

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE ENGENHARIA
CAMPUS DE GUARATINGUETÁ

**AVALIAÇÃO DA MANOBRA FISIOTERAPÊUTICA
DE VIBRAÇÃO TORÁCICA**

GUARATINGUETÁ

2007

MAURA BERTOLETTI

**AVALIAÇÃO DA MANOBRA FISIOTERAPÊUTICA
DE VIBRAÇÃO TORÁCICA**

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, para a obtenção do título de Mestrado na área de Projetos.

ORIENTADOR

PROF. DR. JOSÉ GERALDO TRANI BRANDÃO

GUARATINGUETÁ

2007

DADOS CURRICULARES
MAURA BERTOLETTI

NASCIMENTO - 09/02/1975

FILIAÇÃO – Roberto Bertoletti

Elhas Mattocheck Bertoletti

25/12/1996 – Curso de Graduação em Fisioterapia

Universidade Bandeirante de São Paulo

08/12/1998 – Curso de Pós Graduação “Lato Sensu” em Fisioterapia Respiratória

Universidade Cidade de São Paulo

21/11/1999 – Curso de Formação em Acupuntura

Instituto Brasileiro de Acupuntura e Homeopatia

Associação Brasileira de Acupuntura

Dedico este trabalho aos meus pais:
Roberto (em memória) e Elhas, que são os
meus mestres da vida e do amor. Ao
Gabriel, que é a razão do meu viver e
amar.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a meu orientador, Prof. Dr. José Geraldo Trani Brandão, pela colaboração inestimável, não só por esse trabalho, como também por transmitir a mim seus conhecimentos e a sua amizade.

Ao técnico Walter Luiz Medeiros Tupinambá, pela imensa ajuda, dedicação, amizade e paciência.

Ao Tiago Bertoletti Canella, sem ele nada seria possível.

Ao Prof. Luiz Fernando Costa Nascimento, pelo carinho e ajuda sempre que necessário.

Ao Umberto Martins Pires o meu muito obrigado pelo seu apoio e dedicação.

A todos os fisioterapeutas que colaboraram com este trabalho.

E principalmente a Deus!

“A vida é uma peça de teatro que não permite ensaios.
Por isso cante, chore, dance e viva intensamente antes que a cortina se feche”

Arnaldo Jabor

BERTOLETTI, M. **Avaliação da Manobra Fisioterapêutica de Vibração Torácica.** 2007. 75f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia do Camus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2007.

RESUMO

A vibração torácica é uma técnica de fisioterapia respiratória utilizada para higienização brônquica, que facilita a remoção da secreção, evitando sua retenção e danos na função pulmonar, como na troca gasosa. Existe um grande número de pacientes com problemas respiratórios que se beneficiam desta técnica. O propósito deste trabalho é justamente analisar e mensurar a frequência de oscilação da técnica de vibração torácica, realizada por diversos fisioterapeutas, que atuam em fisioterapia respiratória ou em outra área da fisioterapia, para que, por meio desses estudos possam verificar qual a frequência da técnica de vibração torácica predominante, e se a frequência obtida está próxima da frequência da literatura técnica, uma vez que existem poucos trabalhos científicos em questão. A frequência de vibração é medida em hertz (Hz).

PALAVRAS - CHAVE : Vibração Torácica, Pulmão, Fisioterapia Respiratória e Frequência.

BERTOLETTI, M. **Evaluation of the physiotherapy maneuver of chest vibration.** 2007. 75F. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia do campus de Guaratinguetá, Universidade estadual paulista, Guaratinguetá, 2007.

ABSTRACT

The chest vibration is a technique of respiratory physiotherapy used in order to promote a bronchial cleaning, to facilitate the sputum removal of the secretion, preventing its retention and damages in the pulmonary function as in the gaseous exchange. A great number of patients with respiratory problems exists that are benefit of this technique. The intention of this work is exactly to analyze and to measure the frequency of oscillation of the technique of chest vibration, carried through by diverse physiotherapists, who act with in respiratory physiotherapy and that they act in another area of the physiotherapy, so that through these studies can verify which the frequency of the technique of predominant chest vibration between them, and if the gotten frequency is next to the frequency of literature, technique exists few scientific works in question. The vibration frequency is measured in hertz (Hz).

KEY - WORDS : Chest vibration, lung, respiratory physiotherapy and Frequency.

LISTA DE FIGURAS

PÁG.

FIGURA 1 – Sistema Respiratório	26
FIGURA 2 – Árvore Brônquica	27
FIGURA 3 – Laringe, Traquéia e Árvore Brônquica	29
FIGURA 4 – Posicionamento dos Órgãos Respiratórios	29
FIGURA 5 – Pulmão	31
FIGURA 6 – Equipamento Spider 8 e Amplificador para Acelerômetro	49
FIGURA 7 – Acelerômetro KB35 com adaptador de couro e fivela	49
FIGURA 8 – Fixação do Acelerômetro na mão direita do fisioterapeuta	51
FIGURA 9 – Orientação para o profissional fisioterapeuta para os testes	51
FIGURA 10 – Realização dos testes de Vibração Torácica	52
FIGURA 11 – Gráfico de frequência versus amplitude do fisioterapeuta 6 (atua em fisioterapia respiratória e é do sexo feminino) e sujeito I	55
FIGURA 12 – Gráfico de frequência versus amplitude do fisioterapeuta 6 (atua em fisioterapia respiratória e é do sexo feminino) e sujeito II	55
FIGURA 13 – Gráfico de frequência versus amplitude do fisioterapeuta 6 (atua em fisioterapia respiratória e é do sexo feminino) e sujeito III	55
FIGURA 14 – Gráfico de frequência versus amplitude do fisioterapeuta 15 (atua em outra área da fisioterapia e é do sexo feminino) e sujeito I	56
FIGURA 15 – Gráfico de frequência versus amplitude do fisioterapeuta 15 (atua em outra área da fisioterapia e é do sexo feminino) e sujeito II	56
FIGURA 16 – Gráfico de frequência versus amplitude do fisioterapeuta 15 (atua em outra área da fisioterapia e é do sexo feminino) e sujeito III	56

FIGURA 17 – Gráfico de frequência versus amplitude do fisioterapeuta 2 (atua em fisioterapia respiratória e é do sexo masculino) e sujeito I	57
FIGURA 18 – Gráfico de frequência versus amplitude do fisioterapeuta 2 (atua em fisioterapia respiratória e é do sexo masculino) e sujeito II	57
FIGURA 19 – Gráfico de frequência versus amplitude do fisioterapeuta 2 (atua em fisioterapia respiratória e é do sexo masculino) e sujeito III	57
FIGURA 20 – Gráfico de frequência versus amplitude do fisioterapeuta 11 (atua em outra área da fisioterapia e é do sexo masculino) e sujeito I	58
FIGURA 21 – Gráfico de frequência versus amplitude do fisioterapeuta 11 (atua em outra área da fisioterapia e é do sexo masculino) e sujeito II	58
FIGURA 22 – Gráfico de frequência versus amplitude do fisioterapeuta 11 (atua em outra área da fisioterapia e é do sexo masculino) e sujeito III	58

TABELA 1 – Classificação dos adultos de acordo com o IMC.....	36
TABELA 2 – Média das frequências de Vibração Torácica obtidas entre os fisioterapeutas voluntários e sujeitos I a III.....	59
TABELA 3 – Valores médios, desvios padrão (dp), mínimo e máximo, das frequências de oscilação, em hertz, da técnica de vibração, realizada entre profissionais de fisioterapia do sexo feminino e masculino, com os respectivos <i>p</i>	60
TABELA 4 – Valores médios, desvios padrão (dp), mínimo e máximo, das frequências de oscilação, em hertz, da técnica de vibração, realizada entre profissionais de fisioterapia com relação aos três tipos de tórax distintos dos sujeitos I, II e III com os respectivos <i>p</i>	61
TABELA 5– Valores médios, desvios padrão (dp), mínimo e máximo, das frequências de oscilação, em hertz, da técnica de vibração, realizada entre fisioterapeutas que atuam com fisioterapia respiratória e fisioterapeutas que atuam em outras áreas de fisioterapia, com os respectivos <i>p</i>	61
TABELA 6 – Tabela 6 – Valores médios, desvios padrão (dp), mínimo e máximo, das frequências de oscilação, em hertz, da técnica de vibração, realizada entre fisioterapeutas que atuam com fisioterapia respiratória e fisioterapeutas que atuam em outras áreas de fisioterapia, com relação aos três tipos de tórax distintos dos sujeitos I, II e III, com os respectivos <i>p</i>	62

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANOVA – Analysis of Variance
C – Celsius
CEP – Comitê de Ética
cm – Centímetro
CO₂ – Gás Carbono
dp – Desvios Padrão
DP – Drenagem Postural
DPOC – Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica
F - Feminino
Hz – Hertz
IMC – Índice de Massa Corpórea
kgf – Quilograma Força
M – Masculino
ml – Mililitros
p – Nível de Significância
UNESP – Universidade Estadual Paulista
UNITAU – Universidade de Taubaté
VR – Volume Residual

LISTA DE SÍMBOLOS

% - Porcentagem

α - Alfa

< - Menor

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	15
LISTA DE SÍMBOLOS	16

CAPÍTULO 1

1 – INTRODUÇÃO	17
1.1 – FISIOTERAPIA RESPIRATÓRIA	17
1.1.1 – Técnica de Vibração Torácica	18
1.2 – OBJETIVO	23
1.3 – ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....	23

CAPÍTULO 2

2 - MÉTODO	25
2.1 – ANATOMIA DO SISTEMA RESPIRATÓRIO	25
2.1.1 – Traquéia	25
2.1.2 – Brônquios, Bronquíolos e Alvéolos	27
2.1.3 – Pulmão	30
2.1.4 – Músculos	32
2.2 – MECANISMO DA RESPIRAÇÃO	33
2.2.1 – Inspiração	33
2.2.2 – Expiração	34
2.2.3 – Ventilação Alveolar	34
2.2.4 – Atividade Mucociliar	35
2.3 – OBESIDADE	35
2.3.1 – Índice de Massa Corpórea	36
2.3.2 – Risco relativo de problemas de saúde associados à obesidade.....	37
2.3.3 – Doenças pulmonares associados a obesidade	37

2.4 – DOENÇA PULMONAR OBSTRUTIVA CRÔNICA	38
2.4.1 – Fisiopatologia	39
2.4.2 – Sinais e sintomas clínicos	39
2.4.3 – Tabagismo e DPOC	40

CAPÍTULO 3

3 – VIBRAÇÃO	42
3.1- UNIDADES DE MEDIÇÃO	42
3.2 – ACELERÔMETRO PIEZOELÉTRICO	43
3.2.1 – Configurações práticas de Acelerômetro.....	44
3.2.2 – Tipos de Acelerômetro	44
3.2.3 – Faixa de frequência e montagem do Acelerômetro	45
3.2.4 – Pré-Amplificador de Acelerômetro	46

CAPÍTULO 4

4 - PROCEDIMENTO	48
4.1 – Procedimento experimental	49

CAPÍTULO 5

5 – RESULTADOS	54
----------------------	----

CAPÍTULO 6

6 – DISCUSSÕES E CONCLUSÕES.....	64
----------------------------------	----

CAPÍTULO 7

7 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69
--------------------------------------	----

ANEXOS	73
ANEXO A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	73
ANEXO B - CARTA DE INFORMAÇÃO AO SUJEITO DA PESQUISA	74
ANEXO C – TERMO DE CONSENTIMENTO DO FISIOTERAPEUTA	75

CAPÍTULO 1

1 – INTRODUÇÃO

O fisioterapeuta assume na atualidade uma posição da maior importância clínica, frente ao aparecimento de complicações pulmonares que estão relacionadas à obstrução brônquica. Fatores como tabagismo contribuem diretamente para o aumento da incidência de diversos tipos de enfermidades respiratórias.

São diversas as técnicas de fisioterapia respiratória utilizadas, neste trabalho, foi analisada a vibração manual torácica e sua frequência de oscilação, realizada por diversos fisioterapeutas, em diversos tipos de tórax, como do sujeito portador de DPOC; o tórax do sujeito sem comprometimento pulmonar aparente, (normal) e do sujeito obeso.

1.1 - FISIOTERAPIA RESPIRATÓRIA

Um dos princípios básicos da fisioterapia respiratória é a facilitação do clearance mucociliar; as manobras de desobstrução brônquica fazem parte de uma série de procedimentos que visam este objetivo. O conhecimento da fisiopatologia da ausculta pulmonar é importante para selecionar os pacientes que apresentam ruídos adventícios por retenção de secreções e daqueles provocados por perda de tração elástica do parênquima pulmonar. Ambos serão beneficiados com essas manobras. (Azeredo, 1996). A fisioterapia do tórax não é uma entidade por si própria, mas sim uma variedade de técnicas as quais podem ser usadas individualmente ou em várias combinações, dependendo das condições do paciente que está sendo tratado. (Gallon, 1991).

Uma das atuações da fisioterapia respiratória é no tratamento de sujeitos portadores de patologias com produção aumentada de secreção, para facilitar a

remoção da mesma, evitando sua retenção e prejuízo da função pulmonar. As secreções aumentam a resistência ao fluxo aéreo, dificultam as trocas gasosas e tornam excessivo o trabalho dos músculos respiratórios. (Azeredo, 1996). A retenção de secreções pode interferir na ventilação e difusão de oxigênio e dióxido de carbono. Se as técnicas de remoção adequadas forem aplicadas, podem otimizar as capacidades de ventilação e conseqüentemente as trocas gasosas. (Sullivan; Schmitz, 2004).

1.1.1 – Técnica de Vibração Torácica

A vibração é uma das técnicas utilizadas pelo fisioterapeuta para acelerar o desprendimento e movimento das secreções e tampões mucosos nas vias aéreas condutoras. (Irwin; Tecklin, 2003). Constitui uma pressão intermitente que se executa sobre a parede do tórax durante a expiração, através de contrações isométricas repetidas do ombro e membro superior. A frequência com que a técnica é realizada gira em torno de 12 a 16 Hz. (Pavia, 1990). São relatadas frequências de 12 a 20 Hz para vibração manual. (Irwin; Tecklin, 2003). O sujeito pode ser orientado no sentido de fazer uma inspiração profunda, mantê-la por alguns segundos e iniciar a vibração neste período, prosseguindo durante todo o tempo expiratório. O vibrador mecânico também pode ser utilizado em movimentos rotatórios. (Azeredo, 1996). Cinco a sete tentativas de vibração bastam para acelerar a remoção de secreções por meio do sistema de transporte mucociliar e evitar uma possível hiperventilação. (Sullivan; Schmitz, 2004). A vibração manual é mais efetiva quando alternada em cada um dos hemitórax, sendo o decúbito eletivo o lateral. (Azeredo; Polycarpo; Queiroz, 2000).

A vibração consiste em um movimento fino e de oscilação rápida, da parede torácica, com os dedos e a palma da mão em contato com está, sendo a maioria da força vibratória exercida através dos dedos. Essa pressão leve na parede do tórax durante a expiração aumentará o nível de fluxo expiratório, o que pode auxiliar na

depuração mucociliar. (Ellis; Alison, 1997). Trabalhos adicionais necessitam ser realizados quanto à frequência da vibração. (Pryor; Webber, 2002).

Os autores Rossman et al, (1981), estudaram a efetividade de alguns dos componentes da fisioterapia do tórax na remoção das secreções do pulmão de 6 indivíduos com fibrose cística, os quais foram monitorados durante 40 minutos após inalação, tosse espontânea, drenagem postural (DP), DP mais percussão mecânica, manobras combinadas (DP, respiração profunda com vibração e percussão) e tosse rigorosa dirigida. Entretanto, não observaram diferenças significativas entre essas técnicas. Concluíram que sessões de tosse podem ser tão efetivas como as terapias administradas de fisioterapia na remoção de secreções pulmonares. As sessões frequentes de tosse espontânea direcionadas são potencialmente mais úteis.

Estudos sobre técnicas de fisioterapia do tórax incluem percussão, DP, vibração e aumento de manobras de tosse, e foram realizados por Kirilloff et al, (1985). Em geral, o objetivo destas intervenções são melhorar a limpeza mucociliar, aumentar o volume de catarro expectorado e melhorar a função das vias aéreas. Estes estudos demonstraram que a percussão e a vibração podem diminuir o volume expiratório forçado em 1 segundo, em sujeitos com bronquite crônica, junto com droga broncodilatadora. Outros pesquisadores avaliaram o efeito da fisioterapia do tórax executada com vibrador mecânico. Holody e Goldberg, apud Kirilloff et al, estudaram a vibração mecânica em 10 pacientes em ventilação mecânica, após mudança de decúbito e aspiração; isso melhorou após 30 minutos a oxigenação arterial, porém não se pode ter certeza desta conclusão, devido a outras variáveis como mudança de decúbito e aspiração.

Nos estudos da técnica de fisioterapia do tórax, Sutton et al, (1985), essas técnicas foram aplicadas em pacientes com produção excessiva de catarro, (44 gramas/dia), usando a técnica do aerossol inalado. A limpeza traqueobronquial não foi afetada pela adição da vibração ou percussão, com ou sem exercícios respiratórios para

drenagem postural, não evidenciando que as técnicas de fisioterapia do tórax aumentam a limpeza traqueobronquial.

Sutton (1988), afirma que a fisioterapia do tórax deve ser realizada em pacientes com catarro, e deve-se incorporar a técnica de expiração forçada com DP e uso de agentes adrenérgicos inaláveis. Relata que a percussão e vibração tem como finalidade soltar as secreções respiratórias, aplicando-se uma freqüência variável e amplitude à parede do tórax. Não se sabe se esta força é transmitida para as vias aéreas ou se o processo tenta estabelecer vibrações que são aumentadas pela ressonância natural do pulmão. Não obstante, Murray, apud Sutton, resume a posição presente, expondo que “Quando a doença não é caracterizada por excesso de secreções respiratórias, então a fisioterapia do tórax não possui parte nesta administração”. Aqueles pacientes que não possuem secreções em excesso (superior a 30 gramas por dia), provavelmente não obtêm benefícios da fisioterapia do tórax.

Segundo Pavia (1990), a revisão de dados mostra que a fisioterapia respiratória é efetiva na limpeza de secreções dos pulmões de pacientes com secreções excessivas superiores a 30 ml. Maxell e Redmond, apud Pavia, reportaram a nenhuma diferença entre percussão manual e mecânica em criança com fibrose cística. Estudos realizados por Sutton, apud Pavia, usando a técnica de radioaerossol, demonstrou que a adição da vibração ou percussão e drenagem postural não melhoraram adicionalmente a limpeza.

Cristiano e Schwartzstein (1997), observaram que a vibração dos músculos inspiratórios da parede do tórax durante a inspiração (em fase) reduz a falta de ar associada com hipercapnia e carga resistida em pacientes normais e em pacientes com DPOC em repouso. Usaram dois protocolos: um com hipercapnia de estado fixo, e outro exercício com ergômetro de extremidade baixa. Seus resultados demonstraram que a vibração em fase da parede do tórax reduziu significativamente o desconforto respiratório associado a hipercapnia de estado fixo em sujeitos com DPOC. Durante exercícios com ergômetro de extremidade inferior, entretanto, a vibração da parede do

tórax em fase, quando comparada às condições de controle, não reduziu significativamente o desconforto respiratório.

Segundo Edo et al, (1998), a estimulação vibratória aplicada à parede do tórax durante inspiração reduz a intensidade de falta de ar, enquanto que o mesmo estímulo durante a expiração não tem efeito ou pode aumentar a falta de ar (durante resposta ventilatória de hipercapnia). Dois vibradores foram colocados bilateralmente no segundo ou terceiro espaço intercostal, com uma faixa de borracha, e outros dois vibradores similares foram colocados do sétimo para o nono espaço intercostal. A frequência de vibração aplicada foi de 100 Hz. Os resultados mostram que, com cargas resistidas, a vibração em fase diminui significativamente a falta de ar, enquanto a pressão de oclusão bucal e a ventilação permaneceram inalteradas em um determinado nível de CO₂.

Nos estudos realizados por Binks et al, (2001), dois estímulos vibratórios foram independentemente aplicados a quatro posições da parede torácica. Durante a inspiração sustentada, o vibrador foi segurado sobre cada local enquanto a pessoa abria e fechava a faringe. A pressão das vias aéreas foi medida na boca, e mostrou que oscilações de pressões ocorreram na mesma frequência das do vibrador. Estes dados demonstraram que a vibração sobre a parede do tórax causa também a vibração do pulmão, e pode excitar potencialmente os receptores intrapulmonares. Foram usados dois vibradores de 105 e 120 Hz. Diferenças individuais em cada localização do vibrador produziram a maior oscilação, o que ocorreu talvez devido a diferenças morfológicas, tais como: gordura subcutânea e distribuição muscular. Até agora não tem havido evidência direta demonstrando que esta maneira de vibração da parede do tórax alcance as vias aéreas. O mecanismo fisiológico atrás do efeito de vibração está na atividade aferente da parede do tórax.

Foram estudados pacientes com queixa de falta de ar e portadores de DPOC, por Fujie et al, (2002). Dois vibradores foram colocados bilateralmente no segundo ou terceiro espaço intercostal na região paraesternal, e outros dois vibradores

foram colocados similarmente no sétimo e nono espaços intercostais, anterior a linha axilar média. Os vibradores foram fixados utilizando um colete, e presos por tiras de velcro. Os dois pares foram sincronizados de acordo com a fase respiratória, utilizando um sinal de medidor de fluxo, e a vibração (100 Hz). As vibrações superiores foram ativadas para atuar durante a inspiração e as vibrações inferiores, na expiração. Seus resultados demonstraram que a vibração da parede do tórax na fase inspiratória reduziu a dispnéia durante o exercício com carga constante apenas sobre limiar anaeróbico, em pacientes com DPOC. A vibração da parede do tórax em fase foi mais efetiva em pacientes com DPOC severo, e teve pouco benefício para aqueles pacientes com DPOC menos severo.

Os mesmos autores Salisbury et al, (2003), dividiram os pacientes em dois grupos: o primeiro grupo formado por oito adultos, segurando a inspiração e medindo o desconforto respiratório. A vibração foi aplicada separadamente em quatro partes do tórax, usando-se duas amplitudes; o segundo grupo, nove adultos mecanicamente ventilados, com a vibração entre o 2^o e o 3^o espaços intercostais, frequência entre 105 e 120 Hz. Eles observaram que a vibração sobre a parede do tórax fez com que o pulmão vibrasse também, como indicado por oscilações de pressões das vias aéreas superiores na frequência da vibração. Concluíram que a vibração mecânica na parede do tórax não alivia a falta de ar.

1.2 – OBJETIVO

O objetivo deste estudo é detectar e analisar a frequência de oscilação da técnica de vibração torácica, realizada por diversos fisioterapeutas, em três tipos de tórax: um tórax de um sujeito portador de doença pulmonar obstrutiva crônica e tabagista; de um sujeito obeso, não tabagista e não portador de DPOC; e de um sujeito não fumante, não portador de DPOC e não obeso.

Comparações dos resultados da frequência de vibração torácica obtida com a frequência de vibração existentes na bibliografia serão feitas.

1.3 - ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Este trabalho é composto por cinco Capítulos, cuja sinopse é descrita a seguir.

Capítulo 1 – Introdução

A parte introdutória foi responsável pelo objetivo e proposta do estudo, além das citações de artigos encontrados sobre a fisioterapia respiratória, enfatizando a técnica de vibração torácica e fisioterapia respiratória.

Capítulo 2 – Método

Este capítulo consiste na descrição detalhada sobre as partes relacionadas neste trabalho, tais como anatomia e fisiologia pulmonar e patologias em estudo como DPOC e obesidade.

Capítulo 3 – Vibração

Neste capítulo é relatado a parte informativa sobre a vibração, acelerômetros piezoelétricos que são utilizados para as medições da técnica de vibração torácica.

Capítulo 4 – Procedimento

O Capítulo 4 consiste na parte prática do trabalho. São relatadas as partes experimentais, desde a seleção de fisioterapeutas e pacientes até as aquisições dos dados propriamente ditos.

Capítulo 5 – Resultados

Reúne os resultados obtidos ao término dos testes realizados na parte prática do trabalho, juntamente com os seus gráficos e frequências predominantes de vibração torácica.

Capítulo 6 – Discussões e Conclusões

Comenta esses resultados obtidos, chegando a uma conclusão final.

CAPÍTULO 2

2 – MÉTODO

2.1 - ANATOMIA DO SISTEMA RESPIRATÓRIO

2.1.1 – Traquéia

À laringe segue-se a traquéia, estrutura cilindróide constituída por uma série de anéis cartilagíneos incompletos, em forma de C, sobrepostos e ligados entre si pelos ligamentos anulares. A parede posterior, desprovida de cartilagem, constitui a parede membranácea da traquéia, que apresenta musculatura lisa, o músculo traqueal. Tal como ocorre em outros órgãos do sistema respiratório, as cartilagens da traquéia proporcionam-lhe rigidez suficiente para impedi-la de entrar em colapso, e ao mesmo tempo, unidas por tecido elástico, fica assegurada a mobilidade e flexibilidade da estrutura que se desloca durante a respiração e com os movimentos da laringe. (Dângelo; Fattini, 2002).

A traquéia é um tubo de aproximadamente 2,5 cm de diâmetro e 11 cm de comprimento. Estende-se desde a laringe até o nível da sexta vértebra torácica, onde ela se divide em brônquios principais direito e esquerdo. (Spence,1991). A traquéia é revestida por uma membrana mucosa de epitélio pseudo-estratificado colunar ciliado que contém numerosas glândulas mucosas, como os cílios se movem para cima, eles tendem a carregar partículas estranhas e excessiva secreção mucosa para fora, desde os pulmões até a faringe, onde eles são deglutidos. (Spence,1991). A figura a seguir nos mostra o Sistema respiratório, os pulmões estão fixados em expiração e rodados lateralmente, para uma melhor visualização dos órgãos correspondentes, a hemicabeça esquerda está rodada lateralmente.

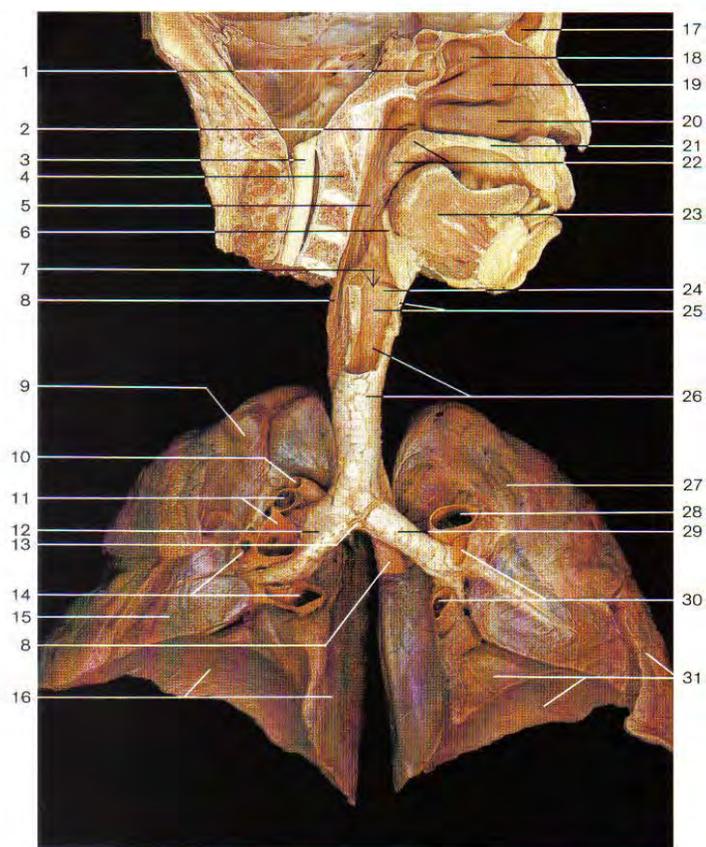


Figura 1 – Sistema Respiratório. (Rohen et al, 2002).

- | | |
|---|--------------------------------------|
| 01- Seio esfenoidal | 17- Seio frontal |
| 02- Óstio faríngeo da tuba auditiva | 18- Concha nasal superior |
| 03- Medula espinal | 19- Concha nasal média |
| 04- Dente de áxis | 20- Concha nasal inferior |
| 05- Parte oral da faringe (istmo da fauce) | 21- Palato duro |
| 06- Cartilagem epiglótica | 22- Palato mole com úvula palatina |
| 07- Adito da faringe | 23- Língua |
| 08- Esôfago | 24- Prega vocal |
| 09- Lobo superior do pulmão direito | 25- Laringe |
| 10- Veia ázigo | 26- Traquéia |
| 11- Ramo da artéria pulmonar | 27- Lobo superior do pulmão esquerdo |
| 12- Brônquio principal direito | 28- Artéria pulmonar esquerda |
| 13- Bifurcação da traquéia | 29- Brônquio principal esquerdo |
| 14- Tributárias das veias pulmonares direitas | 30- Veias pulmonares esquerdas |
| 15- Lobo médio do pulmão direito | 31- lobo inferior do pulmão esquerdo |
| 16- Lobo médio do pulmão direito | |

2.1.2 – Brônquios, Bronquíolos e Alvéolos

Quando a traquéia passa atrás do arco da aorta, ela se divide em dois ramos curtos: os brônquios principais direito e esquerdo. (Spence, 1991). O brônquio principal direito é mais vertical, mais curto e mais largo que o esquerdo. Como resultado, os objetos estranhos nas vias aéreas têm mais probabilidade de penetrar e se alojar no brônquio principal direito que no esquerdo. (Tortora, 1997). Cada brônquio principal (ou primário), divide-se em ramos ainda menores, os brônquios lobares (ou secundários), um para cada lobo do pulmão. Estes brônquios, por sua vez, dividem-se em muitos brônquios segmentares (ou terciário), que continuam se dividindo até formar os finíssimos bronquíolos. Estes dividem-se muitas vezes, formando os bronquíolos terminais, cada um dos quais dá origem a diversos bronquíolos respiratórios. Estes subdividem-se em vários ductos alveolares que terminam em diminutos sacos de paredes finas, os alvéolos pulmonares. Frequentemente diversos alvéolos abrem-se numa câmara comum chamada saco alveolar. (Spence, 1991).

Vê-se assim, que cada brônquio principal dá origem no pulmão a uma série de ramificações conhecidas, em conjunto, como árvore brônquica. (Dângelo; Fattini, 2002). A quantidade de sacos alveolares e o sistema de tubos brônquios através dos quais o ar passa para atingir os alvéolos dá aos pulmões a sua textura esponjosa. (Spence, 1991).

Em seguida, representado pela figura 2, encontramos a Árvore bronquial (vista anterior), seu tecido pulmonar retirado, tendo a mostra os segmentos broncopulmonares. E as figuras 3 e 4, exemplifica a forma da Laringe, traquéia e árvore brônquica em seu conjunto, juntamente com posicionamento dos órgãos respiratórios dentro do corpo humano.

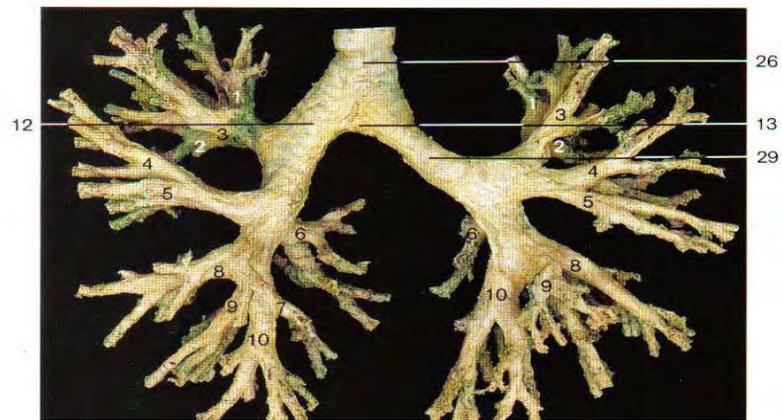


Figura 2 – Árvore Brônquica. (Rohen et al, 2002).

- 1 a 10 – Segmentos broncopulmonares
- 12 – Brônquio principal direito
- 13 – Bifurcação da traquéia
- 26 – Traquéia
- 29 – Brônquio principal esquerdo

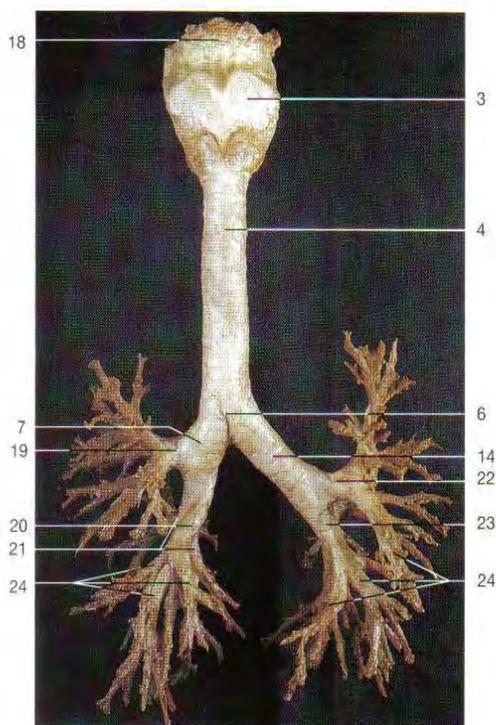


Figura 3 – Laringe, traquéia e árvore brônquica. (Rohen et al, 2002).

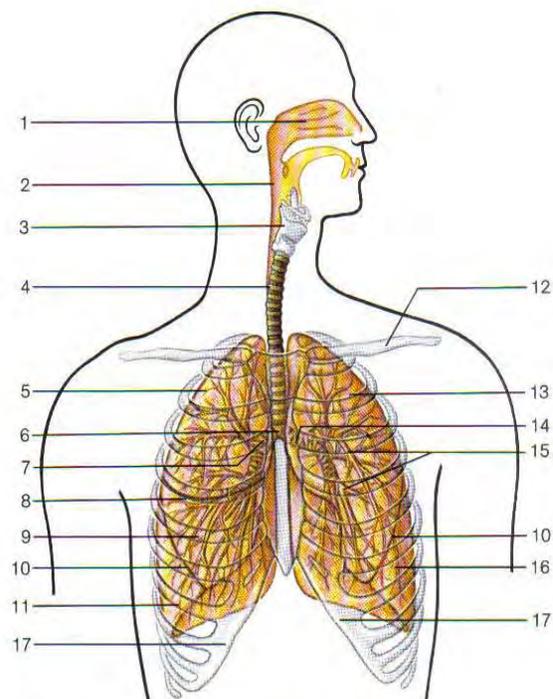


Figura 4 – Posicionamento dos órgãos respiratórios (Rohen et al, 2002).

- 01- Cavidade nasal
- 02- Faringe
- 03- Laringe (cartilagem tireóidea)
- 04- Traquéia
- 05- Lobo superior do pulmão direito
- 06- Lobo superior do pulmão direito
- 07- Brônquio principal direito
- 08- Fissura horizontal (pulmão direito)
- 09- Lobo médio do pulmão direito
- 10- Fissuras oblíquas dos pulmões
- 11- Lobo inferior do pulmão direito
- 12- Clavícula
- 13- Lobo superior do pulmão esquerdo

- 14- Brônquio principal esquerdo
- 15- Brônquios segmentares broncopulmonares
- 16- Lobo inferior do pulmão esquerdo
- 17- Arco nasal
- 18- Osso hióide
- 19- Brônquio lobar superior direito
- 20- Brônquio lobar médio direito
- 21- Brônquio lobar inferior direito
- 22- Brônquio lobar superior esquerdo
- 23- Brônquio lobar inferior esquerdo
- 24- Brônquios segmentares
- 25- Ramos de artérias pulmonares
- 26- Ramos de veias pulmonares

2.1.3 - Pulmão

Os pulmões, direito e esquerdo, órgãos principais da respiração, estão contidos na cavidade torácica e entre eles há uma região mediana denominada mediastino, ocupada pelo coração, os grandes vasos e alguns dos seus ramos proximais, o esôfago, parte da traquéia e brônquios principais, além de nervos e linfáticos. (Dângelo; e Fattini, 2002). Cada pulmão é envolvido por um saco de paredes duplas chamado pleura. Ambas as camadas da pleura são formadas por membrana serosa. A porção da pleura que adere firmemente aos pulmões é a pleura visceral (ou pulmonar), a porção que reveste as paredes da cavidade torácica é a pleura parietal. (Spence, 1991).

Cada pulmão é dividido em lobos superior e inferior por uma fissura oblíqua. O pulmão direito é ainda dividido por uma fissura horizontal que delimita um lobo médio. Assim, o pulmão direito tem três lobos, enquanto o esquerdo tem dois. (Spence, 1991). Os pulmões estendem-se do diafragma até um pouco acima das clavículas e estão justapostos às costelas. A porção inferior larga do pulmão é a base. A porção superior estreita do pulmão é a ápice. O hilo é uma área na face medial através da qual os brônquios, os vasos pulmonares, os vasos linfáticos e os nervos entram e saem do pulmão. (Tortora, 1997). A figura 5 ilustra o Pulmão direito e esquerdo em sua vista lateral.



Figura 5 – Pulmão. (Rohen et al, 2002).

- 1 – Ápice do pulmão
- 2 – Lobo superior do pulmão direito
- 3 – Fissura horizontal do pulmão direito
- 4 – Fissura oblíqua do pulmão direito
- 5 – Lobo médio do pulmão direito
- 6 – Lobo inferior do pulmão direito
- 7 – Margem inferior
- 8 – Lobo superior do pulmão esquerdo
- 9 – Face costal com impressões das costelas
- 10 – Fissura oblíqua do pulmão esquerdo
- 11 – Lobo inferior do pulmão esquerdo

2.1.4 – Músculos

Os músculos utilizados na inspiração incluem o diafragma, os músculos intercostais externos, os esternocleidomastóideos e os escalenos. Os músculos utilizados na expiração incluem os intercostais internos e os abdominais. (Silverthorn, 2003).

O diafragma é o principal músculo responsável pela respiração calma. (Spence, 1991). O diafragma é classicamente descrito como um músculo delgado e achatado, que separa a cavidade torácica da cavidade abdominal. Ele tem a forma de uma cúpula côncava na parte de baixo, esta cúpula é mais alta à direita do que à esquerda, e na fase da inspiração eleva-se até a altura do quinto arco costal, à direita, e do sexto arco, à esquerda. (Campignon, 1996).

O diafragma é perfurado por um certo número de aberturas que permitem a passagem de estruturas entre o tórax e o abdome. As maiores aberturas são para a aorta, a veia cava e o esôfago. Sua origem: no processo xifóide; face interna das seis últimas costelas e vértebras lombares. Sua inserção: no centro tendíneo do diafragma. Sua ação: puxa o centro tendíneo para baixo, aumentando o tamanho da cavidade torácica e causando inspiração. Sua inervação: Nervo frênico. (Spence, 1991).

Os espaços entre costelas adjacentes são reforçados principalmente pelos músculos intercostais externos e internos. As fibras dos músculos intercostais externos estão dispostas em ângulo reto com os dos intercostais internos e íntimos, formando assim uma forte parede muscular entre as costelas sem requerer uma musculatura pesada. (Spence, 1991). Os intercostais externos elevam as costelas, ampliando a largura (diâmetro transversal) da cavidade torácica, parte intercondral dos intercostais internos também eleva as costelas. Os intercostais internos, exceto a parte intercondral, participam da expiração ativa. (John; e Frank, 2004).

Os músculos esternocleidomastóideo e os escalenos (anterior, médio e posterior), são músculos acessórios da inspiração, o esternocleidomastóideo eleva o esterno, já os escalenos elevam e fixam as costelas superiores. (John; e Frank, 2004).

Os músculos abdominais (Reto do abdome, oblíquo externo do abdome, oblíquo interno do abdome e transversos do abdome), participam da expiração ativa, eles abaixam as costelas inferiores, comprimem o conteúdo abdominal, deslocando para cima o diafragma. (John; e Frank, 2004).

2.2 - MECANISMOS DA RESPIRAÇÃO

A ventilação pulmonar (respiração) é o processo pelo qual os gases são trocados entre a atmosfera e os alvéolos do pulmão. O ar flui entre a atmosfera e os pulmões porque existe uma diferença de pressão entre eles. Nós inspiramos quando a pressão dentro dos pulmões é menor que a pressão do ar na atmosfera. Nós expiramos quando a pressão dentro dos pulmões é maior que a pressão na atmosfera. A ventilação pulmonar envolve duas fases: a inspiração e a expiração. (Tortora, 1997).

2.2.1 - Inspiração

Se refere aos movimentos do ar em direção aos pulmões. O diafragma se contrai, se achata, abaixando sua cúpula, esta ação aumenta a dimensão longitudinal da cavidade torácica.(Spence, 1991). Os músculos intercostais externos e os escalenos se contraem e empurram as costelas para cima e para fora. O movimento das costelas durante a inspiração tem sido relacionado com uma bomba de ar (as costelas se movimentam para cima e em direção á coluna vertebral) e a um movimento de alça de balde (as costelas movem-se para fora em direção lateral). A combinação destes dois

movimentos faz com que a caixa torácica mova-se em todas as direções. Como o volume da caixa torácica aumenta, a pressão diminui e o ar flui para dentro dos pulmões. (Silverthorn, 2003).

2.2.2 – Expiração

Se refere aos movimentos do ar para fora dos pulmões. Quando os músculos envolvidos na inspiração se relaxam, a retração elástica dos pulmões, a parede torácica e as estruturas abdominais retornam as costelas e o diafragma à sua posição de descanso. (Spence, 1991). A expiração normal, ao contrário da inspiração, é um processo passivo pois não há contrações musculares envolvidas. Estes movimentos diminuem o tamanho da cavidade torácica. (Tortora, 1997).

2.2.3 – Ventilação Alveolar

A finalidade última da ventilação é continuamente renovar o ar nas áreas de trocas do pulmão, nas quais o ar se encontra próximo do sangue capilar. Essas áreas são os alvéolos, os sacos alveolares, os ductos alveolares e os bronquíolos respiratórios. A intensidade de renovação do ar nessas áreas é chamada de ventilação alveolar. Parte do ar que uma pessoa respira jamais alcança as áreas onde ocorrem as trocas gasosas, preenchendo apenas as vias aéreas onde não ocorrem trocas, como o nariz, a faringe e a traquéia. Esse ar é chamado de ar do espaço morto, pois não é útil para o processo de trocas gasosas. (Guyton; Hall, 1997).

O oxigênio que se movimenta a partir da atmosfera para a superfície de troca nos alvéolos é somente o primeiro passo da respiração externa. O próximo deverá ser a troca normal de gás por meio da interface alvéolo-capilar. Finalmente, o fluxo de sangue (perfusão) que passa no alvéolo deve ser adequado para pegar o oxigênio disponível. A associação da ventilação dentro de grupos de alvéolos com o

fluxo sanguíneo que passa por estes alvéolos é um processo de duas etapas que envolve a regulação local tanto do fluxo de ar quanto do fluxo sanguíneo. (Silverthorn, 2003).

2.2.4 - Atividade Mucociliar

A atividade mucociliar exerce papel protetor ao longo de todo o percurso das vias respiratórias, começando pela cavidade nasal até a última ramificação brônquica. Essa é contemporaneamente relacionada à produção de muco e ao seu transporte mediante o batimento ciliar. Para o desempenho da atividade mucociliar, ao longo das vias respiratórias altas e baixas, concorrem: células epiteliais dedicadas à produção do muco e células epiteliais dedicadas ao transporte do muco. São funções do muco: Hidratação das vias respiratórias; captação e transporte de partículas inaladas e depuração biológica. A presença de tais fatores, mais ou menos incrementada na inflamação, tem um papel de neutralizar produtos tóxicos e toxinas bacterianas; de impedir a adesividade dos germes à parede epitelial; de opsonizar alguns microorganismos; efeitos antimicrobianos contra bactérias, vírus e micetos. Por tais propriedades, o muco é considerado o verniz asséptico das paredes brônquicas. (Tarantino, 1997).

2.3 - OBESIDADE

A obesidade com frequência é definida simplesmente como uma condição de acúmulo anormal ou excessivo de gordura no tecido adiposo, numa extensão em que a saúde pode ser prejudicada. A distribuição de gordura induzida pelo ganho de peso relaciona-se com os riscos associados à obesidade e os tipos de doença da qual resultam. (Organização Mundial da Saúde, 2004).

2.3.1 - IMC – Índice de Massa Corpórea

O IMC é um índice simples que relaciona peso e estatura, comumente utilizado para classificar abaixo do peso, sobrepeso e obesidade. Ele é definido como o peso em quilograma força dividido pelo quadrado da estatura em metros (peso em kgf/(altura)²em metros). Conforme mostra a Tabela I a seguir. (Organização Mundial da Saúde, 2004).

TABELA I - CLASSIFICAÇÃO DOS ADULTOS DE ACORDO COM O IMC *

CLASSIFICAÇÃO	IMC	RISCO DE CO-MORBIDADES
Abaixo do peso	Menor 18,50	Baixo
Varição normal	18,50 – 24,99	Médio
Sobrepeso:	Maior/igual 25,00	
Pré obeso	25,00 – 29,99	Aumentado
Obeso classe I	30,00 – 34,99	Moderado
Obeso classe II	35,00 – 39,99	Grave
Obeso classe III	Maior/igual 40,00	Muito grave

* Fonte – (Organização Mundial da Saúde, 2004).

O IMC fornece a medida mais útil, embora grosseira, de obesidade em relação à população. Os indivíduos obesos com excesso de gordura nos depósitos intra-abdominais estão em risco particular de conseqüências adversas de saúde da obesidade. Portanto, a medida da circunferência abdominal fornece um método simples e prático para identificar pacientes acima do peso com maior risco de enfermidade associada à obesidade em função da distribuição de gordura abdominal.

Os métodos adicionais disponíveis para a caracterização mais detalhada do estado obeso incluem métodos de medida de composição corpórea (pesagem debaixo da água), determinação da distribuição anatômica corpórea (imagem de ressonância magnética), medida de ingestão de energia (registro dietético prospectivo) e gasto de energia (água duplamente marcada). Entretanto os custos de tais técnicas e as dificuldades práticas envolvidas na sua aplicação limitam sua utilidade para pesquisa. (Organização Mundial de Saúde, 2004).

2.3.2- Risco relativo de problemas de saúde associados à obesidade

Os problemas de saúde não fatais, porém debilitantes, associados a obesidade incluem dificuldades respiratórias, problemas músculoesqueléticos crônicos, problemas de pele e infertilidade. Os problemas crônicos de saúde de maior ameaça à vida associados a obesidade são problemas cardiovasculares, inclusive hipertensão, acidente vascular cerebral e doença da artéria coronária; diabetes melitus; alguns tipos de câncer, como os hormonalmente relacionados e colicistopatias. (Organização Mundial de Saúde, 2004).

2.3.3 - Doenças pulmonares associados a obesidade

A obesidade prejudica a função e a estrutura respiratória, tendo prejuízos fisiológicos e fisiopatológicos. O esforço para respirar com a obesidade, principalmente como resultado da inflexão extrema da caixa torácica, conseqüente ao acúmulo de tecido ao redor das costelas, no abdome e diafragma. A hipoxemia é parcialmente porque o baixo volume de relaxamento faz com que a ventilação ocorra em volumes abaixo do volume de fechamento (exacerbada quando se deita por causa da redução de capacidade residual). A apnéia do sono ocorre em mais de 10% dos homens e mulheres com IMC de 30 ou maior; 65 a 75% dos indivíduos com apnéia

obstrutiva do sono são obesos, provavelmente como resultado do estreitamento da via aérea quando se deita. (Organização Mundial de Saúde, 2004).

2.4 - DOENÇA PULMONAR OBSTRUTIVA CRÔNICA – DPOC

A DPOC compreende um grupo de doenças pulmonares caracterizadas por limitação crônica ao fluxo expiratório, irreversíveis (parcial ou totalmente), e lentamente progressivas durante meses a anos de observação. (Silva, 2001). Os componentes pulmonares que compreendem a DPOC são bronquite crônica e enfisema (Sullivan; Schmitz, 2004). Fatores relacionados a genética é a deficiência hereditária da antiprotease alfa 1- antitripsina é a mais conhecida e aceita. Está associada ao desenvolvimento de DPOC em jovens e não fumantes. (Aidé; Cardoso, 2001).

A bronquite crônica é definida como tosse crônica e expectoração que persiste por pelo menos um período de 3 meses durante dois anos consecutivos, no mínimo. Define-se enfisema como o aumento anormal do tamanho da unidade respiratória distal, acompanhado por alterações destrutivas das paredes alveolares, sem uma fibrose evidente. O termo DPOC é empregado no contexto clínico para descrever a combinação desse distúrbios. (Sullivan; Schmitz, 2004).

2.4.1 - Fisiopatologia

A inflamação crônica causada pela irritação decorrente da inalação da fumaça do cigarro é o principal agente causal no desenvolvimento da DPOC. A fisiopatologia da DPOC se caracteriza por uma série de comprometimentos que contribuem para o processo geral da doença. A inflamação crônica por inalação de poluentes faz com que as glândulas e as células caliciformes que estão nas paredes brônquicas se hipertrofiem. São produzidas secreções em excesso que obstruem total

ou parcialmente a via aérea. A obstrução parcial de uma via aérea pelo muco, ou seja, a obstrução apenas durante a expiração, é responsável pela hiperinflação (aumento anormal da quantidade de ar dentro do tecido pulmonar) observada nesses pacientes. A obstrução completa das vias aéreas causa a atelectasia por absorção. (Sullivan; Schmitz, 2004).

A destruição do tecido pulmonar causa a perda das propriedades elásticas normais de retração dos pulmões. Durante a expiração, algumas vias aéreas cedem, devido a falta de apoio por parte do parênquima elástico circundante. A queda prematura da pressão interna da via aérea causa hiperinflação ou aprisionamento do ar e redução das taxas de fluxo expiratório. (Sullivan; Schmitz, 2004). A alteração básica na DPOC é o aumento do volume residual (VR). Resulta da obstrução brônquica, que acarreta a interrupção precoce da expiração forçada, permanecendo um maior volume aéreo retido no parênquima. Portanto, é uma modificação funcional que se inicia precocemente na DPOC. (Bethlem, 2002).

A ventilação dos alvéolos e a perfusão da membrana capilar já não se sincronizam. Esse fato causa a hipoxemia, condição em que o sangue carrega uma quantidade menor de oxigênio para os tecidos. Conforme a doença evolui uma quantidade maior de áreas do pulmão é comprometida, a hipoxemia piora, desenvolvendo a hipercapnia, condição em que há uma quantidade maior de dióxido de carbono no sangue arterial. O aumento da resistência dos vasos do pulmão, provocado pela destruição dos capilares e pela vasoconstrição reflexa em presença da hipoxemia e da hipercapnia, tem como resultado a hipertrofia do ventrículo direito, conhecida como Cor Pulmonale. (Sullivan; Schmitz, 2004).

2.4.2 – Sinais e sintomas clínicos

Os sintomas incluem a tosse, a produção de escarros, sibilos e dificuldade respiratória, tipicamente aos esforços. O exame físico do tórax de um paciente com

DPOC pode revelar sibilos ou diminuição dos ruídos respiratórios precocemente. Posteriormente, os sinais de hiperinsuflação podem ser evidentes, isto é, aumento do diâmetro ântero-posterior (algumas vezes denominado tórax em tonel), achatamento do diafragma e indentação da parede torácica ao nível do diafragma na inspiração (chamada sinal de Hoover). Outros sinais tardios da DPOC, podem incluir o uso dos músculos respiratórios acessórios, edema decorrente do Cor Pulmonale, alterações do estado mental causadas pela hipóxia ou pela hipercapnia (especialmente nas exacerbações agudas da doença crônica grave). (Stoller; Scanlan; Wilkins, 2000).

2.4.3 – Tabagismo e DPOC

O fumo é um fator que contribui para doenças cardíacas, enfisema e bronquite crônica, além de outras doenças pulmonares. Apenas um cigarro aumenta a frequência cardíaca, aumenta a pressão sanguínea, incrementa o fluxo de sangue e o ar nos pulmões, e causa uma queda na temperatura da pele dos dedos dos pés e das mãos. (Spence, 1991). A fumaça do cigarro paralisa os cílios que capturam resíduos e empurram o muco para fora das vias aéreas. Sem a ação dos cílios, o muco e as partículas ficam nas vias aéreas, ocasionando uma tosse crônica. Por fim, começa a ocorrer dificuldade na respiração. (Silverthorn, 2003).

Os agentes irritantes do fumo que contribuem para a bronquite crônica são os aldeídos. A alteração mais precoce nos brônquios resulta da ciliotoxicidade. A ciliostase ocorre no homem ao fumar em torno de cinco cigarros. A diminuição e parada dos movimentos ciliares prejudicam imediatamente o transporte mucociliar, com a continuidade do fumar os cílios acabam por cair, desnudando extensas áreas da luz brônquica. Nos brônquios ocorre uma série de alterações que em essência são: edema e inflamação da mucosa; hipertrofia das glândulas mucosas com hipersecreção de muco de consistência alterada que se transforma em purulento pela infecção de bactérias. (Tarantino, 1997).

O tabagismo gera enfisema por dois caminhos: pelo mecanismo obstrutivo e pelo desequilíbrio dos sistemas enzimáticos. Produzindo a bronquite, surgem a deficiência do transporte mucociliar e o estreitamento da luz brônquica, situações essas que produzem a limitação do fluxo aéreo expiratório, resultando no alargamento dos espaços aéreos distais com destruição de suas paredes, isto é o enfisema. No desequilíbrio dos sistemas de proteases e antiproteases, o cigarro entra com importantíssimo papel. A elastina é destruída pela ação proteolítica da elastase. Em resumo, o cigarro destrói o pulmão pela tríade aumento da elastase – inativação dos inibidores da elastase – bloqueio da neoformação da elastina. (Tarantino, 1997).

CAPÍTULO 3

3 - VIBRAÇÃO

Um corpo vibra quando descreve um movimento oscilatório em relação a um referencial. O número de vezes que um ciclo do movimento se completa no período de 1 segundo é chamado de Frequência, sendo medido em hertz (Hz). Os sinais de vibração consistem geralmente de inúmeras frequências, simultaneamente, não podendo determinar quantos componentes de vibração há e onde eles ocorrem. Tais componentes podem ser revelados comparando-se a amplitude da vibração à sua frequência. A análise da Frequência é uma técnica que pode ser considerada como base para o diagnóstico da medição da vibração. O gráfico que mostra o nível de vibração em função da frequência é chamado de Espectrograma de frequência.

A amplitude de vibração pode ser quantificada de diversas maneiras: a relação entre os níveis pico-a-pico, o nível máximo, o nível médio e o nível médio quadrático de uma onda senoidal. O valor de pico-a-pico é muito útil porque indica o deslocamento máximo da onda e só indicam o nível máximo que ocorreu; o valor médio retificado, leva em conta a cronologia da onda, mas é considerado de interesse prático limitado; o valor da amplitude que está diretamente ligado à energia contida na onda, indicando o poder destrutivo da vibração.

3.1 – UNIDADES DE MEDIÇÃO

Os parâmetros de Vibração são constituídos por três unidades de medição: aceleração, velocidade e deslocamento. Ao detectar a aceleração de um movimento vibratório, podemos converter o sinal de aceleração em velocidade e deslocamento. A maioria dos medidores de vibração modernos é equipada para medir os três parâmetros.

Quando se mede uma faixa de vibração simples, de frequência ampla, é importante escolher o parâmetro, se o sinal apresentar elementos de muitas frequências. A medição do deslocamento será mais importante para componentes de baixa frequência e, por outro lado, as medições dos níveis de aceleração serão mais importantes no caso de componentes de alta frequência.

Quando se faz uma análise de frequência de faixa estreita a escolha do parâmetro só se refletirá na maneira em que a curva se inclina. Isso nos leva a uma consideração de ordem prática, que pode influir na escolha do parâmetro. É vantajoso escolher o parâmetro que nos forneça o aspecto de frequência mais constante. Por essa razão, o parâmetro da velocidade ou aceleração é selecionado para fins de análise de frequência.

3.2 – ACELERÔMETRO PIEZOELÉTRICO

O transdutor que é usado quase que universalmente para medir vibração é o Acelerômetro Piezoelétrico. Esse aparelho apresenta características gerais superiores às de qualquer outro tipo de transdutor de vibração. Possui faixas de frequência muito amplas, com boa linearidade em todas as faixas. É relativamente robusto e de confiança, de modo que suas características se mantêm estáveis por muito tempo. O acelerômetro piezoelétrico é auto-gerador, de modo que não necessita de uma fonte de energia externa. Não tem peças móveis, que se desgastem e, finalmente, sua saída proporcional à aceleração pode ser integrada de modo a fornecer sinais proporcionais à velocidade e ao deslocamento.

O segredo de um acelerômetro piezoelétrico é uma pastilha de material piezoelétrico, geralmente um pedaço de cerâmica artificialmente polarizada, que apresenta o efeito piezoelétrico típico. Quando submetido à pressão mecânica, quer por tensão, compressão ou cisalhamento, gera uma carga elétrica nas faces, a qual é proporcional à força aplicada.

3.2.1 – Configurações práticas de Acelerômetro

Na configuração prática de um acelerômetro, o elemento piezoelétrico é disposto de tal forma que, quando o conjunto sofre vibração a massa aplica uma força ao elemento piezoelétrico, a qual é proporcional à aceleração vibratória. Esse fenômeno pode ser explicado pela Segunda Lei de Newton: onde a força é diretamente proporcional a velocidade, cuja constante de proporcionalidade é a massa do sistema.

Duas configurações são comumente usadas: o tipo Compressão, em que a massa exerce uma força compressiva sobre o elemento piezoelétrico, no sentido do cristal; e o tipo Cisalhamento, em que a massa exerce uma força de corte sobre o elemento piezoelétrico, no sentido transversal ao cristal.

Utilizou-se na parte experimental um acelerômetro para trabalhar a compressão, com a excitação na direção de sua maior sensibilidade.

3.2.2 – Tipos de Acelerômetro

Os acelerômetros de pequeno porte, destinados a medições de alto nível ou de frequências elevadas, bem como para aplicação em estruturas delicadas; outros tipos especiais são destinados a medição simultânea em três planos perpendiculares entre si, altas temperaturas, níveis muito baixo de vibração, choques de alto nível, calibração de outros acelerômetros por comparação, e para monitorização de máquinas industriais.

- Tipos de uso múltiplo (massa: 1 a 50 gramas / faixa de frequência: 0 a 12000Hz).
- Tipos miniatura (massa: 0,4 a 2 gramas / faixa de frequência: 1 a 25000Hz).
- Para medições Triaxiais.
- Para controle permanente em máquina industrial.

- Para uso em temperatura muito elevada.
- Para medições de vibração em edifícios e outras estruturas.
- Para fins de calibração e outros usos.
- Para medições de choque muito fortes.

O acelerômetro utilizado nas medições foi o do tipo de uso múltiplo, devido a faixa de frequência que ocorre a vibração que se deseja medir, a vibração torácica se apresenta abaixo de 20 Hz.

3.2.3 – Faixa de frequência e montagem do Acelerômetro

Para escolha da faixa de frequência de um acelerômetro, deve-se ter certeza, de que a faixa de frequência do aparelho realmente abrange a faixa que interessa. A faixa de frequência na qual o acelerômetro fornece a saída real é limitada no lado de baixa frequência por dois fatores: o primeiro é o limite inferior de corte de frequência do amplificador que o segue. O outro fator é o efeito das oscilações da temperatura ambiente as quais o acelerômetro é sensível. O limite superior é determinado pela frequência de ressonância do sistema que se deseja medir a vibração.

O acelerômetro deve ser montado de modo que a direção ou sentido de medição coincida com o seu eixo principal de sensibilidade. Os acelerômetros também são ligeiramente sensíveis às vibrações no sentido transversal, porém isso normalmente pode ser deixado de lado visto que a sensibilidade transversal geralmente é menor que 1% da sensibilidade principal.

O método de montagem do acelerômetro no ponto a ser medido constitui um dos fatores mais delicados para se obter resultados exatos na prática. Uma colocação mal feita resulta numa diminuição da frequência útil do acelerômetro. O ideal é fazer a montagem com um pino rosqueado, ou parafuso, preso a uma superfície plana e lisa. Uma fina camada de graxa aplicada a superfície de montagem antes de

fixar o acelerômetro normalmente ajuda a aumentar a firmeza da montagem. O furo rosqueado na peça da máquina deve ter a profundidade adequada para o parafuso não atingir a base do acelerômetro.

Uma alternativa muito usada no método de montagem é a utilização de uma leve camada de abelha para grudar o acelerômetro no lugar, porém, a cera da abelha amolece em temperaturas elevadas, com isso o método fica condicionado a uma temperatura máxima de cerca de 40°C no ponto da medição.

Os ensaios feitos com acelerômetro fixado com a mão, é muito usado para um trabalho em que se queira ter uma inspeção rápida, mas podem ocorrer erros graves de medição, por causa da pouca estabilidade. Não se pode obter resultados que possam ser repetidos. No nosso estudo é de vital importância a obtenção da frequência de vibração, não importando a sua amplitude. Uma análise de frequência foi realizada para cada medição e ficou constatado a repetibilidade das medições.

A fixação do acelerômetro, nas medições foi através de parafuso em uma placa de alumínio e esta placa presa com uma correia de couro e fivela para prendê-lo bem firme junto à região dorsal da mão do profissional fisioterapeuta.

3.2.4 – Pré-Amplificador de Acelerômetro

A tensão direta de saída de um acelerômetro piezoelétrico mesmo através de cargas de impedância relativamente elevadas, pode reduzir bastante a sensibilidade do acelerômetro, além de limitar sua resposta de frequência. Para minimizar tais efeitos, o sinal de saída do acelerômetro é transferido a um pré-amplificador, o qual o converte numa impedância bem menor, adequada a ligação com a impedância da saída relativamente baixa do instrumento de medição e análise.

Junto com o pré-amplificador para o acelerômetro, foi utilizado nas medições um filtro passa-baixo com um corte definido para a frequência de 20 Hz.

CAPÍTULO 4

4 - PROCEDIMENTO

Para a realização da parte prática deste estudo foram selecionados três sujeitos distintos, denominados I, II e III. Estes sujeitos são do sexo masculino e apresentam faixa etária entre 20 e 50 anos. O sujeito I foi incluído por apresentar DPOC, tabagismo e não obeso, dentro da classificação do DPOC ele é portador de bronquite crônica, e tem 20 anos de idade. O sujeito II é obeso, não tabagista e não portador de DPOC; tem 48 anos de idade, e é classificado segundo a tabela do IMC como obeso classe I (moderado). O sujeito III tem como exclusão o tabagismo, a obesidade e a DPOC, tem 37 anos de idade. Para a realização deste estudo, os sujeitos foram orientados sobre a importância do mesmo (Anexo B), e assinaram um termo de consentimento (Anexo A).

Foram selecionados dois grupos de fisioterapeutas, cada grupo com 09 profissionais, e cada fisioterapeuta recebeu um número como identificação, de 1 a 18. O primeiro grupo é composto de profissionais familiarizados com a técnica de vibração torácica e que atuam com fisioterapia respiratória. O segundo grupo são profissionais que conhecem a técnica, porém não trabalham com fisioterapia respiratória. Todos os profissionais foram orientados sobre a importância deste estudo (Anexo B), e assinaram um termo de consentimento (Anexo C).

4.1 – PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

A aquisição de dados foi realizada no laboratório do Departamento de Mecânica da Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá. Foram utilizados: uma maca padrão, medindo 86 cm de altura, onde foi desprezado o tipo de resistência sofrido pelo acolchoado da maca; um computador; um software Catman 3.1, release 3; um filtro da marca Robotron, modelo 01014; um amplificador para acelerômetro, marca Robotron, modelo 00028, com filtro passa-baixo de frequência definida de corte em 20 Hz; um equipamento modelo Spider 8, marca HBM, conforme ilustrado na figura 6; e um acelerômetro KB 35 (piezoelétrico), com adaptador de couro e fivela para prendê-lo junto à região dorsal da mão do profissional fisioterapeuta, representado na figura 7.

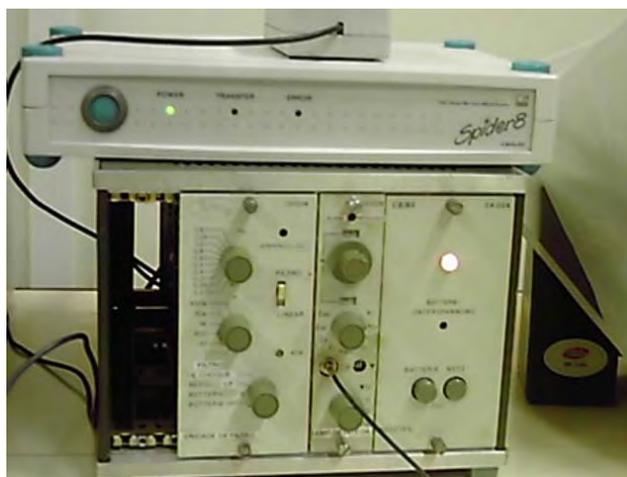


Figura 6 - Equipamento Spider 8 e Amplificador para Acelerômetro.



Figura 7 - Acelerômetro KB 35 com adaptador de couro e fivela

Os transdutores piezoelétricos utilizam-se de cristais de estrutura assimétrica, como o quartzo (Helfrick; Cooper, 1994). A vantagem de usar este tipo de sensor é a forma compacta e leve que é facilmente manuseada e fixa na maior parte do segmento corporal. Muitas aplicações em biomecânica necessitam que o acelerômetro atue na faixa inferior a 20 Hz.

Todos os fisioterapeutas enumerados de 1 a 18 realizaram a técnica de vibração torácica três sujeitos I, II e III, a qual é utilizada durante a expiração do sujeito. O sujeito foi orientado a fazer uma inspiração profunda, mantê-la por alguns segundos, e expirar através do freno labial prolongado. Neste período, o fisioterapeuta inicia a vibração, prosseguindo durante todo o tempo expiratório, o qual foi previamente orientado para 5 segundos.

O acelerômetro foi fixado na região dorsal da mão direita do fisioterapeuta, como mostra a figura 8 a seguir, vibrando o tórax do sujeito sempre no mesmo local, previamente estabelecido: entre a 9^a e 11^a costelas, região basal do pulmão, por ser a região de maior expansibilidade pulmonar, na posição látero-anterior do tórax. Os dados foram coletados pelo acelerômetro e transferidos ao computador, para o tratamento e análise de dados.



Figura 8 - Fixação do Acelerômetro na mão direita do fisioterapeuta.

A fixação do adaptador de couro na mão do fisioterapeuta foi ajustada previamente na mão direita do profissional, a fim de ficar bem fixo. Foram realizadas 3 amostras de vibração torácica, denominadas a, b e c, para cada fisioterapeuta, em cada sujeito I, II e III. Destas amostras, foi obtida a média, denominada frequência fundamental.

Todos os profissionais de fisioterapia foram orientados previamente sobre a importância do trabalho, os tipos de tórax, o posicionamento das mãos, a técnica de vibração torácica, e sobre a técnica a ser realizada durante todo o tempo expiratório. Conforme mostra a figura 9.



Figura 9 – Orientação ao profissional fisioterapeuta para os testes.

Após todas as dúvidas esclarecidas, iniciou-se a parte prática do trabalho: tanto o sujeito como o fisioterapeuta foram posicionados para o teste, com o fisioterapeuta na posição ortostática, do lado esquerdo da maca, e suas mãos foram posicionadas na região látero-anterior do tórax do sujeito, na região basal do pulmão, já orientado anteriormente, esperando o comando de voz para iniciar a vibração torácica. O sujeito estava deitado sobre a maca, com os membros inferiores em extensão, e os membros superiores, com os cotovelos levemente fletidos, para não interferir no posicionamento das mãos do fisioterapeuta.

Através de um comando de voz, também com orientação prévia, foi solicitado ao sujeito uma inspiração profunda e sua sustentação. Logo em seguida, o sujeito iniciou a expiração com freio labial, e simultaneamente o fisioterapeuta iniciou a técnica de vibração torácica, durante toda a fase expiratória do sujeito, estipulada em cinco segundos, como observamos na figura 10. Ao término deste tempo, o teste foi finalizado.



Figura 10 - Realização dos testes de vibração torácica.

Após todos os fisioterapeutas terem realizados os testes a, b e c em cada sujeito, calculada a média fundamental, iniciou-se a análise desses resultados por meio da comparação do valor das médias das frequências de oscilação da técnica de vibração torácica obtidas pelos fisioterapeutas do sexo masculino e feminino, e pelos fisioterapeutas que atuam com fisioterapia respiratória e pelos fisioterapeutas que atuam em outra área da fisioterapia.

As médias das frequências foram comparadas usando o teste *t* de Student. Quando comparado o valor médio da frequência dos pacientes, utilizamos o teste de Anova. O teste *t* de Student foi usado para comparação entre os valores das médias obtidas neste estudo com os propostos por Pávia; Irwin e Tecklin, de frequências 12, 16 e 20 Hz. O nível de significância utilizado foi de $\alpha = 5\%$ ou $p < 0,05\%$.

Este trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade de Taubaté, protocolo CEP/UNITAU nº 311/05.

CAPÍTULO 5

5 - RESULTADOS

Após a realização da técnica de vibração torácica em cada um dos três sujeitos, os testes foram encerrados, iniciando-se o processo de análise das amostras de dados obtidos, através do software de aquisição de dados Catman 3.1. Cada fisioterapeuta obteve três gráficos a, b e c para cada sujeito I, II e III. Mediante esses resultados dos três gráficos da frequência de oscilação da técnica de vibração torácica em cada sujeito, esta foi somada e dividida por três, obtendo assim a média, a qual é chamada de *frequência fundamental*.

Para a análise desses resultados, foi utilizada a comparação do valor das médias das frequências de oscilação da técnica de vibração torácica obtidas pelos fisioterapeutas do sexo masculino e feminino, pelos fisioterapeutas que atuam com fisioterapia respiratória e pelos que atuam em outra área da fisioterapia, e foram comparadas usando o teste *t* de Student. Quando comparado o valor médio da frequência dos sujeitos, foi utilizado o teste de Anova. O teste *t* de Student foi usado para comparação entre os valores das médias obtidas neste estudo com os propostos por Pávia; Irwin e Tecklin, de frequências 12, 16 e 20 Hz. O nível de significância utilizado foi de $\alpha = 5\%$ ou $p < 0,05\%$.

As figuras de número 11 a 22 mostram os gráficos da frequência versus amplitude, que caracterizam as frequências predominantes de vibração torácica para as respectivas medições. Foi colocada três figuras, dos três tipos de tórax respectivos, para cada sexo masculino e feminino do profissional fisioterapeuta e, se atua em fisioterapia respiratória ou em outra área da fisioterapia, como forma de ilustração.

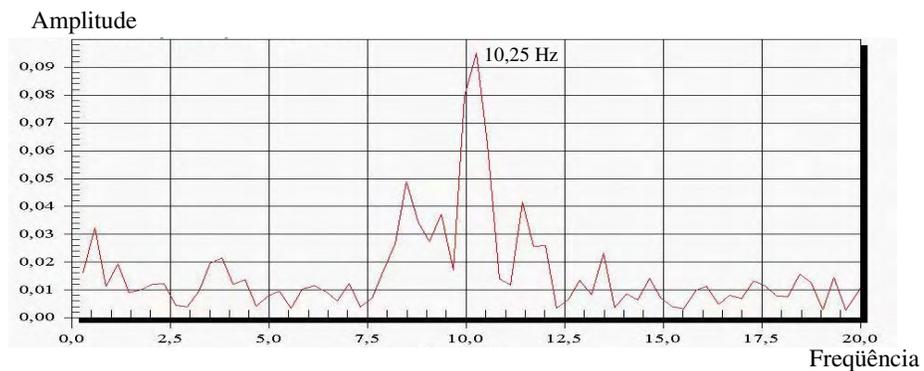


Figura 11 – Gráfico de frequência versus amplitude do fisioterapeuta 6 (atua em fisioterapia respiratória e é do sexo feminino) e sujeito I.

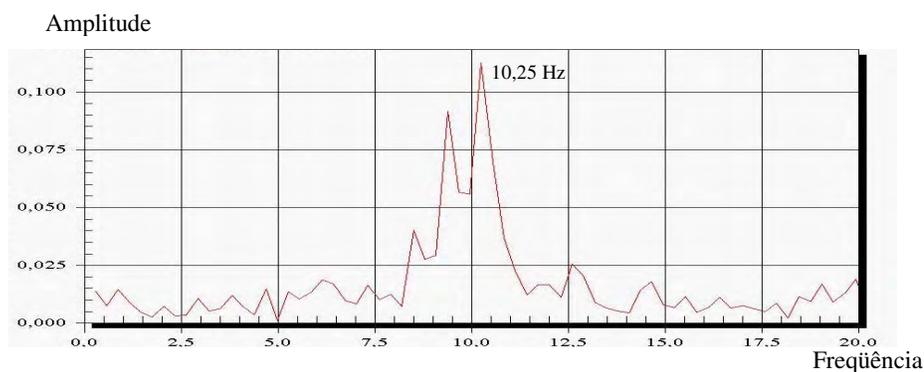


Figura 12 – Gráfico de frequência versus amplitude do fisioterapeuta 6 (atua em fisioterapia respiratória e é do sexo feminino) e sujeito II.

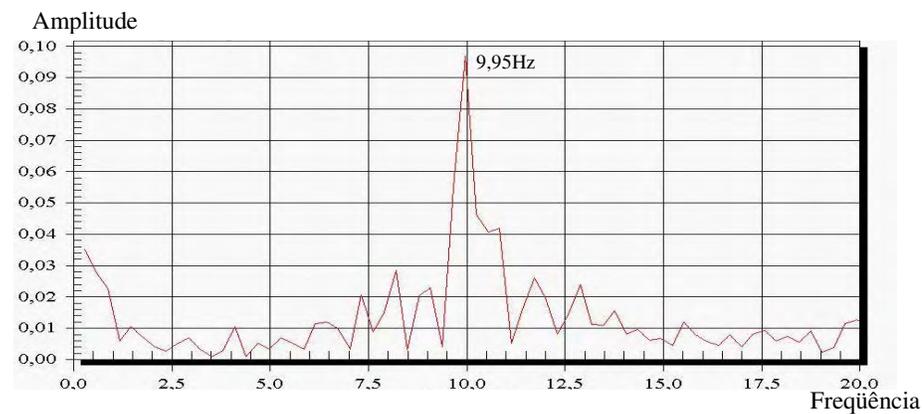


Figura 13 – Gráfico de frequência versus amplitude do fisioterapeuta 6 (atua em fisioterapia respiratória e é do sexo feminino) e sujeito III.

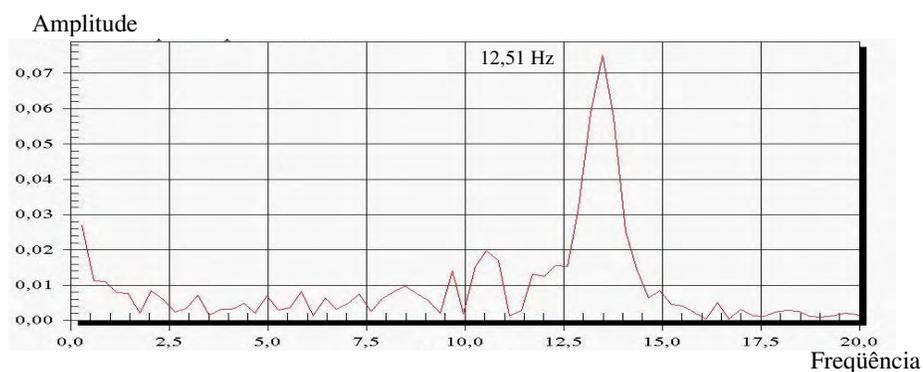


Figura 14 – Gráfico de frequência versus amplitude do fisioterapeuta 15 (atua em outra área da fisioterapia e é do sexo feminino) e sujeito I.

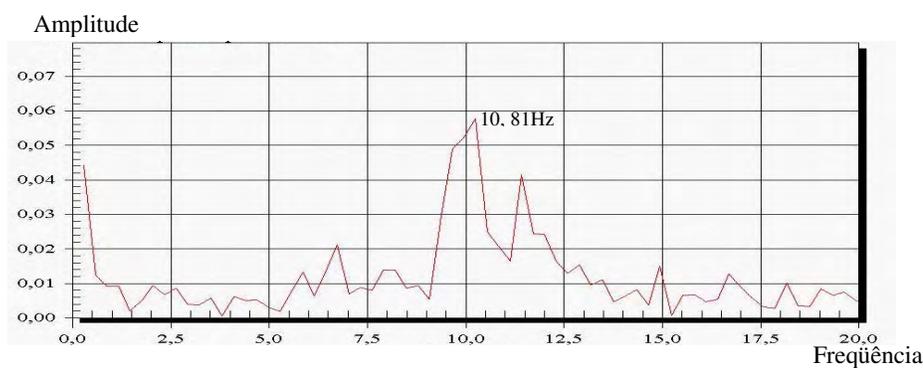


Figura 15 – Gráfico de frequência versus amplitude do fisioterapeuta 15 (atua em outra área da fisioterapia e é do sexo feminino) e sujeito II.

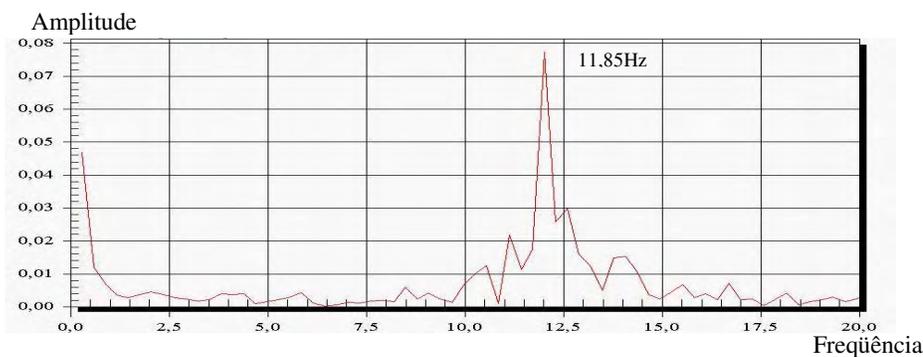


Figura 16 – Gráfico de frequência versus amplitude do fisioterapeuta 15 (atua em outra área da fisioterapia e é do sexo feminino) e sujeito III.

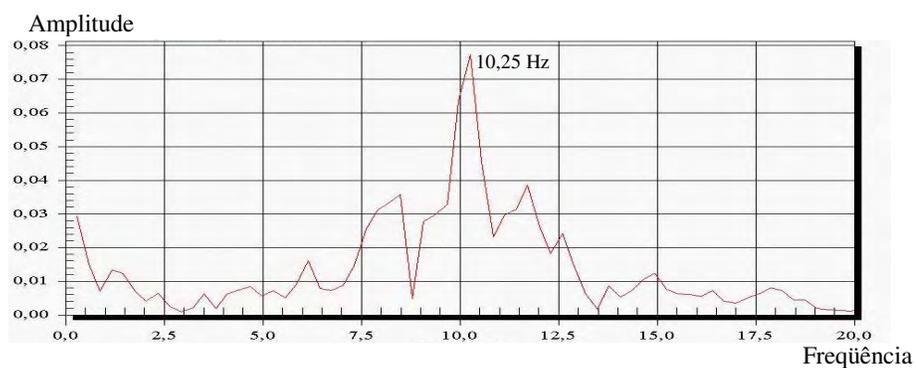


Figura 17 – Gráfico de frequência versus amplitude do fisioterapeuta 2 (atua em fisioterapia respiratória e é do sexo masculino) e sujeito I.

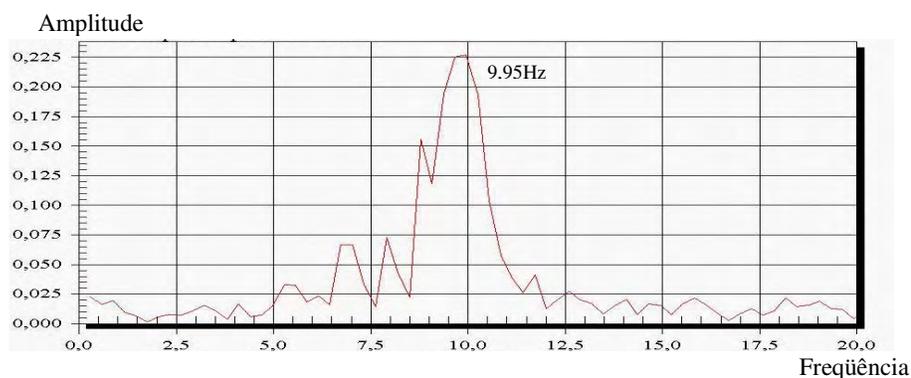


Figura 18 – Gráfico de frequência versus amplitude do fisioterapeuta 2 (atua em fisioterapia respiratória e é do sexo masculino) e sujeito II.

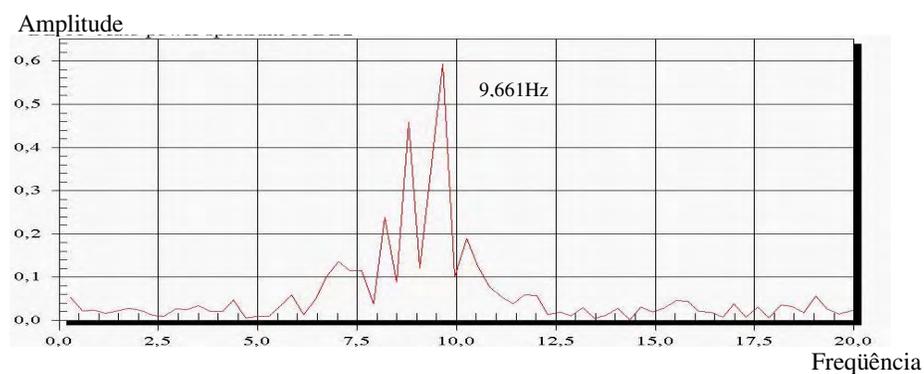


Figura 19 – Gráfico de frequência versus amplitude do fisioterapeuta 2 (atua em fisioterapia respiratória e é do sexo masculino) e sujeito III.

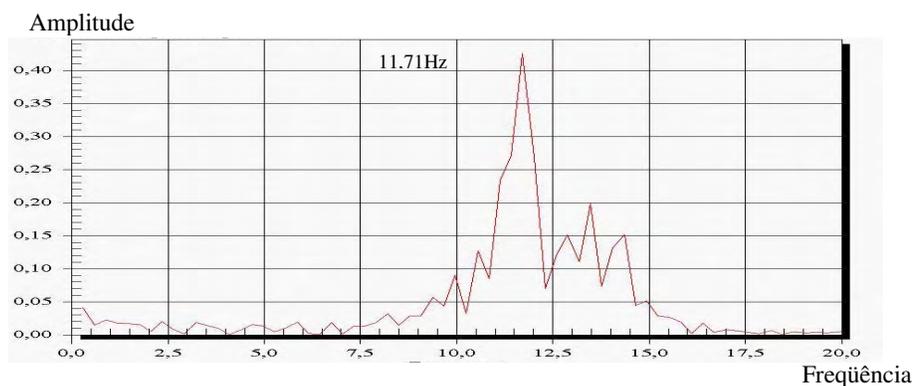


Figura 20 – Gráfico de frequência versus amplitude do fisioterapeuta 11 (atua em outra área da fisioterapia e é do sexo masculino) e sujeito I.

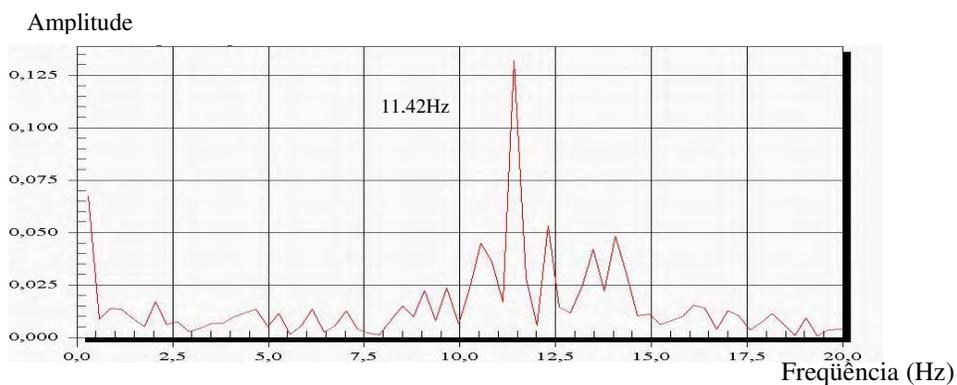


Figura 21 – Gráfico de frequência versus amplitude do fisioterapeuta 11 (atua em outra área da fisioterapia e é do sexo masculino) e sujeito II.

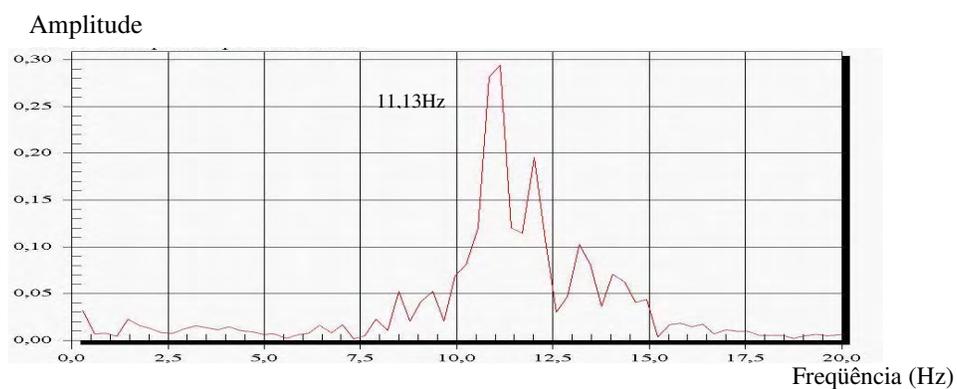


Figura 22 – Gráfico de frequência versus amplitude do fisioterapeuta 11 (atua em outra área da fisioterapia e é do sexo masculino) e sujeito III.

Os gráficos foram analisados e seus valores dispostos na Tabela 2. A tabela apresenta dados dos fisioterapeutas voluntários de 1 a 18 e os profissionais fisioterapeutas que atuam em fisioterapia respiratória, denominados pelo sim e os que atuam em outra área da fisioterapia, denominados pelo não, sexo dos profissionais (M – masculino e F – feminino) e valores médios das frequências de vibração torácica realizadas pelos fisioterapeutas nos três sujeitos I, II e III, medidos em hertz.

Tabela 2 – Média das frequências de Vibração Torácica obtidas entre os fisioterapeutas voluntários e sujeitos I a III.

Fisioterapeutas Voluntários	Fisioterapia Respiratória	Sexo	Frequência Sujeito I	Frequência Sujeito II	Frequência Sujeito III
1	SIM	F	9,37	9,11	8,78
2	SIM	M	10,25	9,95	9,66
3	SIM	F	9,37	8,78	9,08
4	NÃO	M	11,50	8,20	8,20
5	NÃO	F	7,32	7,25	6,41
6	SIM	F	10,25	10,25	9,95
7	SIM	M	14,35	14,40	14,35
8	NÃO	M	10,54	9,95	9,37
9	SIM	F	10,70	9,37	11,13
10	SIM	F	10,83	9,66	10,25
11	NÃO	M	11,71	11,42	11,13
12	SIM	F	13,28	13,08	13,47
13	NÃO	M	9,81	10,15	9,56
14	SIM	F	11,06	9,37	10,18
15	NÃO	F	12,49	10,79	11,85
16	NÃO	F	11,81	9,08	12,13
17	NÃO	M	9,66	9,41	10,05
18	NÃO	F	11,14	11,72	11,59

De posse dos dados, o valor das médias das frequências de oscilação da técnica de vibração torácica obtidas pelos fisioterapeutas do sexo masculino e feminino, e pelos fisioterapeutas que atuam em fisioterapia respiratória e os fisioterapeutas que atuam em outra área da fisioterapia, foram comparadas e analisadas conforme Tabelas 3, 4, 5 e 6.

Tabela 3 – Valores médios, desvios-padrão (dp), mínimo e máximo, das frequências de oscilação, em hertz, da técnica de vibração, realizada entre profissionais de fisioterapia do sexo masculino e feminino, com os respectivos *p*.

	Masculino	Feminino	
	Média (dp) [min;max]	Média (dp) [min;max]	<i>p</i>*
Sujeito I ^a	11,12 (1,62) [9,66; 14,35]	10,71 (1,63) [7,32; 13,28]	0,61
Sujeito II ^b	10,51 (1,96) [8,21;14,41]	9,86 (1,56) [7,25; 13,08]	0,45
Sujeito III ^c	10,33 (1,97) [8,21; 14,35]	10,44 (1,92) [6,41; 13,47]	0,91

^a Sujeito com DPOC e tabagista; ^b sujeito obeso, não DPOC e não tabagista; ^c sujeito não obeso, não DPOC e não tabagista.

* *p* < 0,05% (nível de significância), resultados obtidos através do teste *t* de Student.

Pode ser observada a falta de significância estatística entre os valores dos sujeitos segundo os fisioterapeutas do sexo masculino e feminino.

Tabela 4 – Valores médios, desvios-padrão (dp), mínimo e máximo, das frequências de oscilação, em hertz, da técnica de vibração, realizada entre profissionais de fisioterapia, com relação aos três tipos de tórax distintos dos sujeitos I, II e III com os respectivos *p*.

	Masculino	Feminino
	Média (dp) [min;max]	Média (dp) [min;max]
Sujeito I ^a	11,12 (1,62) [9,66; 14,35]	10,71 (1,63) [7,32; 13,28]
Sujeito II ^b	10,51 (1,96) [8,21;14,41]	9,86 (1,56) [7,25; 13,08]
Sujeito III ^c	10,33 (1,97) [8,21; 14,35]	10,44 (1,92) [6,41; 13,47]
<i>P</i> *	0,71	0,51

^a Sujeito com DPOC e tabagista; ^b sujeito obeso, não DPOC e não tabagista; ^c sujeito não obeso, não DPOC e não tabagista.

* *p* < 0,05% (nível de significância), resultados obtidos através do teste de Anova.

Conforme resultado, observou-se a falta de significância estatística entre os valores dos sujeitos, segundo os três tipos de tórax dos sujeitos I, II e III

Tabela 5 - Valores médios, desvios-padrão (dp), mínimo e máximo, das frequências de oscilação, em hertz, da técnica de vibração, realizada entre fisioterapeutas que atuam em fisioterapia respiratória e fisioterapeutas que atuam em outras áreas de fisioterapia, com os respectivos *p*.

	Fisioterapia Respiratória	Outra Área da fisioterapia
	Média (dp) [min;max]	Média (dp) [min;max]
Sujeito I ^a	11,05 (1,69) [9,37; 14,35]	10,66 (1,56) [7,32; 12,51]
Sujeito II ^b	10,44 (1,94) [8,78; 14,41]	9,77 (1,46) [7,25; 11,72]
Sujeito III ^c	10,76 (1,92) [8,78; 14,35]	10,03 (1,89) [6,41; 12,13]
<i>P</i> *	0,78	0,51

^a Sujeito com DPOC e tabagista; ^b sujeito obeso, não DPOC e não tabagista; ^c sujeito não obeso, não DPOC e não tabagista.

* *p* < 0,05% (nível de significância), resultados obtidos através do teste *t* de Student.

Através destes dados pode-se observar a falta de significância entre os valores obtidos dos fisioterapeutas que atuam em fisioterapia respiratória e dos fisioterapeutas que atuam em outras áreas de fisioterapia.

Tabela 6 – Valores médios, desvios-padrão (dp), mínimo e máximo, das frequências de oscilação, em hertz, da técnica de vibração, realizada entre fisioterapeutas que atuam em fisioterapia respiratória e fisioterapeutas que atuam em outras áreas de fisioterapia, com relação aos três tipos de tórax distintos dos sujeitos I, II e III, com os respectivos *p*.

	Fisioterapia Respiratória	Outra Área da Fisioterapia	
	Média (dp) [min;max]	Média (dp) [min;max]	<i>p</i>*
Sujeito I ^a	11,05 (1,69) [9,37; 14,35]	10,66 (1,56) [7,32; 12,51]	0,62
Sujeito II ^b	10,44 (1,94) [8,78; 14,41]	9,77 (1,46) [7,25; 11,72]	0,42
Sujeito III ^c	10,76 (1,92) [8,78; 14,35]	10,03 (1,89) [6,41; 12,13]	0,42

^a Sujeito com DPOC e tabagista; ^b sujeito obeso, não DPOC e não tabagista; ^c sujeito não obeso, não DPOC e não tabagista.

* *p* < 0,05% (nível de significância), resultados obtidos através do teste de Anova.

A falta de significância estatística foi também observada entre os valores obtidos dos fisioterapeutas que atuam com fisioterapia respiratória e dos fisioterapeutas que atuam em outras áreas de fisioterapia, com relação aos três tipos de tórax dos sujeitos I, II e III.

Quando comparados os valores médios das frequências de oscilação da técnica de vibração torácica realizada entre profissionais que atuam em fisioterapia respiratória e os profissionais que atuam em outras áreas da fisioterapia, com os valores obtidos da literatura de 12 a 16 Hz (Pávia, 1990) e 12 a 20 Hz (Irwin; Teclin, 2003), podemos concluir que, para os fisioterapeutas que atuam em fisioterapia

respiratória, não houve diferença estatística, nos pacientes I e III, em relação às médias obtidas e à frequência de 12 Hz recomendada pela literatura. Já os fisioterapeutas que atuam em outra área de fisioterapia, não conseguiram atingir essa frequência estipulada. Quando comparados com os valores da literatura de 16 e 20 Hz, houve diferença significativa entre as médias obtidas pelos fisioterapeutas que atuam em fisioterapia respiratória e os fisioterapeutas que atuam em outra área da fisioterapia.

Quanto à comparação dos valores médios das frequências de oscilação da técnica de vibração torácica realizada entre fisioterapeutas do sexo masculino e fisioterapeutas do sexo feminino, segundo os valores obtidos da literatura de 12, 16 e 20 Hz, pode-se concluir que, para os fisioterapeutas do sexo masculino, as frequências utilizadas não tiveram diferença quanto a significância estatística, com relação as médias obtidas e a frequência de 12 Hz recomendada pela literatura. As fisioterapeutas do sexo feminino não conseguiram atingir essa frequência estipulada. Quando comparada a frequência estipulada pela literatura de 16 e 20 Hz, com os valores médios das frequências de oscilação da técnica de vibração torácica entre esses profissionais, tanto os fisioterapeutas do sexo masculino como as fisioterapeutas do sexo feminino tiveram diferença estatística, pois o nível de significância foi de $<0,5\%$.

CAPÍTULO 6

6 - DISCUSSÕES E CONCLUSÕES

Conforme os resultados obtidos, observa-se a falta de significância estatística entre os valores da técnica de vibração torácica realizada pelo profissional fisioterapeuta do sexo masculino e pelo fisioterapeuta do sexo feminino, talvez porque a técnica de vibração não requer força e sim uma contração isométrica da musculatura dos membros superiores (braço, antebraço e mão), ocasionando a vibração da parede torácica do sujeito. Como a técnica de vibração necessita unicamente da musculatura dos membros superiores do fisioterapeuta, e como a grande maioria das pessoas do sexo masculino, apresenta maior massa muscular em relação ao sexo feminino, isto pode explicar o motivo pelo qual o profissional fisioterapeuta do sexo masculino consegue uma frequência de oscilação um pouco acima da que a profissional do sexo feminino.

A análise dos resultados mostra que, quando se compara a técnica de vibração torácica entre fisioterapeutas do sexo masculino e fisioterapeutas do sexo feminino, com relação aos três tipos de tórax dos sujeitos I, II e III, também se observou a falta de significância estatística entre esses valores, apesar do tórax do sujeito I ser um tórax mais rígido, com aumento do diâmetro antero-lateral pela hiperinsuflação, também conhecido com tórax em tonel, devido a retração elástica ser diminuída nesse sujeito. Por esse motivo, torna-se um tipo de tórax mais difícil de se trabalhar, e pode ser que não tenha dado diferença significativa desse tipo de tórax para os demais, devido ao sujeito I, ser portador de bronquite crônica e jovem, além de ser tabagista, não dando tempo para a formação dessas características do tórax supracitadas. O ideal para a pesquisa seria um indivíduo com DPOC avançado, porém, esse sujeito normalmente é oxigenio-dependente e se cansa facilmente, ao mínimo esforço, tornando-se inviável sua locomoção para o local de pesquisa, (o Laboratório do Departamento de Mecânica da Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá), o que levaria, quem sabe, a novos resultados.

O sujeito II (obeso, não portador de DPOC e não tabagista), apresenta um excesso de gordura no tecido adiposo, tal acúmulo anormal de gordura corpórea também dificulta a técnica de vibração torácica, principalmente em casos de obesidade mórbida, na qual todas as circunferências estão aumentadas pela gordura, porém, pode ser que não tenha dado diferença significativa quando comparado aos outros sujeitos, porque o sujeito em estudo está classificado em obeso classe I (moderado), não sofrendo tanto acúmulo de gordura corpórea. O ideal para esta pesquisa seria um obeso classe III (muito grave), mas, normalmente, esses sujeitos apresentam imensa dificuldade de locomoção e facilmente fadigam ao mínimo esforços, ficando improvável a realização dos testes na Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, no Laboratório do Departamento de Mecânica, podendo levar a novos resultados.

Quando se compara os resultados dos profissionais fisioterapeutas que atuam em fisioterapia respiratória com os dos fisioterapeutas que atuam em outra área da fisioterapia, pode-se observar a falta de significância entre os valores médios de frequência de vibração torácica. Essa técnica é de conhecimento de todos, pois é a mais freqüentemente utilizada como exercício dentro da fisioterapia respiratória; na ocasião, foi lembrada e sanada as dúvidas com relação à técnica, antes da realização dos testes de vibração torácica, porém, pode-se notar que os profissionais atuantes na fisioterapia respiratória apresentaram resultados de valores médios de frequência de vibração torácica sempre maiores do que aqueles que atuam em outra área da fisioterapia, com relação aos três tipos de sujeitos I, II e III. Tanto nos valores mínimos como nos máximos, pode ser que, devido aos fisioterapeutas que atuam em fisioterapia respiratória estejam habituados e familiarizados com a técnica, pois a realizam diariamente, várias vezes ao dia, tornando-se rotineira a realização das contrações isométricas em membros superiores, enquanto os fisioterapeutas que atuam em outras áreas da fisioterapia apresentam maior dificuldade, apesar de utilizar a técnica.

Devido à escassez de artigos e pesquisas sobre a frequência ideal de oscilação realizada pela técnica de vibração torácica, com grande dificuldade conseguiu-se encontrar um artigo de Pávia, 1990, que relata que a frequência com que

a técnica é realizada, a qual gira em torno de 12 a 16 Hz. Esse artigo foi encontrado em outras literaturas, como citação para a base de referência do valor da frequência a ser utilizada. Outra literatura encontrada foi de Irwin e Tecklin, 2003, que relatam frequências de 12 a 20 Hz para vibração manual, porém, ambas as citações não mostram como chegaram a essa conclusão, muito menos os testes que foram realizados para tal afirmação. Os resultados desta pesquisa obtiveram dados das médias de frequências de vibração torácica entre 9 a 12 Hz e com tais resultados obtidos através de testes já descritos anteriormente, foram comparados às frequências retiradas da literatura e estudo científicos de 12, 16 e 20 Hz.

Comparando as médias da técnica de vibração torácica realizadas pelos fisioterapeutas homens e os fisioterapeutas mulheres, nos três tipos de sujeitos I, II e III, com a frequência de vibração de 12 Hz, pode-se observar que, para os fisioterapeutas do sexo masculino, a frequência média utilizada no sujeito I – 11,12 Hz, sujeito II – 10,51 Hz e no sujeito III – 10,33 Hz, não houve diferença estatística significativa para a frequência de 12 Hz. No caso das fisioterapeutas do sexo feminino, as frequências médias para sujeito I – 10,71 Hz, sujeito II – 9,86 Hz e sujeito III – 10,44 Hz, são todas diferentes estatisticamente para a frequência de 12 Hz, com nível de significância menor do que 0,5%, possivelmente devido ao indivíduo do sexo masculino ter maior massa muscular podendo interferir nas contrações isométricas dos membros superiores, e que são essenciais para a técnica de vibração torácica.

Quando se compara as mesmas médias realizadas pelos fisioterapeutas do sexo masculino com as realizadas pelas fisioterapeutas do sexo feminino, com a frequência de vibração de 16 e 20 Hz, pode-se observar que as médias são muito diferentes, levando a uma falta de significância entre os valores obtidos. Todos os fisioterapeutas tiveram a média de frequência menor do que 0,01%, não atingindo 16 e 20 Hz; o que talvez tenha ocorrido devido ao número da amostra ser de 18 fisioterapeutas, um número pequeno, o que dificultou uma amostragem melhor dos resultados e, ainda, o desgaste físico sofrido pelos sujeitos (que sempre são os mesmos) pela repetição dos testes.

Já comparando as médias da técnica de vibração realizada pelos fisioterapeutas que atuam em fisioterapia respiratória e a dos que atuam em outra área de fisioterapia, nos três tipos de tórax dos sujeitos I, II e III, com a frequência de vibração de 12 Hz, pode-se observar que, para o sujeito I (tabagista e DPOC) e sujeito III (não obeso, não tabagista e não DPOC), os profissionais que atuam em fisioterapia respiratória não tiveram diferença estatística significativa com a frequência de 12 Hz, porém, com o sujeito II (obeso, não tabagista e não DPOC), houve diferença estatística. Os fisioterapeutas que atuam em outra área da fisioterapia não conseguiram atingir essa frequência recomendada de 12 Hz, o que pode ter ocorrido porque os que atuam em fisioterapia respiratória estão mais habituados à técnica e, com isso, conseguiram uma média de frequências elevada, com relação ao fisioterapeuta que atua em outra área da fisioterapia. Já em relação ao sujeito II, provavelmente não foi atingida a frequência de 12 Hz pelos fisioterapeutas que atuam em fisioterapia respiratória devido ao sujeito obeso ter aumento dos diâmetros corporais, com maior camada de gordura do tecido adiposo, e ter sido usado sempre um padrão dos testes, a maca medindo 86 cm, e cada fisioterapeuta apresenta uma estatura, o que pode ter dificultado a técnica de vibração torácica, principalmente aqueles com estaturas menores, devido à posição dos membros superiores ser essencial para a realização da técnica. Pode ser que, se os testes forem aplicados de forma diferente, com adaptação para um melhor posicionamento para cada fisioterapeuta, os resultados possam ser melhores.

Comparando as mesmas médias realizadas pelos fisioterapeutas que atuam em fisioterapia respiratória e os fisioterapeutas que atuam em outra área da fisioterapia, com a frequência de vibração de 16 e 20 Hz, os dados mostram que todos os fisioterapeutas tiveram as médias de frequência menor do que 0,01%, ou seja, inferior à recomendada de 16 e 20 Hz, talvez pela pequena amostragem, como já citado anteriormente.

Os resultados obtidos neste trabalho demonstram que a frequência de oscilação utilizada na técnica de vibração torácica por fisioterapeutas ficou em uma escala de 9 a 12 Hz, não tendo diferença significativa entre profissionais do sexo masculino ou feminino e entre fisioterapeutas que atuam em fisioterapia respiratória e fisioterapeutas que atuam em outra área da fisioterapia, nos três tipos de tórax dos sujeitos I, II e III.

CAPÍTULO 7

7 - REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

AIDÉ, M. A.; CARDOSO, A. P.; Capítulo 11 – Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica
IN: *Pneumologia Aspectos Práticos e Atuais*, Editora Revinter Ltda, RJ, 2001, 211 –
214.

AZEREDO, C. A. C.; Bases Fisiológicas das Manobras de Desobstrução
Brônquica IN: *Fisioterapia respiratória moderna*, 2ª edição, Editora Manole, SP,
1996, 41 - 43.

AZEREDO, C. A. C.; POLYCARPO, M. R.; QUEIROZ, A. N. ; Capítulo 8 -
Bronquiectasias ou Dilatação Brônquica, IN: *Manual Prático de Fisioterapia
Respiratória*, 1ª edição, Editora Lidador, RJ, 2000, 111.

BETHLEM, N.; Capítulo 35 – Doenças Pulmonares Obstrutivas Crônicas IN:
Pneumologia, 4ª edição, Editora Atheneu, 2002, 600 –612.

BINKS, A. P.; SALISBURY, E. B.; BANZETT, R. B.; SCHWARTZSTEIN, R. M. ;
Oscillation of the Lung by Chest-wall Vibration IN : *Respiration Physiology*,
126,(2001), 245 – 249.

CAMPIGNION, P.; Capítulo 1 – Quais são os Músculos que nos Permitem Respirar?
IN: *Respir – Ações A Respiração para uma vida saudável*, Editora Summus editorial
Ltda, SP, 1996, 13 .

CRISTIANO, L. M.; SCHWARTZSTEIN, R. M.; Effect of Chest wall Vibration on
Dyspnea during Hypercapnia and Exercise in Chronic Obstructive Pulmonary Disease
IN: *Am. J. Respir. Crit. Care Med.*, 155 (1997), 1552 – 1559.

DANGELO, J. G.; FATTINI, C. A. ; Capítulo IX – Sistema Respiratório, IN: *Anatomia Humana Sistêmica e Segmentar*, 2^a edição, Editora Atheneu, SP, 2002, 113.

EDO, H.; KIMURA, H.; NIJIMA, M.; SAKABE, H.; SHIBUYA, M.; KANAMURU, A; HOMMA, I.; KURIYAMA, T.; Effects of Chest wall Vibration on Breathlessness during Hypercapnic Ventilatory response IN : *J. Of Applied Physiology*, 84, (1998), 1487 – 1491.

ELLIS, E.; ALISON, J.; Capítulo 6 – Depuração Mucociliar IN: *Fisioterapia Cardiorespiratória Prática*, Editora Revinter Ltda, RJ, 1997, 129.

FUJIE, T. ; TOJO, N.; INASE, N.; NARA, N.; HOMMA, I.; YOSHIZAWA, Y.; Effect of Chest wall Vibration on Dyspnea during exercise in Chronic Obstructive Pulmonary Disease IN : *Respiratory Physiology & Neurobiology*, 130, (2002}, 305 – 316.

GALLON, A.; Evaluation of Chest Percussion in the Treatment of Patients with Copious Sputum Production IN: *Respiratory Medicine*, 85 (1991), 45 – 51.

GYTON, A. C. ; HALL, J. E.; Capítulo 37 – Ventilação Pulmonar IN: *Tratado de Fisiologia Médica*, 9^a edição, Editora Guanabara Koogan S.A, RJ, 1997.

HELFRICK, A. D.; COOPER, W. D.; Capítulo 11 – Transdutores na Instrumentação de Sistemas de Medições IN: *Instrumentação Eletrônica Moderna e Técnicas de Medição*, Editora Prentice Hall do Brasil Ltda, RJ, (1994),262.

IRWIN, S.; TECKLIN, J. S.; Capítulo 20 – Fisioterapia em Pacientes com Problemas Cardíacos, torácicos ou abdominais após cirurgia ou trauma IN: *Fisioterapia Cardiopulmonar*, 3^a edição, Editora Manole Ltda, SP, 2003, 506 – 507 e 308.

KIRILLOFF, L. H.; OWENS, G. R.; ROGERS, R. M.; MAZZOCCO, M. C.; Does Chest Physical Therapy Work ? IN: *Chest*, 3,,(1985), sep., 88.

NETTER, F.H.; HANSEN, J. T.; Capítulo 3 – Tórax Músculos da Respiração IN: *Atlas de Anatomia Humana*, 3ª edição, Editora Artmed, 2004.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE; Capítulo 1 – O Problema do Sobrepeso e da Obesidade IN: *Obesidade Prevenindo e Controlando a Epidemia Global*, Editora Roca Ltda, SP, 2004.

PAVIA, D.; The Role of Chest Physiotherapy in Mucus hypersecretion. IN: *Lung*, (1990), Suppl: 614 - 621.

PRYOR, J.A.; WEBBER, B. A.; Capítulo 8 – Técnicas Fisioterápicas IN: *Fisioterapia para Problemas Respiratórios e Cardíacos*, 2ª edição, Editora Guanabara Koogan S.A, RJ, 2002, 107.

ROHEN, J. W.; YOKOCHI, C.; DRECOLL, E. L.; Capítulo 4 – Órgãos Torácicos – Sistema Respiratórios IN: *Anatomia humana – Atlas Fotográfico de Anatomia Sistêmica e Regional*, 5ª edição, Editora Manole Ltda, SP, 2002, 236 – 239.

ROSSMAN, C. M.; WALDES, R.; SAMPSON, D.; NEWHOUSE, M. T.; Effect of Chest Physiotherapy on the Removal of Mucus in Patients with Cystic Fibrosis IN: *Am. Ver. Respir. Dis.*, 126 (1982), 131 – 135.

SILVA, L. C. C.; Capítulo 3 – Pneumopatas Obstrutivas IN: *Conduas em Pneumologia*, Volume 1, Editora Revinter Ltda, RJ, 2001, 324 – 328.

SILVERTHORN, D. V.; Capítulo 17 – Fisiologia Respiratória IN: *Fisiologia Humana uma Abordagem Integrada*, 2ª edição, Editora Manole Ltda, SP, 2003, 497 – 536.

SALISBURY, E. B.; BINKS, A. P.; BANZETT, R. B.; SCHWARTZSTEIN, R. M.; Mechanical Chest – Wall Vibration does not Relieve air Hunger IN: *Respiratory Physiology & Neurobiology*, 134 (2003), 177 – 190.

SPENCE, A. P.; Capítulo 7 – Sistema muscular IN: *Anatomia Humana Básica*, 2^a edição, Editora Manole Ltda, SP, 1991, 209 –214.

SPENCE, A. P.; Capítulo 19 – Sistema Respiratório IN: *Anatomia Humana Básica*, 2^a edição, Editora Manole Ltda, SP, 1991, 521 – 532.

STOLLER, J. K.; SCANLAN, C. L.; WILKINS, R. L.; Capítulo 20 – Doenças Pulmonares Obstrutivas: DPOC, Asma e Doenças Relacionadas IN: *Fundamentos da Terapia Respiratória de Egan*, 7^a edição, Editora Manole Ltda, SP, 2000, 457 –466.

SULLIVAN, S. B. O; SCHMITZ, T. J.; Capítulo 15 – Disfunção Pulmonar Crônica IN: *Fisioterapia Avaliação e Tratamento*, 4^a edição, Editora Manole Ltda, SP. 2004, 446 – 461.

SUTTON, P. P.; VIDREIRO, M. T. L.; PAVIA, D.; NEWMAN, S. P.; CLAY, M. M.; WEBBER, B.; PARKER, R. A.; CLARKE, S. W.; Assesmente of Percussion, Vibradora – shaking and Breathing Exercises in Chest Physiotherapy IN: *Eur. J. Respir. Dis.*,66 (1985), 147 – 152.

SUTTON, P. P.; Chest Physiotherapy : Time for Reappraisal IN: *Br. J. Dis. Chest*, (1988), 82, 127.

TARANTINO, A. B.; Capítulo 10 – O Pulmão como Órgão de Defesa IN: *Doenças Pulmonares*, 4^a edição, Editora Guanabara Koogan S.A, RJ, 1997, 179 – 198.

TORTORA, G. J.; Capítulo 18 - Sistema Respiratório IN: *Corpo Humano Fundamento de Anatomia e Fisiologia*, 4^a edição, Editora Artmed, SP, 1997, 411 – 420.

ANEXOS

ANEXO A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

_____, RG: _____,
CPF: _____, idade: _____ sujeito de pesquisa, após a leitura e explicação de uma CARTA DE INFORMAÇÃO AO SUJEITO DA PESQUISA (ANEXO B) Pelo presente instrumento, que atende às exigências legais, o (a) senhor (a) , ciente dos procedimentos aos quais será submetido, não restando quaisquer dúvidas a respeito do lido e explicado, firma seu CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO de concordância voluntária em participar da pesquisa proposta. Fica claro que o sujeito de pesquisa ou seu representante legal pode, a qualquer momento, retirar seu CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO e deixar de participar do estudo alvo da pesquisa e fica ciente que todos os dados coletados tornam-se informações para pesquisa, podendo esses dados serem fonte de divulgação científica.

Esse termo foi impresso e assinado em 2(duas) vias, ficando uma via com o sujeito da pesquisa e outra com o pesquisador.

Guaratinguetá, _____ de _____ de 2007

Assinatura do sujeito de pesquisa

ANEXO B - CARTA DE INFORMAÇÃO AO SUJEITO DA PESQUISA

A presente pesquisa tem pôr objetivo analisar e mensurar a frequência de vibração torácica, que consiste em uma técnica de fisioterapia respiratória, realizada como uma manobra de desobstrução brônquica, onde o fisioterapeuta realiza uma pressão intermitente sobre a parede do tórax durante a expiração do sujeito, através de contrações isométricas repetidas do ombro e membros superiores. O sujeito é orientado no sentido de fazer uma inspiração profunda, mantê-la por alguns segundos e o fisioterapeuta inicia a vibração neste período, prosseguindo durante toda o tempo expiratório. A coleta de dados para o presente estudo será feita através da monitorização de sujeitos com sensores (acelerômetros) como captador de sinal. Será garantido sigilo absoluto sobre o nome do sujeito submetido a pesquisa, bem como dos seus dados pessoais. O sujeito da pesquisa tem o direito de pedir mais esclarecimentos durante o decorrer da pesquisa. A divulgação da pesquisa terá finalidade científica, esperando contribuir para um maior conhecimento do tema estudado. Aos sujeitos participantes da pesquisa cabe o direito de desistir do estudo a qualquer momento, sem prejuízo algum.

Os dados coletados serão utilizados na dissertação de mestrado da pesquisadora Maura Bertoletti, aluna pertencente a UNESP – Universidade Estadual Paulista, Campus de Guaratinguetá.

Maura Bertoletti
(pesquisadora)

Prof. Dr. José Geraldo Trani Brandão
(Orientador)

ANEXO C - TERMO DE CONSENTIMENTO DO FISIOTERAPEUTA

_____, RG: _____,
CPF: _____, idade: _____, Crefito _____ sujeito de pesquisa, após a leitura e explicação de uma CARTA DE INFORMAÇÃO AO SUJEITO DA PESQUISA (ANEXO B) Pelo presente instrumento, que atende às exigências legais, o (a) senhor (a) , ciente da técnica de vibração torácica ao qual irá realizar, não restando quaisquer dúvidas a respeito do lido e explicado, firma seu CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO de concordância voluntária em participar da pesquisa proposta.

Fica claro que o sujeito de pesquisa ou seu representante legal pode, a qualquer momento, retirar seu CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO e deixar de participar do estudo alvo da pesquisa e fica ciente que todos os dados coletados tornam-se informações para pesquisa, podendo esses dados serem fonte de divulgação científica.

Esse termo foi impresso e assinado em 2(duas) vias, ficando uma via com o sujeito da pesquisa e outra com o pesquisador.

Área de Atuação: () Fisioterapia Respiratória
() Outra área da Fisioterapia

Guaratinguetá, _____ de _____ de 2007

Assinatura do fisioterapeuta da pesquisa