inspiração profunda, com média de 4146mL (± 870) (para um valor normal de 4700 mL). Entretanto, a CV pode variar até 20% à partir dos valores médios obtidos de tabelas e/ou fórmulas padrão (PIERCE, 1995; AZEREDO, 1993).

Pudemos observar que os voluntários avaliados apresentaram valores normais de pressões inspiratória máxima (PImax) e expiratória máxima (PEmax), com valores médios de PImax -111 $cmH_2O$ (± 27) e PEmax 120 $cmH_2O$ (± 27).

Segundo AZEREDO (1993) os valores normais de PImax para a faixa etária de 24 a 54 anos para homens são -124 (±44) $cmH_2O$ e para mulheres -87 (±32) $cmH_2O$. Os valores normais da PEmax para homens são -147,3 (±11) $cmH_2O$ e para mulheres, 114,17 (±14,8) $cmH_2O$ (NEDER,1999).

Os valores individuais das medidas estão demonstrados na tabela 2.

**Tabela 2: Sem Compressão Abdominal**

| SUJEITOS | CAbdom | FR | VCorrente | CVF | PImax | PEmax |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 73 | 17 | 700 | 4105 | -120 | 100 |
| 2 | 98 | 15 | 550 | 5800 | -150 | 150 |
| 3 | 81 | 18 | 550 | 4500 | -145 | 120 |
| 4 | 91 | 16 | 650 | 5050 | -100 | 135 |
| 5 | 94 | 18 | 600 | 4500 | -130 | 150 |
| 6 | 78 | 20 | 400 | 3750 | -90 | 95 |
| 7 | 72 | 20 | 500 | 5980 | -130 | 125 |
| 8 | 94 | 16 | 450 | 4150 | -100 | 140 |
| 9 | 93 | 14 | 600 | 5000 | -130 | 135 |
| 10 | 89 | 13 | 800 | 5700 | -130 | 140 |
| 11 | 74 | 9 | 550 | 4200 | -150 | 150 |
| 12 | 88 | 15 | 400 | 3950 | -115 | 90 |
| 13 | 81 | 16 | 400 | 3800 | -120 | 140 |
| 14 | 68 | 17 | 400 | 3500 | -50 | 65 |
| 15 | 82 | 14 | 450 | 4000 | -80 | 100 |
| 16 | 73 | 17 | 350 | 3430 | -100 | 70 |
| 17 | 64 | 15 | 400 | 2350 | -80 | 120 |
| 18 | 77 | 14 | 600 | 3900 | -80 | 85 |
| 19 | 80 | 14 | 400 | 3500 | -110 | 100 |
| 20 | 79 | 14 | 520 | 3600 | -140 | 120 |
| 21 | 72 | 13 | 470 | 4200 | -130 | 135 |
| 22 | 98 | 15 | 650 | 5000 | -140 | 120 |
| 23 | 84 | 14 | 550 | 3600 | -115 | 120 |
| 24 | 86 | 13 | 480 | 3550 | -60 | 55 |
| 25 | 80 | 12 | 520 | 3880 | -80 | 115 |
| 26 | 75 | 17 | 500 | 2800 | -120 | 120 |
| Média | 81,7 | 15,2 | 517 | 4146 | -111 | 115 |
| Desvio padrão | 9,3 | 2,4 | 109 | 870 | 27 | 27 |

CAbdom: circunferência abdominal (cm); FR: freqüência respiratória (ipm); VCorrente: volume corrente (mL); CVF: capacidade vital forçada (mL); PImax: pressão inspiratória máxima ($cmH_20$); PEmax: pressão expiratória máxima ($cmH_20$)

Após as medidas iniciais, na 2ª etapa, foi realizada a compressão abdominal com faixa abdominal compressiva até o diâmetro abdominal diminuir de 10% da circunferência abdominal em repouso.

Observou-se que não houve alterações relevantes da freqüência respiratória, capacidade vital forçada e da pressão expiratória máxima (gráficos 1, 2 e 3), entretanto pudemos observar significante alteração no volume corrente e na pressão inspiratória máxima com queda nos dois parâmetros: a média do VC diminuiu de 517 mL para 456,86 mL *(p < 0,005)*, e na PImax, observamos a alteração na média de -111 $cmH_2O$ para -96 $cmH_2O$ *(p < 0,005)* (gráficos 4 e 5; valores individuais na tabela 3).

**Gráfico 1: Circunferência Abdominal nas Diversas Compressões Abdominais com Faixa em Voluntários Normais**

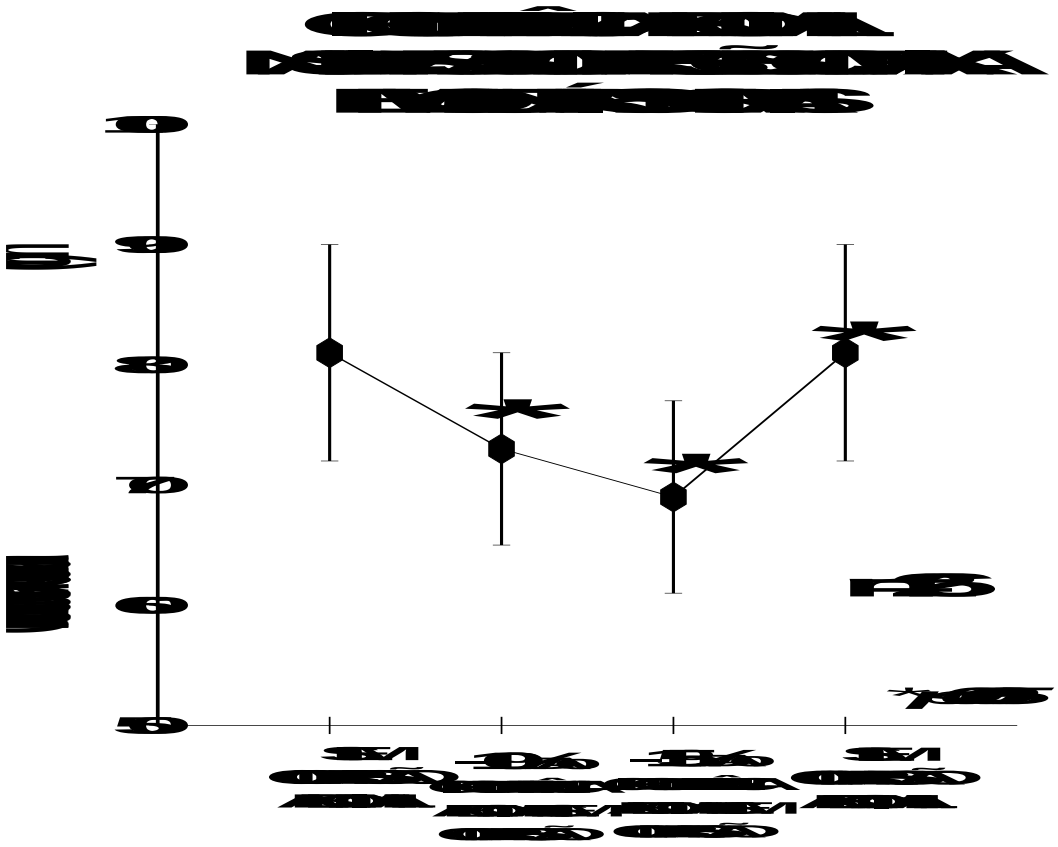

**Gráfico 2: Freqüência Respiratória nas Diversas Compressões**

**Abdominais com Faixa em Voluntários Normais**

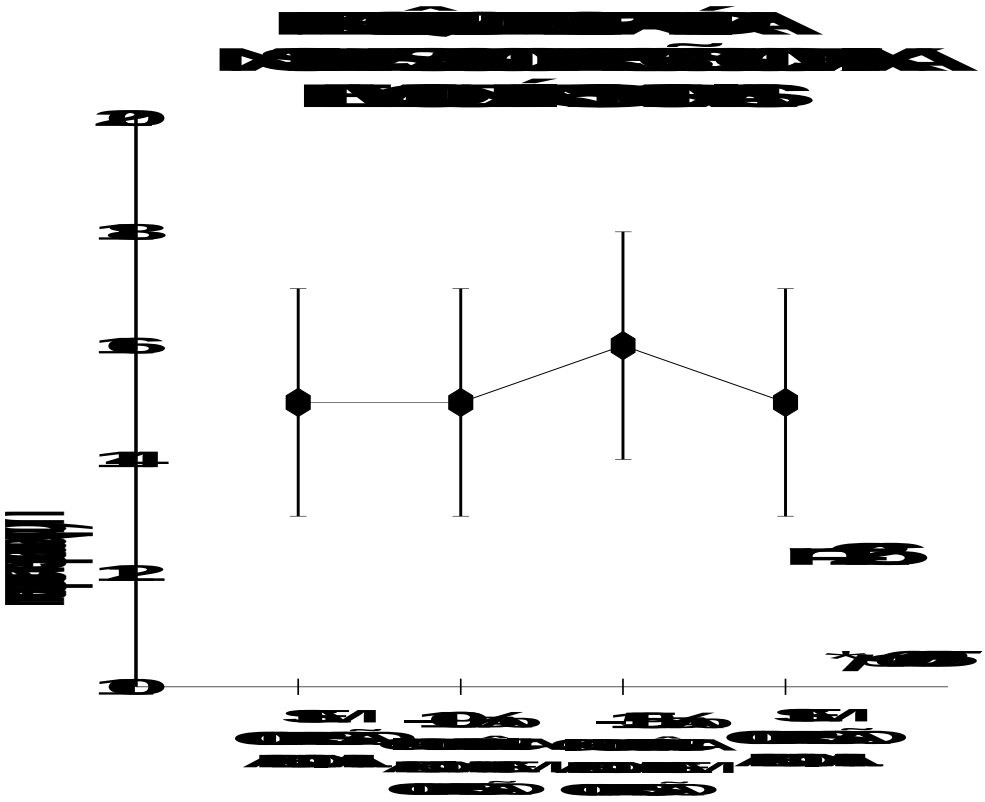

**Gráfico 3: Capacidade Vital Forçada nas Diversas Compressões Abdominais com Faixa em Voluntários Normais**

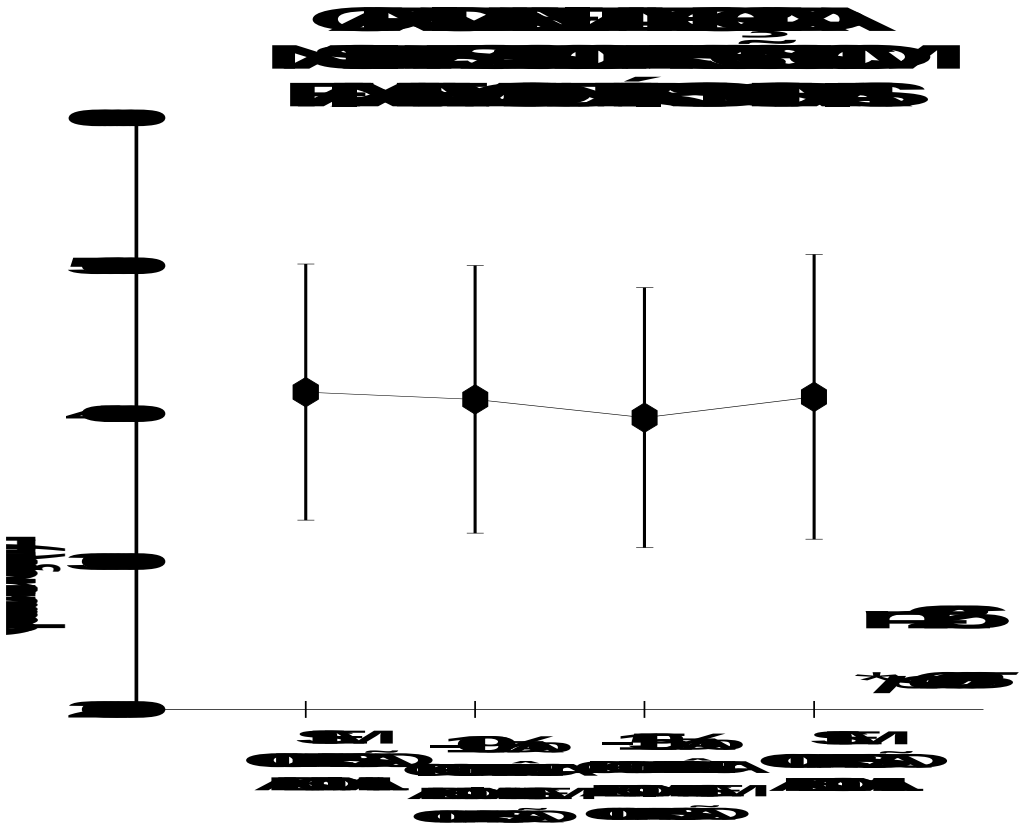

**Gráfico 4: Volume Corrente nas Diversas Compressões Abdominais com Faixa em Voluntários Normais**

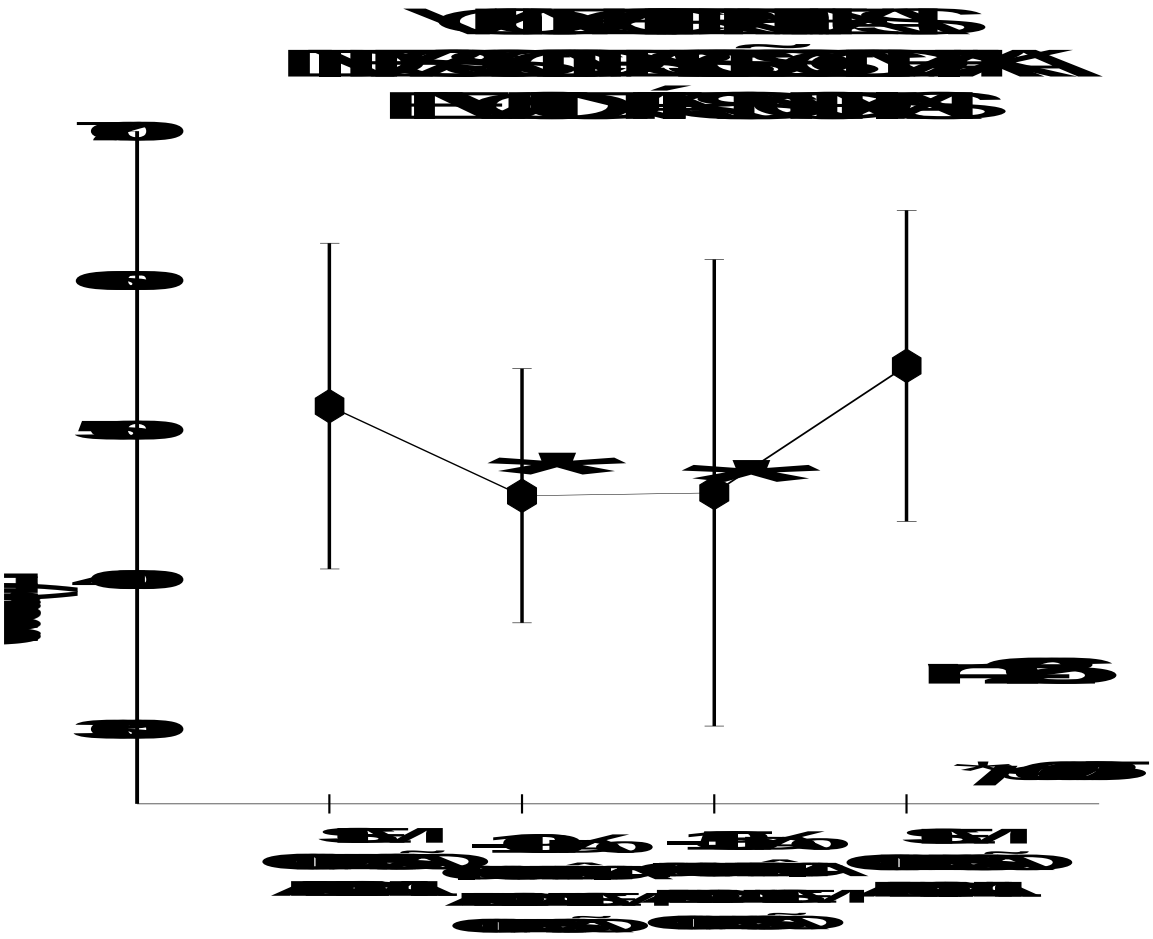

**Gráfico 5: Pressão Inspiração Máxima nas Diversas Compressões Abdominais com Faixa em Voluntários Normais**

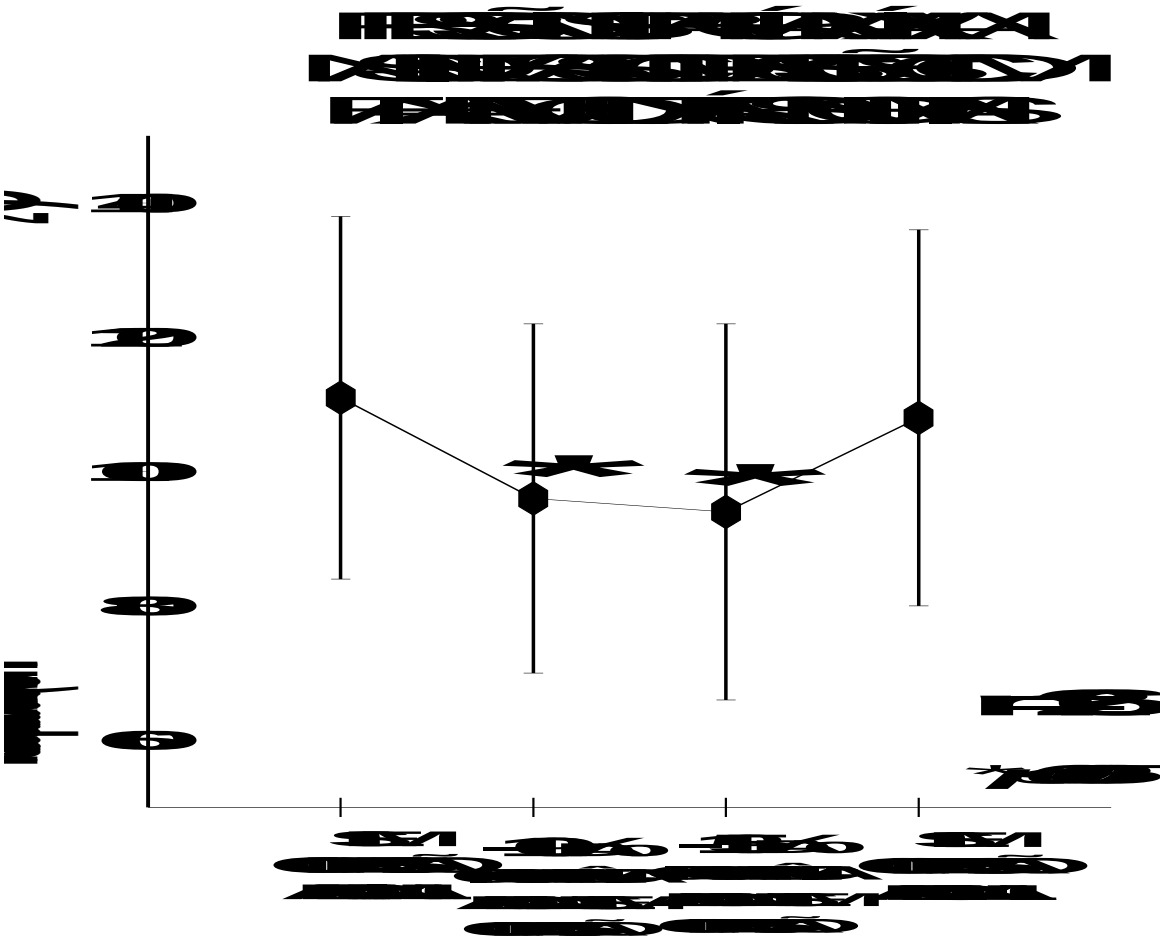

**Tabela 3: Compressão Abdominal de 10% da Circunferência Abdominal de Base**

| SUJEITOS | CAbdom | FR | VCorrente | CVF | PImax | PEmax |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 66 | 16 | 390 | 4760 | -95 | 105 |
| 2 | 90 | 16 | 450 | 5750 | -150 | 150 |
| 3 | 73 | 19 | 500 | 4600 | -130 | 150 |
| 4 | 82 | 16 | 500 | 5000 | -90 | 100 |
| 5 | 84,5 | 20 | 550 | 5100 | -100 | 130 |
| 6 | 70 | 18 | 350 | 3100 | -70 | 80 |
| 7 | 65 | 17 | 400 | 5800 | -80 | 90 |
| 8 | 84,5 | 15 | 400 | 4400 | -80 | 130 |
| 9 | 84 | 15 | 500 | 4900 | -115 | 130 |
| 10 | 80 | 12 | 700 | 5060 | -120 | 130 |
| 11 | 64,5 | 10 | 550 | 4200 | -140 | 150 |
| 12 | 80 | 17 | 380 | 3800 | -80 | 70 |
| 13 | 73,5 | 14 | 500 | 3900 | -110 | 120 |
| 14 | 61 | 16 | 350 | 3100 | -45 | 65 |
| 15 | 74 | 13 | 400 | 3980 | -70 | 110 |
| 16 | 66 | 17 | 400 | 3300 | -120 | 120 |
| 17 | 57,5 | 17 | 400 | 2400 | -70 | 90 |
| 18 | 70 | 16 | 550 | 3500 | -75 | 60 |
| 19 | 72 | 16 | 420 | 3600 | -110 | 80 |
| 20 | 71 | 16 | 450 | 3300 | -100 | 100 |
| 21 | 65 | 16 | 420 | 4100 | -110 | 120 |
| 22 | 89 | 16 | 500 | 5200 | -110 | 100 |
| 23 | 75,5 | 16 | 500 | 3700 | -100 | 95 |
| 24 | 77,5 | 15 | 450 | 3300 | -45 | 45 |
| 25 | 72 | 13 | 550 | 3900 | -70 | 100 |
| 26 | 67,5 | 15 | 300 | 2770 | -120 | 120 |
| Média | 73,7 | 15,65 | 456,86 | 4097 | -96 | 104 |
| Desvio padrão | 8,6 | 2,1 | 86 | 906 | 27 | 28 |

CAbdom: circunferência abdominal (cm); FR: freqüência respiratória (ipm); VCorrente: volume corrente (mL); CVF: capacidade vital forçada (mL); PImax: pressão inspiratória máxima ($cmH_20$); PEmax: pressão expiratória máxima ($cmH_20$)

A 3ª etapa foi realizada a compressão abdominal com faixa compressiva até o diâmetro abdominal diminuir de 15% da circunferência abdominal em repouso.

Quando comparadas às medidas com compressão de 10% da circunferência abdominal inicial, os parâmetros não apresentaram alterações importantes, mas quando comparadas às medidas em repouso, observamos diminuição nos parâmetros não apenas no volume corrente e pressão inspiratória máxima, mas também na pressão expiratória máxima, com diminuição nesta última de 120 $cmH_20$ para 100 $cmH_20$ *($p < 0,005$).* (gráficos 4, 5 e 6; valores individuais na tabela 4).

Não observamos alterações significantes nos valores da FR e CVF em nenhuma das etapas.

**Gráfico 6: Pressão Expiratória Máxima nas Diversas Compressões Abdominais em Voluntários Normais**

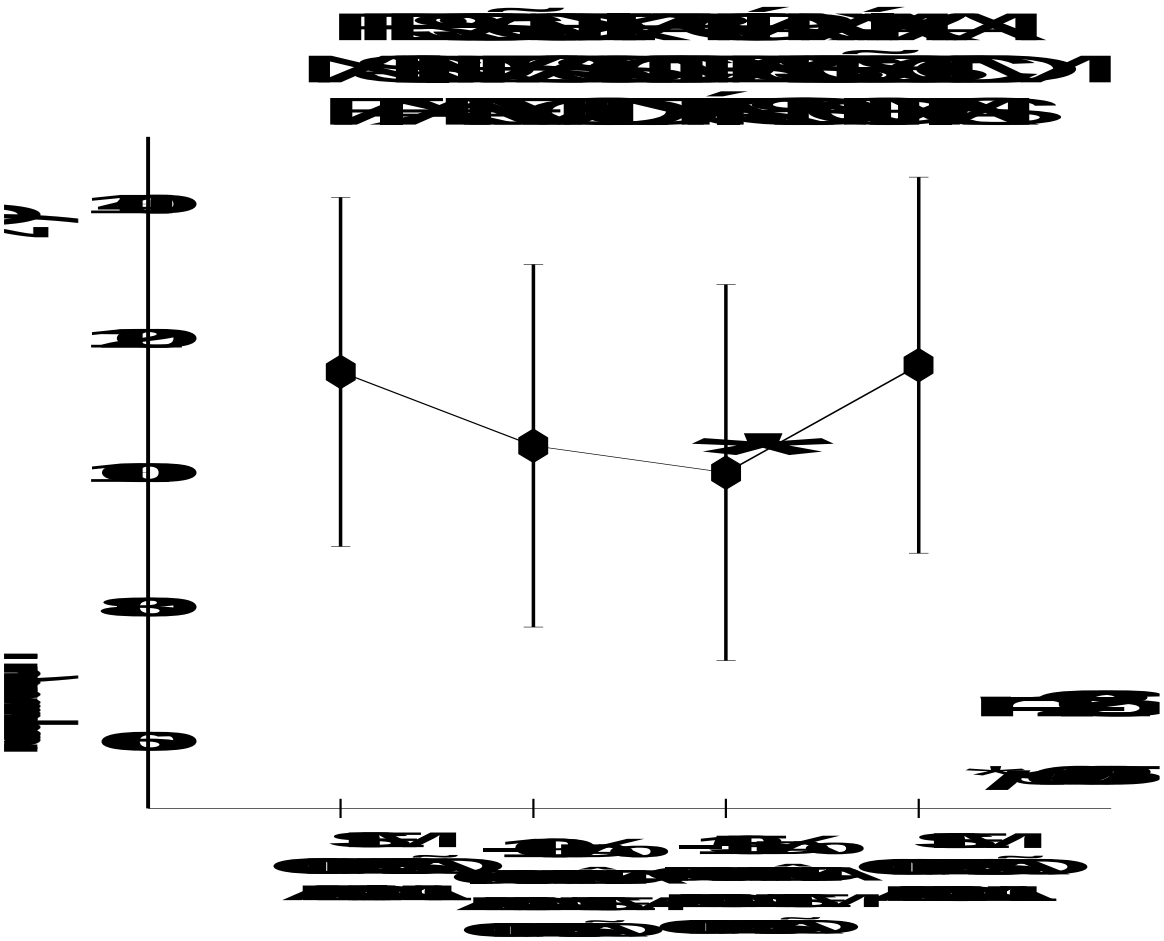

**Tabela 4: Compressão Abdominal de 15% da Circunferência Abdominal de Base**

| SUJEITOS | CAbdom | FR | VCorrente | CVF | PImax | PEmax |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 62,5 | 17 | 350 | 4700 | -80 | 90 |
| 2 | 85,5 | 16 | 450 | 5500 | -150 | 150 |
| 3 | 69 | 20 | 650 | 4500 | -110 | 150 |
| 4 | 77,5 | 17 | 450 | 4900 | -80 | 110 |
| 5 | 79 | 19 | 550 | 4400 | -100 | 120 |
| 6 | 66 | 20 | 300 | 3400 | -80 | 80 |
| 7 | 61 | 17 | 500 | 5100 | -70 | 90 |
| 8 | 80 | 14 | 500 | 4350 | -80 | 130 |
| 9 | 79 | 17 | 450 | 4570 | -110 | 130 |
| 10 | 75,5 | 12 | 700 | 5650 | -130 | 110 |
| 11 | 61 | 10 | 500 | 4210 | -145 | 150 |
| 12 | 76 | 18 | 350 | 3300 | -60 | 50 |
| 13 | 69,5 | 14 | 450 | 3330 | -110 | 100 |
| 14 | 58 | 16 | 350 | 3100 | -50 | 65 |
| 15 | 70 | 15 | 470 | 3900 | -80 | 100 |
| 16 | 62 | 19 | 400 | 3300 | -120 | 110 |
| 17 | 54 | 18 | 350 | 2300 | -70 | 80 |
| 18 | 66,5 | 14 | 500 | 2650 | -65 | 70 |
| 19 | 68 | 16 | 350 | 3350 | -130 | 80 |
| 20 | 67 | 18 | 450 | 3750 | -100 | 90 |
| 21 | 61,5 | 15 | 400 | 3750 | -115 | 130 |
| 22 | 84,5 | 17 | 500 | 5100 | -100 | 100 |
| 23 | 71 | 16 | 450 | 3700 | -90 | 90 |
| 24 | 73 | 16 | 350 | 3700 | -45 | 45 |
| 25 | 68 | 15 | 500 | 3800 | -70 | 100 |
| 26 | 64 | 16 | 250 | 2800 | -120 | 100 |
| Média | 69,6 | 16,23 | 458 | 3973 | -94 | 101 |
| Desvio padrão | 8,2 | 2,3 | 157 | 880 | 28 | 28 |

CAbdom: circunferência abdominal (cm); FR: freqüência respiratória (ipm); VCorrente: volume corrente (mL); CVF: capacidade vital forçada (mL); PImax: pressão inspiratória máxima ($cmH_20$); PEmax: pressão expiratória máxima ($cmH_20$)

Na 4ª etapa, as medidas foram realizadas após a retirada da faixa abdominal compressiva. Essas medidas têm praticamente os mesmo valores das medidas inicias e seguem na tabela 5, com os valores individuais.

**Tabela 5: Sem Compressão Abdominal**

| SUJEITOS | CAbdom | FR | VCorrente | CVF | PImax | PEmax |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 73 | 17 | 450 | 4750 | -105 | 75 |
| 2 | 98 | 16 | 500 | 5500 | -150 | 150 |
| 3 | 81 | 21 | 550 | 4850 | -130 | 150 |
| 4 | 91 | 15 | 700 | 6200 | -100 | 135 |
| 5 | 94 | 16 | 650 | 4450 | -135 | 150 |
| 6 | 78 | 23 | 400 | 3000 | -70 | 70 |
| 7 | 72 | 19 | 450 | 5200 | -80 | 90 |
| 8 | 94 | 15 | 600 | 4500 | -100 | 150 |
| 9 | 93 | 18 | 550 | 4750 | -110 | 150 |
| 10 | 89 | 11 | 700 | 5750 | -150 | 120 |
| 11 | 74 | 11 | 650 | 4150 | -150 | 150 |
| 76 | 88 | 15 | 450 | 3600 | -100 | 90 |
| 13 | 81 | 15 | 550 | 3850 | -120 | 140 |
| 14 | 68 | 17 | 550 | 3250 | -65 | 70 |
| 15 | 82 | 14 | 550 | 3650 | -80 | 100 |
| 16 | 73 | 17 | 300 | 3300 | -90 | 100 |
| 17 | 64 | 14 | 450 | 2200 | -90 | 130 |
| 18 | 77 | 14 | 650 | 3300 | -90 | 90 |
| 19 | 80 | 16 | 400 | 3500 | -120 | 120 |
| 20 | 79 | 15 | 600 | 3650 | -145 | 125 |
| 21 | 72 | 13 | 550 | 4250 | -110 | 140 |
| 22 | 98 | 15 | 720 | 5250 | -140 | 115 |
| 23 | 84 | 17 | 600 | 3850 | -125 | 115 |
| 24 | 86 | 16 | 500 | 3600 | -50 | 60 |
| 25 | 80 | 12 | 600 | 3900 | -80 | 120 |
| 26 | 75 | 16 | 450 | 3000 | -140 | 120 |
| Média | 81,7 | 15,7 | 543 | 4113,4 | 108,6 | 116,3 |
| Desvio padrão | 9,3 | 2,7 | 104,9 | 963 | 28,7 | 28,5 |

CAbdom: circunferência abdominal (cm); FR: freqüência respiratória (ipm); VCorrente: volume corrente (mL); CVF: capacidade vital forçada (mL); PImax: pressão inspiratória máxima ($cmH_20$); PEmax: pressão expiratória máxima ($cmH_20$)

# 7 - DISCUSSÃO

As alterações da PIA podem ser observadas em situações como compressão abdominal interna, como em casos de cirurgia abdominal, diálise peritoneal, gravidez, aumento da bexiga ou compressão externa, como na utilização de faixas compressivas (PRYOR, 2002).

Em situações de cirurgia abdominal ou na síndrome compartimental abdominal em que há aumento importante da PIA, observa-se que além do comprometimento da função renal poderá ocorrer até mesmo alteração da função pulmonar. O aumento da PIA será transmitido através da caixa torácica para os pulmões e vias aéreas, incrementando as pressões nas vias aéreas, o que poderá ser verificado no manômetro de pressão do ventilador mecânico, se o paciente estiver intubado ou traqueostomizado.

Existe correlação entre o aumento da PIA e o aumento da pressão de vias aéreas, a qual dependerá da resistência e complacência da caixa torácica e dos pulmões e vias aéreas. O aumento da PIA acarretará o aumento da pressão intra-torácica e muitas vezes, a diminuição da pressão parcial de oxigênio (McNELIS, 2003).

Nas cirurgias abdominais, ocorrem alterações do ritmo respiratório, podendo ser conseqüente à manipulação cirúrgica e a ação de opióides que são usados no intra e pós-operatório imediato, levando à alterações do diafragma (NIMMO, 1996).

Geralmente, quando o abdome move-se para frente na inspiração, pode-se inferir que há ação do diafragma e a movimentação anterior da caixa torácica indica a utilização dos músculos intercostais externos e escalenos (NIMMO, 1996).

Se a parede abdominal estiver firme e contendo as vísceras abdominais, esta funciona como suporte que permite uma contração do diafragma para aumentar a pressão intra-abdominal, e há expansão da parte inferior da caixa torácica. Portanto, o relaxamento ou a parede abdominal tensa interferem no movimento do diafragma (GANONG, 1989).

Em pacientes que são submetidos à diálise peritoneal ambulatorial contínua (CAPD) há diminuição da PImax quando a cavidade apresenta-se preenchida com líquido. A PImax retorna aos seus valores anteriores após a remoção do líquido de diálise da cavidade abdominal. A presença de líquido no peritôneo dificulta a ação do diafragma, mostrando mais uma vez que a compressão abdominal interna é responsável pela diminuição da função do diafragma (SIAFAKAS, 1995).

Com a infusão de fluído na cavidade peritoneal, 20% da pressão intra-peritoneal é transmitida para a cavidade torácica devido à elevação do diafragma. Como conseqüência, as pressões pleural e pericárdica provavelmente estarão elevadas (BARNES, 1985).

Outros estudos com pacientes em CAPD mostraram diminuição da complacência e da pressão elástica de recolhimento pulmonar a partir da capacidade pulmonar total. Isso foi considerado como uma restrição mecânica extra-pulmonar conseqüente ao aumento da PIA (GÓMES-FERNANDES, 1994).

TWARDOWSKI (1983) & DURAND (1994) demostraram que durante a diálise peritoneal, o aumento da PIA acima de 20 cm$H_2O$ está relacionado com a perda de cerca de 25% da capacidade vital inicial.

ABELMANN e colaboradores (1954) observaram que pacientes com ascite apresentam diminuição dos volumes pulmonares, provavelmente secundária ao aumento da PIA. Esse incremento é transmitido para a caixa torácica, causando elevação do diafragma, um aumento da pressão pleural e, conseqüente aumento do trabalho respiratório.

A presença de líquido na cavidade abdominal pode alterar a função do diafragma por mudar a interação entre as partes costal e crural deste. Assim, ocorre uma diminuição da capacidade desse músculo em gerar força adequada para expansão da caixa torácica (DURANTI, 1997).

Na presença de líquido intra-peritoneal ocorrerá uma diminuição da capacidade ventilatória máxima, não apenas devido à diminuição de volumes e capacidades pulmonares, mas também ao aumento da resistência mecânica abdominal, além de apresentar diminuição da força de recolhimento elástico dos pulmões (ABELMANN, 1954).

Nas pacientes grávidas, ocorrerá alterações da função pulmonar, com elevação do diafragma de cerca de 4 centímetros, com mudança também da posição das costelas (KONKLER, 1992).

Discutimos acima, algumas situações em que podemos ter alteração de parâmetros respiratórios com compressão abdominal interna, com consequente diminuição de volume corrente, pressão inspiratória máxima e capacidade vital.

Diferentemente da compressão abdominal interna, em que existem vários trabalhos na literatura avaliando as alterações do sistema respiratório, o mesmo não é verdadeiro para a compressão abdominal externa. Assim, nosso trabalho versou sobre as alterações dos parâmetros respiratórios na utilização da compressão abdominal externa com faixa, na tentativa de acrescentar dados que nos façam

melhor entender as complexas alterações mecânicas do sistema respiratório conseqüentes as mudanças pressóricas nos diversos compartimentos componentes do sistema.

As faixas abdominais foram usadas por muitos anos em pacientes com lesão medular, com o intuito de melhorar a sustentação do conteúdo abdominal através da diminuição da complacência da parede abdominal, permitindo ao diafragma assumir uma posição de repouso mais normal numa postura em pé (PRYOR, 2002). As faixas abdominais também são usadas para melhorar a sustentação do conteúdo abdominal em casos de fraqueza da musculatura abdominal com conseqüente evisceração das alças intestinais da cavidade abdominal. Já em voluntários normais com a sustentação abdominal preservada, não encontramos na literatura estudos que analisem os efeitos da compressão abdominal externa sobre os parâmetros respiratórios. GOLDMAN e cols (1986) investigaram o efeito das faixas abdominais em pacientes tetraplégicos e concluíram que na posição supina, não houve mudanças, mas quando os pacientes estavam sentados, havia uma tendência ao aumento dos volumes pulmonares (PRYOR, 2002). PEREZ (1996) relata em seu estudo que a utilização de faixa abdominal externa para pacientes com distrofia muscular melhorou a expansibilidade da caixa torácica e os volumes pulmonares. PETERSEN (2003) relatou em seu estudo, a utilização de uma faixa compressiva em um paciente com hérnia abdominal para melhorar a mecânica respiratória, otimizando a sincronia tóraco-abdominal, já que há melhora do suporte da parede abdominal e como conseqüência, melhora da excursão diafragmática e da ventilação alveolar. No entanto, nesses estudos não são relatados como as compressões são realizadas, isto é, o quanto de compressão em diâmetro ou quanto de pressão é gerada durante o procedimento de compressão.

Teoricamente, a compressão abdominal externa com faixa nos indivíduos com a sustentação abdominal preservada, por aumentar a pressão abdominal ocasionaria uma piora dos parâmetros respiratórios, dificultando os movimentos respiratórios nos indivíduos normais.

Em indivíduos em pé, pela ação da gravidade, as vísceras abdominais se localizam anteriormente conseqüente à adaptação da estrutura músculo-esquelética dos indivíduos normais. A faixa compressiva funciona como uma cinta compressora dos músculos abdominais, sustentando as vísceras e impedindo que as mesmas apresentem um movimento anterior, com conseqüente fixação do diafragma permitindo a realização de suas funções normais.

As alterações da tensão diafragmática com a compressão abdominal externa podem não ser simplesmente atribuídas às mudanças de sua geometria, mas à alteração da pressão diafragmática e a configuração da caixa torácica, já que a caixa torácica superior apresenta movimento anterior durante a inspiração (HILLMAN, 1990).

Em nosso estudo, pudemos observar a diminuição do VC após a compressão abdominal externa com -10% e -15% da circunferência abdominal. Isso pode ser explicado pela alteração da geometria do abdome e do tórax, alterando a configuração do diafragma, retirando este de sua posição ótima de contração. Ao diminuirmos o seu comprimento ideal de repouso, este gerará menos força e consequentemente, um menor volume corrente. Além disso, conseqüente à compressão abdominal externa, o diafragma não consegue abaixar o seu centro tendíneo, dificultando a inspiração, acionando a musculatura respiratória acessória localizada na porção mais apical do tórax, com utilização além dos músculos intercostais externos e escalenos, dos esternocleidomastoideo e peitorais.

Com a compressão abdominal com a faixa, ocorre um acionamento automático da musculatura respiratória acessória, na tentativa de compensar a diminuição do volume corrente. Porém, como verificamos a diminuição do VC já com -10% da circunferência abdominal, concluímos que os mecanismos de compensação não são muito efetivos, sendo o diafragma o principal músculo respiratório para expansão da caixa torácica e como conseqüência, gerar o VC em voluntários normais. HILLMAN (1990), demonstrou que durante a compressão abdominal externa com faixa, a parede abdominal move-se para dentro enquanto a caixa torácica superior move-se para fora com alteração do posicionamento das costelas, verificando-se que nesta situação, os músculos intercostais externos são acionados pela menor ação do diafragma. Assim, a parede abdominal tem uma influência importante na tensão máxima que o diafragma pode desenvolver.

Assim, a compressão abdominal externa com faixa só deverá ser utilizada em indivíduos com flacidez da parede abdominal. Nestes casos, deve-se atentar para que a faixa só reestruture a cinta abdominal, pois se ocorrer a compressão exagerada da parede abdominal ocorrerá a diminuição da capacidade ventilatória e principalmente da PImax, podendo ao invés de melhorar, prejudicar a troca gasosa. O paciente pode aumentar muito sua demanda energética e entrar em fadiga muscular.

O músculo diafragma, ao ser comprimido pela faixa, apresenta uma diminuição do seu comprimento de repouso, isto provavelmente faz com que gere uma força menor, podendo ser uma das prováveis explicações para a diminuição observada da PImax. Observamos também, que quanto maior a compressão abdominal com a faixa, maior a diminuição observada da PImax (média de -111cm$H_2O$, sem compressão para -96 cm$H_2O$ com compressão de -10% e para -94

$cmH_2O$, para -15%), fato que corrobora para nossa explicação de que a compressão abdominal com a faixa diminui o comprimento de repouso do diafragma fazendo com que este consiga gerar menos força. O diafragma é responsável por 70% do ato respiratório e pelo resultado das nossas medidas, a musculatura respiratória acessória não é capaz de compensar a diminuição dos parâmetros respiratórios medidos.

Pudemos observar em nosso estudo que após a retirada da faixa compressiva, os valores da PImax voltaram aos valores normais, sugerindo que esta restrição mecânica ocorra apenas enquanto o indivíduo está com a faixa, retornando aos seus valores de repouso após a retirada da mesma.

Em relação à PEmax, observamos que a compressão com -10% da circunferência abdominal não alterou significativamente a média desse valor (de 115 $cmH_2O$ sem compressão para 104 $cmH_2O$, com -10%). Essa compressão não foi suficiente para interferir nos valores da PEmax, sugerindo que a compressão abdominal durante a inspiração restringe a musculatura expiratória para gerar a PEmax. Já a compressão com -15% da circunferência abdominal, ocasionou uma diminuição significante da média da PEmax (para 101 $cmH_2O$). Essa diminuição provavelmente ocorreu conseqüente à restrição da expansão total da caixa torácica anteriormente a realização da manobra da PEmax.

Assim, a compressão abdominal externa que é realizada em pacientes que apresentam musculatura expiratória deficiente, como por exemplo, os pacientes com lesão medular alta, deverá ser temporal e sincronizada com a expiração, para poder auxiliar na eficácia da tosse.

A CVF não apresentou alteração significante nas compressões com -10% e -15% da circunferência abdominal. Apesar da restrição mecânica da faixa, da diminuição da atuação do diafragma, estes níveis de compressão não foram suficientes para alterar significativamente a CVF. Porém, persiste a dúvida se compressões acima de 15% da circunferência abdominal poderiam diminuir os valores de CVF. Nesse estudo, fizemos apenas a compressão externa e não mensuramos a PIA, e a correspondência entre a diminuição do diâmetro abdominal e o aumento interno da PIA.

Em nosso estudo, não obtivemos alterações importantes da CVF, possivelmente mesmo que a PIA tenha se elevado, não atingiu o suficiente para alterar este parâmetro. Além disso, não observamos na literatura, dados sobre o aumento da PIA relacionado com a compressão externa. Sabemos que a compressão interna quando gera mais que 20 $cmH_2O$ há alteração da CVF mas persiste a dúvida sobre o comportamento da CVF e da PIA aumentada por compressão externa. Mas, é possível que uma compressão maior que as realizadas nesse estudo (-10 e -15% da circunferência abdominal) possa interferir na CVF.

Outro parâmetro que não apresentou alterações significantes foi a FR. Isso pode ser explicado, pois os voluntários permaneceram apenas 5 minutos com a faixa abdominal. A diminuição do VC observada neste estudo não foi o suficiente para alterar a ventilação alveolar, e provavelmente não foi o suficiente para alterar o gás carbônico ($CO_2$), pois se este fato tivesse acontecido, a FR teria aumentado pois existe um reflexo central de aumento da FR para os níveis aumentados de $CO_2$ sanguíneos. Assim, não foi observada uma diminuição suficiente do volume minuto, para que o centro respiratório fosse estimulado. Porém o fator temporal não foi avaliado neste estudo e possivelmente se os voluntários permanecessem mais

tempo, em torno de 20 a 30 minutos com a faixa, poderiam ter sido observadas mudanças na FR dos mesmos. Assim, ao comprimirmos o abdome com uma faixa não ocorre uma resposta mecânica em termos de FR, sugerindo que não há receptores abdominais responsivos a esta manobra.

O fato da faixa compressiva apresentar largura de apenas 20 cm poderá ter tido diferentes influências nos resultados da compressão de acordo com a conformação do abdome, entre a porção inferior da caixa torácica e ou processo xifóide e a sínfise púbica (distância xifo-púbica), tecido adiposo, trofismo da musculatura abdominal e o conteúdo das vísceras ocas. Os níveis da pressão intra-abdominal gerada dependerão da força aplicada pela compressão com a faixa e do deslocamento (em centímetros). A PIA gerada poderá alterar a conformação de repouso da caixa torácica. Em 1990, HILLMAN afirma que há uma relação direta sobre a tensão diafragmática e a compressão abdominal externa. As alterações não estão apenas relacionadas com a conformação do diafragma, mas também com a alteração da geometria da caixa torácica. Em seu estudo, a compressão abdominal com um tipo de travesseiro (16 x 27 cm) mostrou que o aumento da PIA estava associado à diminuição das dimensões do abdome a ao aumento da dimensão da caixa torácica superior. Além disso, durante a compressão externa há um aumento da atividade eletroneuromiográfica (EMG) dos músculos abdominais, sem um componente voluntário.

Este estudo foi realizado na posição em pé. Se alterarmos a posição dos indivíduos, por exemplo, na postura sentada a 90º e a 45º, em decúbito dorsal, ventral ou ainda laterais, os resultados poderiam ser diferentes. Assim, os resultados de nosso estudo poderão ser ampliados com as mesmas medidas em diferentes posições, alterando a intensidade da compressão, assim como o tempo em que esta

compressão ficou mantida. A mensuração dos níveis de PIA e a correlação com os níveis de compressão poderiam auxiliar no entendimento das mudanças de configuração da caixa torácica e as conseqüentes alterações dos parâmetros respiratórios.

# 8 - CONCLUSÃO

A compressão abdominal com faixa externa diminuindo -10 e -15% da circunferência abdominal apresenta alterações nos parâmetros respiratórios, diminuindo o volume corrente, pressão inspiratória máxima e pressão expiratória máxima (esta última apenas com -15%), mostrando que há prejuízo na contração da musculatura respiratória.

# 9 – PERSPECTIVAS FUTURAS

1. Estudar a compressão abdominal e os parâmetros respiratórios em diferentes posições, como por exemplo: decúbito dorsal, decúbito ventral, sentado a 90º, sentado a 45º.
2. Estudar as alterações dos parâmetros respiratórios em diferentes tempos da compressão abdominal com faixa.
3. Estudar a compressão abdominal em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica, doenças pulmonares restritivas, lesão medular alta e baixa.
4. Estudar a relação entre a compressão abdominal e as possíveis alterações da PIA.

# 10 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS


ALBEMANN, WH; FRANK,NR; GAENSUR,EA; CUGELL, DW. Effects of Abdominal Distention by Ascites on Lung. *Arch of Intern Medic, 1954, 93: 528-540*

AZEREDO, CAC. *Fisioterapia Respiratória Moderna*. Ed Manole, 1993. p221.

BALOGH, Z, McKINLEY,BA; COX JR, CS; ALLEN SJ; COCANOUR, CS; KOZAR, RA; MOORE, EE; MILLER, CC; WEISBRODT, NW. Abdominal compartment syndrome: the cause or effect of postinjury multiple organ failure. *Shock 20(6): 483-92, 2003*.

BARNES, GE; LAINE, GA; GIAN, PY; SMITH, EE; GRANGER,HJ. Cardiovascular Responses to Elevation of Intra-Abdominal Hidrostatic Pressure. *Am J Phisiol 248: 208-13, 1985*

CAMPIGNON, P. *Respir-Ações – A respiração saudável para uma vida saudável*. p 13. Ed Summus, 1998

CHANG,MC; MILLER,PR;D'AGOSTINHO,R; MEREDIT, W. Effects of Abdominal Decompression on Cardio-Pulmonary Function and Visceral Perfusion in Patients with Intra-abdominal Hypertension. *The Journal Of Trauma: Injury, Infection and Critical Care 4(3): 440-45, 1998.*

D'ANGELO, E ; AGOSTONI, E. Statics of the chest wall. In: ROUSSOS, C. Thorax Part A, pág 457- 514. Ed Dekker.

DE TROYER, A. A inspiratory elevation of the ribs in dog: primary role of paraesternaly. *J Appl Physiol 70:1447 – 1455, 1991*.

DE TROYER, A; SAMPSON, M; SIGRIST, S; MACKLEM, PT. Action of costal and crural parts of the diaphragm on the rib cage in dogs. *J Aplly Physiol: Environ. Exercise Physiol. 53: 30-39, 1982*

DE TROYER, A; LORING, SH. Actions of the respiratory muscles. In: ROUSSOS, C. Thorax Part A, pág 535 -564. Ed Dekker.

DECRAMER, M; TROYER, A; KELLY, S; ZOCCHI, L; MACKLEM. Regional differences in abdominal pressure swings in dogs. *J Appl J, 57(6): 1682-87, 1984*

DU BOIS, D; DU BOIS, EF. A formula to estimate the approximate surface area if high and weight to be known. *Arch Int Med 1916, 17: 863-71*

DURAND, PY; CHANLIAU, J; GAMBERONI. J; HESTIN, D; KESSLER,M. APD: Clinical measurement of Maximal Accetable intraperitoneal Volume. *Advances in Peritoenal Dialysis, 1994, 10: 63-67.*

DURANTI, R; LAFFI, G; MISSURI, G; RICCARDI, D; GORINI,M; FOSHI,M; IANDELLI,I; MAZZANTI,R; MANCINI, M; SCANO, G; GENTILINI,P. Respiratory mechanics in patients with tense cirrhotic ascites. *Europ Resp J 1997; 10:1622-30.*

GANONG, WF. *Fisiologia Médica*. Ed Atheneu, São Paulo, 1989, p.558.

GOLDMAN, J; ROSE, L; WILLIANS,S; SILVER,J; DENILSON, D. Effect of abdominal binders on breathing in tetrapligic patients. *Thorax 41: 940-945; 1986*

GOMES-FERNÁNDES, P; AGUDO, LS; CALATAVA, JM; ESCUIN, F; SELGAS, R; MARTINEZ, ME; MONTERO, A; SICILIA, LS. Respiratory muscle weakness in

uremic patients under continous ambulatory peritoneal dialysis. *Nephron 36: 219-23, 1994.*

HILLMAN, DR; MARKOS, J; FINUCANE, KE. Effect os abdominal compression on maximum transdiaphragmatic pressure. *J Appl Physiol. 68(6): 2296-2304, 1990.*

JARDIM, JR; FELTRIM, MIZ. In: TERZI, RGG. *Monitorização Respiratória*. Ed Atheneu, 1998, p.299.

KACMAZ, A; POLAT, A; USER, Y; TILKI, M; OZKAN, S; SENER, G. Octreotide: a new approach to the management of acute abdominal hypertention. *Peptides 2003. Sep 24(9): 1381-6*.

KAPANDJI, IA. *Fisiologia Articular*. Vol 3. Ed Manole, 1990. p 37.

KENDALL, FP; MCCREARY, EK. *Músculos: Provas e Funções*. Ed Manole, 1990, p 205-272.

KONKLER, C. Princípios de Exercícios para a paciente obstétrica. Em: Kisner, C; COLBY, LA. Exercícios Terapêuticos, Fundamentos e Técnicas. 2ª edição, p 547-576. Manole, São Paulo, 1992.

MACKLEM, PT. Os músculos respiratórios. In: FISHMANN, P. *Diagnóstico das Doenças Pulmonares.* 2ª edição. Ed Manole, São Paulo. Vol3, p 2341-2346

McNELIS, J; MARINI, CP, SIMMS, HH. Abdominal compartment syndrome: clinical manifestations and predictive factors. *Curr Opin in Critical Care 9(2): 133-6, 2003*

NEDER, JA; ANDREONI, S; LERARIO, MC; NERY, LE. Reference values for lung function tests. II. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. *Brazilian J Med Biol Res 32 (6): 719-727, 1999*.

NIMMO, AF; DRUMMOND, GB. Respiratory mechanics after abdominal surgery measured with continous analysis of pressure, flow and volume signals. *Br J Anaesthe 1996; 77: 317-26*

OSMAND, DG. Functional anatomy of the chest wall. In: In: ROUSSOS, C. Thorax Part A, p 413- 456. Ed Dekker.

PEREZ, A; MULOT, R; VARDON, G; BAROIS, A; GALLEGO, J. Thoracoabdominal pattern of breathing in neuromuscular disorders. *Chest 1996. 110:454-61*.

PETERSEN, CG. The effect of abdominal binding on weaning a patient with a large ventral abdominal hernia. *Chest 2003, 124(4): Supp 312-13*.

PIERCE, LNB. *Guide to Mechanical Ventilation and Intensive Respiratory Care.* WB Saunders Company, 1995, p 55

PRYOR, JA; WEBBWE, BA. *Fisioterapia para Problemas Respiratórios e Cardíacos*. Guanabara-Koogan, 2002, 2ª edição.

REVELLETE, R; REYNOLDS, S; BROWN, D; TAYLOR, R. Effect of abdominal compression on diaphragmatic tendon organ activity. *J Apll Physiol 72(1): 288-92, 1992*

ROAD, J; NEWMAN, S; DERENNE, JP; GRASSINO, A. In vivo length-force relationship of canine diaphragm.. *J App Physiol. 60(1): 63-70, 1986*

SCANLAN, CL; GOERLICH, W. In: SCANLAN, CL; SPEARMAN, CB; SHELDON, RL. *Egan's Fundamentals of Respiratory Care.* Mosby, 1995, p.607

SIAFAKAS, NM; ARGYRAKOPOULOS, T; ANDREOPOULOS, K; TSOUKALAS, G; TZANAKIS, N; BOUROS, D. Respiratory muscle strengh during CAPD. *Europ Resp Journal 1995, 8: 109-113*

TWARDOWSKI, ZL In: NISSENSSON, AR; FINE, RN; GENTILE, D. *Clinical Dialysis*. Copyrigth, 1990.

WARD, ME ; MACKLEM, PT. Kinematics of the chest wall. In: ROUSSOS, C. Thorax Part A, p 516 -33. Ed Dekker.

WOHLGEMUTH, M; van der KOOI, EL; HENDRIKS, JC; PADBERG, GW; FOLGERING, HT. Face mask spirometry and respiratory pressures in normal subjects. *Europ Resp J. 22(6): 1001-6, 2003 dec*

**ANEXO:**

---

**PROTOCOLO**

Nome: _____

Idade: _____ anos Sexo: ( ) fem ( ) masc

Altura: _____ Peso: _____ Superfície corpórea: _____

Tabagismo ( ) não ( ) sim _____cigarros/dia ____ anos

Doença pulmonar prévia? ( ) não ( ) sim Qual? _____

Cirurgia abdominal prévia? ( )não ( ) sim Qual? _____

Gestações prévias? ( ) não ( ) sim Quantas? _____

| | Sem compressão | Compressão 10% | Compressão 20% | Sem compressão |
|---|---|---|---|---|
| C.abdominal | | | | |
| F Respiratória | | | | |
| Vol Corrente | | | | |
| CVF | | | | |
| PI max | | | | |
| PE max | | | | |