

BETÂNIA LUIZA ALEXANDRE

**COMPARAÇÃO DA FORÇA E *ENDURANCE* DA
MUSCULATURA RESPIRATÓRIA E DA CAPACIDADE
FUNCIONAL EM CRIANÇAS E ADOLESCENTES
SAUDÁVEIS E ASMÁTICOS**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
BELO HORIZONTE
2008**

BETÂNIA LUIZA ALEXANDRE

**COMPARAÇÃO DA FORÇA E *ENDURANCE* DA
MUSCULATURA RESPIRATÓRIA E DA CAPACIDADE
FUNCIONAL EM CRIANÇAS E ADOLESCENTES
SAUDÁVEIS E ASMÁTICOS**

Dissertação apresentada ao programa de pós-graduação em Ciências da Saúde; Área de Concentração: Saúde da Criança e do Adolescente, da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Medicina.

Orientadora: Dra Maria Jussara Fernandes Fontes

Co-Orientadora: Profa. Maria da Glória Rodrigues Machado

Co-Orientador: Dr. Marco Antônio Duarte

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
FACULDADE DE MEDICINA
BELO HORIZONTE
2008**

Alexandre, Betânia Luiza.
A381c Comparação da força e endurance da musculatura respiratória e da capacidade funcional em crianças e adolescentes saudáveis e asmáticos [manuscrito]. / Betânia Luiza Alexandre. -- Belo Horizonte: 2008.
154f.: il.
Orientadora: Maria Jussara Fernandes Fontes.
Co-orientadores: Maria da Glória Rodrigues Machado e Marco Antônio Duarte.
Área de concentração: Saúde da Criança e do Adolescente.
Dissertação (mestrado): Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Medicina.
1. Asma. 2. Força Muscular. 3. Testes de Função Respiratória. 4. Músculos Respiratórios. 5. Corticosteróides. 6. Dissertações Acadêmicas. I. Fontes, Maria Jussara Fernandes. II. Machado, Maria da Glória Rodrigues. III. Duarte, Marco Antônio. IV. Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Medicina. V. Título.

NLM: WS 280

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
FACULDADE DE MEDICINA
PÓS GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO SAÚDE DA CRIANÇA E DO
ADOLESCENTE**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

REITOR: Prof. Ronaldo Tadêu Pena

VICE-REITORA: Profa. Heloisa Maria Murgel Starling

PRÓ-REITOR DE PÓS-GRADUAÇÃO: Prof. Jaime Arturo Ramirez

FACULDADE DE MEDICINA

DIRETOR: Francisco José Penna

VICE-DIRETOR: Tarcizo Afonso Nunes

**COLEGIADO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
CIÊNCIAS DA SAÚDE – ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: SAÚDE
DA CRIANÇA E DO ADOLESCENTE**

COORDENADOR: Prof. Joel Alves Lamounier

VICE-COORDENADOR: Prof. Eduardo Araújo de Oliveira

Colegiado:

Prof. Eduardo Araújo de Oliveira

Profa Ivani Novato Silva

Prof. Marco Antônio Duarte

Prof. Marcos Borato Viana

Profa. Regina Lunardi Rocha

Prof. Roberto Assis Ferreira

Agradecimentos:

À minha mãe, Marlene Luiza Alexandre, por sua luta, renúncia e amor.

À minha irmã, Renata Flávia Ramos e meus sobrinhos Jackeline Ramos de Jesus e Johnny Ramos de Jesus e minha tia Helena pelo apoio de sempre.

À Professora Maria Jussara Fernandes Fontes, pela paciência, confiança, carinho e ensinamentos dispensados.

À Professora Maria da Glória Rodrigues Machado por sua dedicação e por jamais desistir. Obrigada pela oportunidade de aprender, mais que ensinamentos científicos, lições de vida que jamais serão esquecidas.

Ao Professor Antônio E. de Melo Pertence pela atenção e direcionamento dispensados.

À Professora Irma Ingard pelos ensinamentos, paciência e atenção de sempre.

À amiga irmã, Valéria Martins de Freitas, por estar sempre me apoiando, mesmo à distância.

Ao amigo especial Marco Antônio Ferreira (meu bebê) pelo carinho e compreensão em momentos difíceis

Às amigas Lucinara Martins Silva e Flávia Pereira de Freitas pela amizade, confiança e parceria de sempre.

Às amigas Lourdes, Sandra, Vera, Carol, Simone e Fátima pelo ombro oferecido

Às amigas Flávia Cópio, Sarah Drummond de Oliveira e Adriana Costa de Oliveira pelo apoio nos momentos mais difíceis.

Aos meus afilhados, Cássia Pinto Moreira e Ermelindo, pela ajuda científica e suporte emocional de uma longa jornada.

À amiga Samanta Sá, pelo apoio de sempre.

À amiga Waleska, que caminhou lado a lado comigo nessa luta sem desistir.

Ao amigo Warlleysson, pela ajuda recebida.

Aos queridos colegas do MaterDei pela compreensão de um período turbulento e coleguismo de sempre, em especial à Leonardo Augusto Fogaça Tavares, Helder Cassiano Gonçalves Mota, Camila Novais e Silva, Luciana de Faria Albernaz, Tatiana Barbosa Reis Guimarães e principalmente Maria Regina Moura Botinha, Rosane Gonçalves Oliveira e Edilza Belarmino de Oliveira pelo apoio recebido.

Aos amigos do CETEC, Setor de Testes Físicos, pela parceria nesse trabalho, em especial ao Sr. Jorge Milton Elian Safar, Cláudio Gomes da Costa, Ademir Severino Duarte.

Enfim, a todos que contribuíram direta ou indiretamente para esse momento, o meu carinho.

"A vida sem barreiras não vale a pena ser vivida. Obstáculos existem para crescermos no profissional e como ser humano. O aprendizado constrói o homem. Obrigada em especial, á Profa Maria da Glória Rodrigues Machado, por ter acreditado quando nem mesmo eu acreditava, por ter sido o incentivo nos momentos difíceis, por ter compartilhado de seu conhecimento e por não desistir."

LISTA DE SIGLAS, SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

ATS: AMERICAN THORACIC SOCIETY

bpm: Batimento por minuto

b/m: Batimento por metro

A: Age (idade)

G: Gênero

H: Height (altura)

IMC: Índice de Massa Corpórea

TC6 min: Teste de caminhada de seis minutos

PA: Pressão arterial

FC: Frequência cardíaca

SpO₂: Saturação periférica de oxigênio

UFMG: UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

COEP: COMITÊ DE ÉTICA E PESQUISA

P_{Imax}: Pressão Inspiratória Máxima

P_Emax: Pressão Expiratória Máxima

T_{Lim}: endurance da musculatura inspiratória

CVF: capacidade vital forçada

VEF₁: volume expiratório forçado no primeiro segundo da capacidade vital forçada

VEF₁/CVF: relação entre volume expiratório forçado de primeiro segundo e a capacidade vital forçada

FEF_{25-75%}: fluxo expiratório forçado entre 25 e 75% da capacidade vital forçada

VVM: Ventilação voluntária máxima

LISTA DE TABELAS:

Tabela 1: Dados Antropométricos	87
Tabela1A- Idade e Peso dos grupos controle e de asmáticos.....	87
Tabela1B- Altura e IMC de crianças e adolescentes do sexo masculino e feminino	88
Tabela 2: Caracterização dos parâmetros de função pulmonar de crianças e adolescentes do sexo feminino e masculino	88
Tabela 3: Equações de regressão linear para P _{Imáx} e P _{Emáx} propostas por Wilson e Schmidt.....	89
Tabela 4: Estatísticas descritivas de P _{Imáx} e P _{Emáx} para aqueles com asma estratificado por sexo.....	90
Tabela 5: Estatísticas descritivas de P _{Imáx} e P _{Emáx} para aqueles sem asma estratificado por sexo.....	90
Tabela 6: Força dos músculos respiratórios e endurance dos músculos inspiratórios de crianças e adolescentes do sexo feminino e masculino.....	91
Tabela 7: Parâmetros cárdio-pulmonares avaliados antes e após o teste de caminhada de seis minutos de crianças e adolescentes do sexo feminino e masculino.....	93
Tabela 8: Variação da distância caminhada e frequência cardíaca no grupo de asmático e controle	97
Tabela 9: Variação da Escala de Borg nos diferentes grupos.....	98
Tabela 10: Variação da frequência respiratória nos diferentes grupos	98
Tabela 11: Distância caminhada e Índice de Custo Fisiológico.....	100
Tabela 12: Estatística descritiva da diferença entre a distância observada e a predita pela equação de referência proposta por Oliveira (2007).....	102
Tabela 13: Estatística descritiva da diferença das distâncias para aqueles com e sem asma estratificados por sexo	102
Tabela 14: Correlação entre maior distância caminhada e principais variáveis cárdio-pulmonares.....	103

LISTA DE FIGURAS:

FIGURA 1: Representação do aparelho para medidas de pressões respiratórias máximas idealizado por Black & Hyatt	37
FIGURA 2: Tipos de bocal.....	41
FIGURA 3: Treinador muscular IMT.....	52
FIGURA 4: Máquina universal de ensaios, tipo eletromecânica.....	76
FIGURA 5: Ensaio de molas para determinação das forças de acomodação das espiras.....	78
FIGURA 6: Comportamento de aplicação de força e resultante processo de deformação.....	78
FIGURA 7: Esquematização do regime de deformação elástica da mola.....	79
FIGURA 8: Esquematização da ação de forças atuantes sobre a mola.....	80
FIGURA 9: Ensaio de mola – Deformação permanente.....	81
FIGURA 10: Ensaio de verificação de propriedades da mola.....	81
FIGURA 11: Comportamento de força e endurance dos músculos respiratórios.....	92
FIGURA 12: Comportamento de frequência cardíaca (FC) no final do teste em relação à FC submáxima prevista	96
FIGURA 13: Comportamento da frequência cardíaca em relação aos grupos.....	97
FIGURA 14: Correlação da distância caminhada no primeiro e segundo teste dos diferentes grupos pela correlação de Pearson.....	99
FIGURA 15: Comportamento da distância caminhada nos diferentes grupos.....	100
FIGURA 16: Trabalho realizado durante o teste de caminhada de seis minutos em ambos os grupos	101
FIGURA 17: Percepção de esforço através de Escala de Borg inicial e final nos diferentes grupos	101

SUMÁRIO

1- Resumo	11
2- Abstract	14
3- Introdução	18
4- Hipótese	28
5- Revisão da Literatura	29
5.1- Pesquisa Bibliográfica	29
5.2 – Pressões Respiratórias Máximas.....	29
5.2.1.Músculos Respiratórios.....	29
5.2.1.1- Músculos Respiratórios na Asma.....	32
5.2.2- Avaliação de força dos músculos respiratórios.....	33
5.3- Avaliação de endurance dos músculos respiratórios.....	48
5.4- Teste de Caminhada de Seis Minutos (TC6 min).....	56
5.4.1- Avaliação da Capacidade Funcional.....	56
5.4.2- Aplicação do teste de caminhada de seis minutos.....	59
6 – Objetivos	66
7- Casuística e Métodos	67
7.1 – Delineamento.....	67
7.2 – Amostra.....	67
7.3 - Critérios de Inclusão.....	68
7.4 – Critérios de Exclusão.....	69

7,5 - Protocolo de Avaliação.....	70
7.6 - Prova de Função Pulmonar.....	70
7.7- Pressões respiratórias Máximas.....	71
7.8- Mensuração de endurance da musculatura respiratória.....	73
7.8.1- Procedimento de confecção do protótipo para medida da endurance dos músculos respiratórios.....	75
7.9 Teste de Caminhada de Seis Minutos.....	82
8.0 – Análise Estatística.....	85
9 – Resultados.....	86
10 – Discussão.....	104
11 – Conclusão.....	119
12 – Referências Bibliográficas.....	121
13 – Anexos.....	143
.Anexo 1- Termo de Consentimento pós Informação.....	143
Anexo 2- Termo de Consentimento Criança.....	146
Anexo 3- Questionário de avaliação.....	148
Anexo 4- Protocolo de Medidas.....	154

RESUMO

INTRODUÇÃO: As alterações fisiopatológicas da asma e/ou a terapia farmacológica instituída podem afetar o desempenho dos músculos respiratórios. Entretanto, o efeito dessa disfunção sobre a capacidade funcional não está estabelecida.

OBJETIVO: Comparar a força e *endurance* dos músculos respiratórios e a capacidade funcional de crianças e adolescentes saudáveis e asmáticas.

MATERIAL E MÉTODOS: Participaram desse estudo 97 crianças (6 a 14 anos) consideradas saudáveis (CTRL-M e CTRL-F) e 100 com diagnóstico de asma (Asma-M e Asma-F) dos sexos masculino e feminino, respectivamente. Os parâmetros avaliados pela espirometria foram CVF, VEF₁; VEF₁/CVF; FEF_{25-75%} e a VVM. Foram avaliadas as pressões inspiratória (P_{Imáx}) e expiratória (P_{Emáx}) máximas e *endurance* dos músculos inspiratórios a partir de 30 e 70% da P_{Imáx} (T_{lim} 30% e 70%, respectivamente). Para a avaliação da *endurance* dos músculos inspiratórios foi confeccionado um dispositivo alternativo capaz de realizar medidas de pressão superiores ao instrumento disponível no mercado. A capacidade funcional foi avaliada pelo teste de caminhada de 6 minutos (TC6'). Foram realizados dois testes com intervalo de 30 minutos para que as variáveis cardio-respiratórias pudessem retornar aos valores basais. Essas variáveis corresponderam às pressões arteriais sistólica (PAS) e diastólica (PAD), às frequências cardíaca (FC) e respiratória (FR) e saturação periférica (SPO₂). O nível de percepção de dispnéia ao esforço foi avaliado através da escala de Borg aplicada antes e após os testes. Para análise final foram consideradas as variáveis cardio-respiratórias correspondentes ao teste com a maior distância caminhada. A partir da relação entre variação da FC inicial e final e a velocidade média alcançada no TC6' (FC_f-FC_i/Velocidade, bpm/m/s) calculou-se o índice de custo

fisiológico. Foi utilizado One Way Anova, teste de comparação de Bonferroni, teste T pareado, Kruskal-Wallis e coeficiente de Pearson quando apropriado.

RESULTADOS: A CVF apresentou-se normal nos dois grupos, asma e controle. O VEF_1 , VEF_1/CVF , $FEF_{25-75\%}$ foram significativamente inferiores nos grupos Asma-M e Asma-F em relação aos grupos CTRL-M e CTRL-F. A VVM foi significativamente menor no grupo Asma-F em relação aos demais grupos. A $PI_{máx}$ do grupo Asma-M foi significativamente inferior em relação ao grupo CTRL-M e a PE_{max} apresentou-se significativamente menor no grupo Asma-M em relação aos grupos CTRL-M e CTRL-F. O $Tlim_{30\%}$ foi significativamente maior que o $Tlim_{70\%}$ em todos os grupos avaliados. Além disso, observou-se que os grupos de Asma-M e Asma-F apresentaram redução significativa do $Tlim_{30\%}$ e $Tlim_{70\%}$ em relação aos grupos CTRL-M e CTRL-F.

A distância caminhada durante o TC6 não diferiu entre os grupos controle e o asmático para ambos os sexos. Observou-se que não houve diferença significativa entre os testes de caminhada nos diferentes grupos, indicando boa reprodutibilidade. Observou-se também, forte correlação entre as distâncias caminhadas entre primeiro e segundo teste nos diferentes grupos avaliados. O custo fisiológico foi significativamente menor nos grupos Asma-M e Asma-F ($0,40 \pm 0,08$ e $0,40 \pm 0,07$) em relação aos grupos CTRL-M e CTRL-F ($0,47 \pm 0,13$ e $0,50 \pm 0,11$).

A FC inicial nos grupos Asma-M ($84,56 \pm 10,31$ bpm) e Asma-F ($82,56 \pm 7,67$ bpm) foi significativamente menor que nos grupos CTRL-M ($93,07 \pm 10,79$ bpm) e CTRL-F ($91,72 \pm 11,05$ bpm). Resultados similares foram observados no final do teste. Os grupos Asma-M ($123,4 \pm 9,71$ bpm) e Asma-F ($118,4 \pm 10,22$ bpm) apresentaram redução significativa da FC final em relação aos grupos CTRL-M ($140,1 \pm 10,50$ bpm) e CTRL-F ($140,0 \pm 9,56$ bpm).

A PAS inicial dos grupos Asma-M ($105,9 \pm 11,43$ mmHg) e Asma-F ($100,6 \pm 8,6$ mmHg) apresentou-se significativamente maior que os grupos CTRL-M ($95,0 \pm 6,93$ mmHg) e CTRL-F ($94,65 \pm 8,26$ mmHg). Houve aumento significativo de PAS final no grupo de Asma-M ($117,6 \pm 13,48$ mmHg) e Asma-F ($111,1 \pm 10,36$ mmHg) em relação aos grupos CTRL-M ($105,0 \pm 7,70$ mmHg) e CTRL-F ($105,3 \pm 8,82$ mmHg).

O grupo de Asma-M ($16,47 \pm 2,01$ irpm) apresentou aumento significativo de FR inicial em relação ao grupo CTRL-F ($15,44 \pm 0,82$ irpm). Houve aumento significativo de FR final no grupo Asma-M ($22,30 \pm 1,86$ irpm) em relação aos grupos CTRL-M ($21,07 \pm 1,38$ irpm) e CTRL-F ($21,30 \pm 1,50$ irpm).

Em relação a escala de Borg inicial não houve diferença estatística significativa intra e intergrupos. Os grupos de Asma-M ($1,97 \pm 0,85$) e Asma-F ($2,01 \pm 1,09$) apresentaram aumento significativo de escala de Borg final em relação aos grupos CTRL-M ($1,09 \pm 1,04$) e CTRL-F ($1,41 \pm 1,30$).

Os grupos Asma-M ($557,1 \pm 57,40$; $576,9 \pm 60,30$ m) e Asma-F ($522,7 \pm 55,97$; $537,7 \pm 58,41$ m) percorreram distâncias similares em relação ao grupo CTRL-M ($569,7 \pm 76,31$; $576,2 \pm 83,92$ m) e CTRL-F ($558,3 \pm 70,84$; $569,2 \pm 70,42$ m) no primeiro e segundo teste, respectivamente. **CONCLUSÃO:** Houve redução de força da musculatura respiratória e *endurance* da musculatura inspiratória. A dispnéia ao exercício, o comprometimento da função pulmonar, a redução da força e *endurance* dos músculos respiratórios não modularam o desempenho funcional dos pacientes asmáticos, avaliado pelo TC6. Entretanto, os níveis basais e o comportamento da FC e da PAM durante o esforço dos pacientes asmáticos sugerem disfunção autonômica da frequência cardíaca e do controle da pressão arterial.

Palavras-chaves: Asma, força e *endurance* da musculatura respiratória, capacidade funcional, corticoterapia.

Abstract

Comparison of strength and endurance of the respiratory muscles and functional capacity in healthy and asthmatic children

INTRODUCTION: Pathophysiological changes from asthma and/or pharmacological therapy can affect the performance of respiratory muscles. However, the effect of this dysfunction on functional capacity is yet to be established.

PURPOSE: Assess and compare the strength and endurance of the respiratory muscles and functional capacity in healthy and asthmatic children.

METHODS: Ninety-five male and female children (6 to 14 years) considered to be healthy (CTRL-M and CTRL-F) and 100 children diagnosed with asthma (Asthma-M and Asthma-F) participated in the study. The parameters evaluated by spirometry were FVC, FEV₁; FEV₁/FVC; FEF_{25-75%} and MVV. We evaluated the maximum inspiratory (MIP) and expiratory (MEP) pressure and endurance of muscles inspiratory from 30 and 70% of MIP (Tlim 30% and 70%, respectively). To assess inspiratory muscle endurance, an alternative device was developed which was capable of carrying out pressure measurements above those on the instrument currently available for clinical practice. Functional capacity was assessed by the six-minute walk test (6MWT). Participants performed the 6MWT twice under controlled conditions a 30-

minute interval between tests so that cardio-respiratory variables could return to baseline. These variables were systolic blood pressure (SBP), diastolic blood pressure (DBP), heart rate (HR), respiratory rate (BR) and peripheral saturation (SpO₂). The level of dyspnea perception upon effort was measured by the Borg scale administered before and after the tests. Final analysis considered the cardiorespiratory variables corresponding to the test with the greatest distance traveled. The physiological cost index was estimated from the relation between variation in the initial and final HR and average speed achieved on the 6MWT $\{(HR_i - HR_f / \text{average speed, bpm/m/s})\}$.

RESULTS:

FVC was normal in the control and asthma groups. FEV₁, FEV₁/FVC, FEF_{25-75%} were significantly lower in the Asthma-M and Asthma-F groups compared to CTRL-M and Control-F groups. MVV was significantly lower in Asthma-F group compared to the other groups. MIP in the Asthma-M group was significantly lower compared to CTRL-M. MEP was significantly lower in the Asthma-M group compared to the CTRL-M and CTRL-F groups. Tlim30% was significantly higher than Tlim70% in all groups evaluated.

The Asthma-M and Asthma-F groups exhibited a significant reduction in Tlim30% and Tlim70% in relation to the CTRL-M and CTRL-F groups. There was no difference between the control and asthma groups (both

sexes) regarding the distance covered on the 6MWT. There was no significant difference between tests within the different groups, indicating good reliability. There was also strong correlation between the distances covered on the first and second test in the different groups. The physiological cost index was significantly lower in Asthma-M and Asthma-F groups (0.40 ± 0.08 and 0.40 ± 0.07 bpm/m/min) compared to the CTRL-M and CTRL-F groups (0.47 ± 0.13 and 0.50 ± 0.11 bpm/m/min). The initial HR in the Asthma-M (84 ± 10.31 bpm) and Asthma-F (82 ± 7.67 bpm) groups was significantly lower than the CTRL-M (93 ± 10.79 bpm) and CTRL-F (91 ± 11.05 bpm) groups. Similar results were seen at the end of the test. The Asthma-M (123 ± 9.71 bpm) and Asthma-F (118 ± 10.22 bpm) groups exhibited a significant reduction in HR in relation to the CTRL-M (140.1 ± 10.50 bpm) and CTRL-F (140.0 ± 9.56 bpm) groups. Initial SBP in the Asthma-M (105.9 ± 11.43 mmHg) and Asthma-F (100.6 ± 8.6 mmHg) groups was significantly higher than the CTRL-M (95.0 ± 6.93 mmHg) and CTRL-F (94.65 ± 8.26 mmHg) groups. There was a significant increase in final SBP in the Asthma-M (117.6 ± 13.48 mmHg) and Asthma-F (111.1 ± 10.36 mmHg) groups compared to the CTRL-M (105.0 ± 7.70 mmHg) and CTRL-F (105.3 ± 8.82 mmHg) groups. The Asthma-M group (16.47 ± 2.01 irpm) exhibited a significantly RR in relation to the CTRL-F group (15.44 ± 0.82 irpm). There was a significant increase in final RR in the Asthma-M group (22.30 ± 1.86 irpm) compared

3- Introdução

A asma é a doença crônica mais freqüente em crianças, com 80% dessas, desenvolvendo os primeiros sintomas antes dos cinco anos de idade.

No Brasil, a asma constitui a quarta causa de hospitalizações pelo SUS (2,3% do total) e a terceira causa entre crianças e adultos jovens. Em estudos epidemiológicos referentes à asma ainda se desconhece a verdadeira dimensão da doença em algumas regiões do país (PEREIRA e cols, 2002). Cidades como São Paulo, Recife e Porto Alegre apresentaram alta taxa de prevalência de asma nos últimos anos. Em São Paulo, os principais fatores de risco relacionados foram sexo masculino, sintomas de rinoconjuntivite no último ano, mãe fumante no primeiro ano de vida da criança e presença de eczema em locais característicos (CASAGRANDE e cols, 2008). A alta prevalência de asma e suas formas graves em Recife foram consideradas e associadas à maior instrução materna (BRITO e cols, 2004). Em Porto Alegre, uma alta prevalência de asma também foi verificada em escolares, com predominância em meninas (FIORE e cols, 2001).

A prevalência de sintomas de asma, rinite e eczema atópico em crianças e adolescentes brasileiros identificados pelo International Study of Asthma and Allergies (ISAAC) - Fase 3, em importantes cidades brasileiras incluindo Belo Horizonte, foi variável. Essa prevalência, sobretudo de asma e eczema, alcançou valores superiores nos centros localizados mais próximos ao equador. A identificação de fatores de risco aos quais os habitantes desses

centros possam estar expostos constitui tema de pesquisa para a possível elucidação da etiopatogenia da asma e das doenças alérgicas observadas nessas localidades (Solé e cols, 2006)

A asma se classifica pelo grau de gravidade baseado nos sintomas, obstrução da de via aérea e variabilidade de função pulmonar em quatro categorias: intermitente, persistente leve, moderada ou grave. É importante reconhecer que a gravidade da asma envolve a magnitude da doença e sua resposta ao tratamento. Assim, a asma pode apresentar graves sintomas e obstrução ao fluxo aéreo e ser classificada como persistente grave em um primeiro momento, mas responder completamente ao tratamento e então ser considerada como asma persistente moderada. A gravidade constitui característica variável para cada indivíduo asmático, podendo mudar ao longo de meses ou anos. (GINA, 2007)

Nas últimas décadas houve um aumento da preocupação mundial com a asma. Paralelamente, observa-se intensificação de estudos relacionados à compreensão de mecanismos fisiopatológicos e terapêuticos dessa doença (ISAAC, 1998, CHATKIN e cols, 1999; FIORI e cols, 2001).

A asma constitui uma doença inflamatória crônica de vias aéreas, associada a hiperresponsividade de via aérea, a qual culmina em episódios recorrentes de sibilos, falta de ar, chieira e tosse, particularmente à noite ou no início da manhã. Esses episódios estão associados a uma ampla, mas variável obstrução de via aérea muitas vezes reversível espontaneamente ou com o tratamento. A inflamação atinge as vias aéreas, incluindo o trato respiratório

superior e nariz, com efeitos fisiológicos mais pronunciados em brônquios de médio calibre (GINA 2007).

Várias mudanças estruturais estão presentes na via aérea de pacientes asmáticos. Fibrose sub-epitelial, resultante de deposição de fibras de colágeno abaixo da membrana basal, foi observada em pacientes asmáticos, incluindo crianças, mesmo antes do aparecimento de sintomas, podendo ser influenciada por tratamento (VIGNOLA e cols, 2003; JAMES e cols, 2005). Hipertrofia e hiperplasia também presente, contribuem para aumento de espessura da parede de via aérea. Esse processo pode estar relacionado à gravidade da doença e é causado por mediadores antiinflamatórios, como fatores de crescimento. Esses fatores, como o fator de crescimento endotelial vascular, são influenciados pelos vasos sanguíneos na parede das vias aéreas, podendo contribuir para o aumento de espessura da parede. Outra característica é a hipersecreção de muco resultante de aumento de números de células caliciformes no epitélio da via aérea e de número aumentado de glândulas submucosas. (VIGNOLA e cols, 2003; JAMES e cols, 2005; GINA 2007).

Após exposição a um fator desencadeador (alérgenos, fármacos, frio, exercícios), mediadores inflamatórios são liberados por macrófagos ativados, mastócitos, eosinófilos e basófilos. Esses mediadores induzem a broncoconstrição, aumento de permeabilidade vascular e secreções mucosas. Além disso, as células inflamatórias fixas podem ser ativadas para liberar fatores quimiotáticos que, por sua vez, recrutam mais células efetoras e amplificam a resposta inflamatória das vias respiratórias. A inflamação das

paredes brônquicas também pode lesar o epitélio, dessa forma estimulando terminações nervosas e iniciando reflexos neurais que adicionalmente agravam e propagam o broncoespasmo. (Travis e cols, 2006)

A resposta do brônquio à exposição a um alérgeno com migração, degranulação e destruição de mastócitos e imediata liberação de substâncias broncoconstritoras, especialmente a histamina e os leucotrienos, inicia intensa quimiotaxia de eosinófilos – célula que caracteriza o processo inflamatório asmático. Essa fase inicial ou imediata da asma, contração da musculatura brônquica como resposta à exposição ao alérgeno, ocorre minutos após a exposição ao antígeno, podendo durar algumas horas.

O ambiente inflamatório criado com interação de eosinófilos e linfócitos CD4, por meio de interleucinas gera infiltrado inflamatório na submucosa, edema, hiperplasia glandular e espessamento da membrana basal, e conseqüentemente à desestruturação da mucosa brônquica. O calibre da via aérea diminui devido à somatória da deposição de muco e restos celulares na luz do brônquio, do edema e das paredes brônquicas inflamadas e da contração da musculatura lisa. Esse processo constitui a segunda fase da resposta asmática, a qual somente acontece horas após o estímulo alérgico inicial. Na resposta bifásica ou dual da asma existe uma queda imediata da função pulmonar pela obstrução brônquica que se segue aos eventos da inflamação aguda por exposição ao alérgeno. Após a recuperação, a função pulmonar volta a reduzir em decorrência da obstrução brônquica crônica secundária à cascata de eventos celulares inflamatórios (JEFFERY, 2000)

A presença de mastócitos, a hipertrofia e a hiperplasia da musculatura lisa constituem importantes fatores na inflamação das vias aéreas e infiltração celular. Associado a esses fatores existe ainda uma remodelação das vias aéreas, determinada pelo depósito de colágeno (tipos III e V) abaixo da membrana basal, contribuindo para o aumento da espessura dos músculos presentes nas paredes das vias aéreas; o que amplifica a hiper-responsividade existente em pacientes asmáticos (LAMBERT, 1993; JAMES, 2005).

A primeira consequência da redução do calibre das vias aéreas, que passam a se fechar precocemente na expiração é o aumento de volume residual (VR). A capacidade residual funcional (CRF) também aumenta, devido à maior resistência das vias aéreas que, prolonga o tempo expiratório ao mesmo tempo em que mantém uma atividade da musculatura inspiratória durante a expiração. Como consequência, o volume expiratório final ocorre acima do ponto de relaxamento do sistema respiratório, o que pode evitar ou atenuar o colapso das vias aéreas, considerando-se que, a volumes maiores, a tração radial aumenta. A capacidade pulmonar total (CPT) é habitualmente normal em pacientes com obstrução leve e tende a aumentar com a maior gravidade, em decorrência de aprisionamento de ar e das alterações das propriedades elásticas dos pulmões e da parede torácica. O estudo dos volumes e capacidades pulmonares constituiu instrumento importante de análise da função pulmonar nesses indivíduos. As curvas volume vs tempo e fluxo vs volume refletem a limitação ao fluxo aéreo, independente do mecanismo envolvido. A relação VEF_1/CVF se reduz. A magnitude da obstrução é avaliada pelo grau de redução do VEF_1 (CARDOSO WV, 1987; Barnes, 2000).

Nos últimos anos, com o reconhecimento da asma como uma doença principalmente de caráter inflamatório, a administração de corticosteróides passou a ocupar lugar de destaque, visando suprimir ou minimizar o processo inflamatório de base (BOHN e cols, 2001; HENDERSON e cols, 2003). No manejo da asma aguda com resposta não satisfatória aos broncodilatadores, os corticosteróides sistêmicos, orais ou endovenosos, são muito úteis. Na terapêutica da asma persistente esses corticosteróides também têm lugar de destaque. A asma em geral exige tratamento prolongado com esse medicamento, havendo possibilidade da ocorrência de efeitos colaterais como a osteoporose, a catarata, o glaucoma, a miopia aguda, a diabetes mellitus entre outras (ROWE e cols, 2000).

A maior parte da farmacologia utilizada para tratar doenças respiratórias comuns interage com células receptoras no tracto respiratório. Isto inclui B₂ agonista adrenoreceptor, antagonistas de receptores muscarínicos (anticolinérgicos), corticosteróides e antileucotrienos. A distribuição de receptores para esses agonistas ou antagonistas constitui importante determinante de seu mecanismo de ação, na medida em que define qual célula pode ser ligada a essas drogas, e também determina efeitos secundários, porque a maior parte desses receptores está distribuída por todo o corpo. Isto levou ao desenvolvimento de uma forma eficiente de distribuição inalada desses medicamentos visando maximizar efeitos na via aérea e minimizar efeitos secundários sistêmicos (Barnes, 2004).

O corticosteróide inalatório passou a ser o tratamento de primeira escolha no manejo do paciente com asma persistente leve, moderada ou grave. Esse tratamento reduz de forma significativa os sintomas, a necessidade de beta 2 – agonista de curta ação, o número de hospitalizações por asma, enfim sua morbidade e mortalidade (SUISSA e cols, 2001). A corticoterapia mesmo administrada pela via inalatória pode apresentar efeitos adversos sistêmicos como a supressão do eixo hipotálamo-hipófise-adrenal, o adelgaçamento da pele e equimoses e miopatias, quando utilizado em altas doses e por um período prolongado (CUMMING e cols, 1997; LIPWORTH e cols, 1999). Embora existam várias publicações a respeito dos efeitos colaterais desse fármaco amplamente usado no asmático, esclarecimentos ainda se fazem necessários como investigar seu efeito sobre a musculatura respiratória.

Músculos respiratórios são responsáveis diretos pelo adequado funcionamento do sistema respiratório. Doenças agudas (infecção, anormalidades metabólicas, desnutrição) ou crônicas (anormalidades sistêmicas, doenças do tecido conjuntivo, doenças de vias aéreas) podem causar fraqueza da musculatura inspiratória culminando em inabilidade de manutenção de adequada mecânica respiratória. A avaliação da performance dos músculos respiratórios pode ser descrita pela força e endurance muscular.

Aumentos de resistência de via aérea e hiperinsuflação pulmonar na asma podem aumentar o trabalho muscular e conseqüentemente alterar sua função. Pacientes com limitação crônica ao fluxo aéreo geralmente evoluem com aprisionamento de ar, e conseqüentemente, aumento de capacidade residual

funcional (CRF), definido como hiperinsuflação dinâmica pulmonar. Constituem causas principais dessa hiperinsuflação o aumento de resistência ao fluxo aéreo e atividade aumentada dos músculos inspiratórios durante a expiração (JARDIM JRB, 1982, TOBIN MJ, 1988).

Em prática clínica, a medida de pressão inspiratória máxima (PI_{máx}) avalia a força dos músculos inspiratórios e é mais importante que a medida de pressão expiratória máxima (PE_{máx}) porque constitui um indicativo de alterações da capacidade ventilatória e de desenvolvimento de algum grau de insuficiência respiratória (HARIK-KHAN e cols, 1998). A PE_{máx} apesar de não ser tão significativa para a capacidade ventilatória como a PI_{máx}, é importante para diagnóstico de algumas doenças, como as neuromusculares. A PE_{máx} é ainda fundamental para avaliação de tosse eficaz e conseqüentemente da capacidade de eliminar secreções de vias aéreas, de grande importância em doenças como a asma.

A geração de pressão da musculatura respiratória na asma pode estar comprometida pela hiperinsuflação pulmonar. Alguns autores não evidenciaram redução de força da musculatura respiratória na asma, enquanto outros demonstraram essa redução. Esses resultados divergentes provavelmente são explicados por problemas relacionados à reprodutibilidade da manobra e por falta de padrões metodológicos não uniformizados. Nesse estudo buscou-se avaliar a força dos músculos respiratórios seguindo um consenso mundial metodológico dessa avaliação.

A hiperinsuflação dinâmica constitui um dos mecanismos ventilatórios que pode contribuir para a limitação das atividades de vida diária em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC). Sclauser et al (2007) evidenciaram hiperinsuflação dinâmica em um grupo de DPOC após atividade de vida diária com membros superiores através de diminuição da capacidade inspiratória e da razão capacidade inspiratória /capacidade pulmonar e aumento de dispnéia.

A hiperinsuflação aumenta o volume estático do sistema respiratório, encurta os músculos inspiratórios e reduz sua habilidade de gerar e sustentar pressão, constituindo importante causa para explicar a redução de *endurance*, ou resistência, da musculatura respiratória presente na asma. É consenso que o treinamento específico da musculatura inspiratória é extremamente importante em indivíduos com P_{Imax} inferior a 60 cmH₂O. Na asma não existe definição consensual de um valor específico de força, porém sabe-se que indivíduos asmáticos após treinamento de resistência da musculatura respiratória apresentam incrementos de força muscular.

Diversas são as formas utilizadas na literatura para avaliação de *endurance* da musculatura respiratória. Esse estudo identificou limitações do aparelho utilizado, principalmente para trabalhos com cargas superiores, determinando a necessidade de confecção de um instrumento alternativo de mensuração de *endurance*. Esse modelo idealizado à partir de modelo padrão existente utilizado por pesquisadores em todo o mundo, possibilitou maior precisão e fidedignidade de medidas. É importante salientar que esse trabalho só foi

possível com a parceria da Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais (CETEC), Setor de Testes Físicos, Laboratório Robert Hooke.

Para avaliação da capacidade funcional do grupo pesquisado foi também utilizado o teste de caminhada de seis minutos (TC6 min). Esse teste é tido como simples, de baixo custo, sendo considerado um teste submáximo. O TC6 min avalia a resposta ao exercício de forma integrada e global por parte de todos os sistemas envolvidos na atividade física, sem contudo fornecer informações específicas de cada órgão, como no teste cardíopulmonar máximo, teste considerado padrão ouro para avaliação da capacidade aeróbica máxima. O teste submáximo de esforço tem sido considerado uma boa opção de avaliação funcional por superar algumas limitações e minimizar desconfortos como dor, fadiga, exaustão e exigência de monitorização adicional. Constitui um teste de fácil realização pelas crianças asmáticas, com sua devida monitorização; tendo sido demonstrado na literatura uma redução da capacidade funcional nesse grupo. Faz parte também dessa pesquisa uma avaliação da capacidade funcional de crianças asmáticas, buscando uma percepção global dos sistemas envolvidos na atividade física.

Tendo em vista a importância da asma e o número cada vez maior de indivíduos acometidos, esse estudo visa contribuir para o conhecimento de condições importantes como força, endurance e capacidade funcional, esclarecendo seu real papel numa patologia de tanta magnitude

4 – Hipótese

Asma e a terapêutica necessária ao seu controle alteram a endurance, a força muscular respiratória e a capacidade funcional de crianças e adolescentes.

5- Revisão de Literatura

5.1- Pesquisa Bibliográfica

Foi realizada uma revisão da literatura, utilizando-se estratégia de busca primária e secundária em bases de dados computadorizadas, incluindo Medline, Lilacs, Embase, Cochrane, Pubmed, Google Scholar, de 1960 a 2008, restritas principalmente à língua portuguesa e inglesa, em animais e humanos.

Para a busca primária foram utilizados descritores isolados e combinados entre si, relacionadas à asma (corticoterapia, asma, asma induzida, asthma), endurance e força (endurance, endurance da musculatura respiratória, força, strength, respiratory muscle) e capacidade funcional (capacidade funcional, functional capacity)

Para a busca secundária, utilizaram-se as listas de referências dos estudos relacionados após a busca primária.

5.2 - Pressões Respiratórias Máximas:

5.2.1 - Músculos respiratórios

Do ponto de vista embriológico, morfológico e funcional, os músculos respiratórios são considerados músculos esqueléticos, cuja principal função é deslocar ritmicamente a parede do tórax para possibilitar a ventilação pulmonar e manter os gases sanguíneos arteriais dentro dos limites normais. Comparados com os músculos esqueléticos periféricos, os músculos respiratórios são caracterizados por maior resistência à fadiga, fluxo sanguíneo

aumentado, maior capacidade oxidativa e densidade capilar mais elevada. Sua posição de repouso é determinada pelo equilíbrio entre as forças de recolhimento elástico dos pulmões e da parede torácica. O controle de suas funções é voluntário e automático (Aldrich, 1988)

As pressões resistivas e elásticas oferecidas pelo sistema respiratório, durante a inspiração, são vencidas pelo trabalho dos músculos inspiratórios. A energia potencial armazenada nas estruturas elásticas durante a inspiração é, normalmente, suficiente para superar a resistência ao fluxo aéreo durante a expiração. Entretanto, quando as propriedades mecânicas do sistema respiratório encontram-se alteradas por alguma doença, ou durante expiração forçada, trabalho mecânico expiratório adicional é necessário. (Rodrigues-Machado, 2008)

A estrutura muscular esquelética pode conter fibras de com alta (tipo I), intermediária (tipo IIa) e baixa resistência a fadiga (tipo IIb). A resposta contrátil muscular dependerá então da composição de suas fibras. Os músculos respiratórios são constituídos de fibras tipo I e II. Os músculos ricos em fibras tipo I conseguem suportar atividades de baixa intensidade por períodos longos, ou seja, resistentes à fadiga. Diferentemente, os músculos ricos em fibras tipo II respondem bem a contrações rápidas e fortes (MARTINEZ e cols, 1990), ou seja, produzem trabalho de alta intensidade, por curtos períodos de tempo, como no exercício. (ATS, 2002)

Os músculos respiratórios possuem variações em sua composição quanto à presença de fibras tipo I e II, respectivamente, tais como: diafragma (60 e 40%), intercostais (46 e 66%), escaleno (60 e 65%), abdominais (30 e 60%). (ATS, 2002) Esses músculos se encontram preparados para trabalhos, sejam eles, de baixa ou alta intensidade. Existem fatores que podem modificar essas respostas, como, idade, má nutrição, desuso, treinamento e aumento crônico de trabalho ventilatório. Os dois últimos podem promover uma re-adaptação celular com incremento de enzimas oxidativas. Os três primeiros fatores podem resultar em atrofia de fibras tipo I, enquanto uma redução de força muscular pode ser resultante de atrofia de fibras tipo II. Kosek e cols (2008) demonstraram modulação de componentes protéicos com alteração de quantidade de tipo de fibras em resposta a treinamento progressivo de resistência.

Condições fisiológicas e patológicas primárias podem afetar a musculatura respiratória e conseqüentemente sua função. Exercícios, gravidez, subnutrição, alterações eletrolíticas, miopatias, corticóides, bloqueadores neuromusculares são alguns desses fatores. A musculatura respiratória sofre influência de aumentos de trabalho respiratório, bem como de reduções da capacidade desses músculos em suportar carga ventilatória aumentada, ou seja, reduções de resistência muscular (TOBIN e cols, 1988; ROCHESTER, 1991; ATS, 2002).

Uma falha na geração ou normotensão da força muscular da bomba ventilatória – composta por parede torácica, músculos respiratórios e centros nervosos centrais e periféricos que coordenam esses músculos – torna o indivíduo

suscetível a uma fadiga respiratória e falha na ventilação. Dentre muitos os artifícios utilizados para prevenir essa falha ventilatória e adaptar o indivíduo a tolerar melhor o stress imposto à musculatura, está o treinamento muscular, o qual necessita previamente de uma avaliação criteriosa das pressões respiratórias máximas e *endurance* dos músculos respiratórios.

5.2.1.1 - Músculos respiratórios na asma

Os músculos respiratórios são responsáveis diretos pelo adequado funcionamento do sistema respiratório. Desordens agudas (infecção, anormalidades metabólicas, desnutrição) ou crônicas (anormalidades sistêmicas, doenças do tecido conjuntivo, doenças de vias aéreas) podem causar fraqueza da musculatura inspiratória culminando em incapacidade de manutenção de adequada mecânica respiratória (MORRISON e cols, 1989; ATS, 2002)

Aumentos de resistência da via aérea e hiperinsuflação pulmonar, como ocorre na asma, podem aumentar o trabalho muscular e conseqüentemente alterar a função dos músculos respiratórios. Pacientes com limitação crônica ao fluxo aéreo geralmente evoluem com aprisionamento de ar, e conseqüentemente, aumento da CRF, definido como hiperinsuflação dinâmica pulmonar. O aumento de resistência ao fluxo aéreo e atividade aumentada dos músculos inspiratórios durante a expiração constituem causas principais da hiperinsuflação pulmonar. (JARDIM JRB, 1982; TOBIN MJ, 1988; Sclauser, 2007).

A hiperinsuflação promove aumento de volume estático do sistema respiratório, encurta os músculos inspiratórios e reduz sua habilidade de gerar e sustentar pressão. Essas alterações predispõem a redução de *endurance*, ou resistência, da musculatura respiratória presente na asma (RAMIREZ-SARMIENTO e cols, 2002).

5.2.2- Avaliação de força dos músculos respiratórios

A medida das pressões respiratórias máximas, geradas durante o esforço de inspiração (PI_{MAX}) e expiração (PE_{MAX}) contra a via aérea ocluída, representa um procedimento importante para a avaliação funcional dos músculos respiratórios (ATS/ERS, 2002).

A maior pressão capaz de ser gerada durante esforços de inspiração (pressão inspiratória máxima – PI_{max}) ou expiração (pressão expiratória máxima – PE_{max}), contra uma via aérea completamente ocluída, são considerados índices de força dos músculos respiratórios (BLACK & HYATT, 1969; TRUWIT e cols, 1992).

A PI_{MAX} é influenciada pelo sexo, idade, volume pulmonar e comprimento de repouso dos músculos inspiratórios (antes da medida), posição e cooperação do indivíduo e variação da técnica empregada (BLACK & YATT, 1969; HARIK-KHAN e cols, 1998; RENDAS e cols, 1996; ATS, 2002). Na prática clínica, a medida de PI_{max} é muito importante porque é indicativa da capacidade ventilatória, do desenvolvimento da insuficiência respiratória e determinante do volume corrente (VC). A PI_{max} apresenta-se comprometida nas doenças

neuromusculares, lesões da musculatura respiratória (diafragma e músculos acessórios), hiperinsuflação pronunciada e em má formação torácica grave (KARVONEN e cols., 1994)

Uma das principais indicações da medida de PI_{MAX} é avaliar a sobrecarga dos músculos inspiratórios através da relação entre PI (pressão inspiratória gerada durante a inspiração basal) e a $PI_{Máx}$. O produto das relações PI / PI_{MAX} e o tempo inspiratório (TI) / duração total do ciclo respiratório (T_{TOT}) estima a fadiga dos músculos respiratórios através do índice tempo / pressão ($ITP = PI / PI_{max} \cdot TI / T_{TOT}$). (FITTING e cols, 1988)

A PE_{MAX} avalia a força dos músculos expiratórios. Sua redução pode aumentar o volume residual, diminuir o pico de fluxo expiratório e conseqüentemente a tosse. Nesse caso, os resultados podem ser erroneamente interpretados como obstrução das vias aéreas.

Estudos recentes utilizam essas medidas para estabelecer carga de treinamento específico dos músculos respiratórios. Várias equações de referência da normalidade encontram-se disponíveis na literatura para o cálculo dos valores previstos.

A força desenvolvida por um músculo e conseqüentemente sua capacidade de gerar pressão depende de seu comprimento de repouso antes da contração (relação tensão/comprimento), de sua contratilidade intrínseca (relação força/velocidade) e sua vantagem mecânica (adequado acoplamento entre

musculatura respiratória e caixa torácica). Somados a esses fatores estão a integridade da caixa torácica, o volume pulmonar, o *drive* respiratório e a massa muscular (relacionadas à idade e ao sexo) para uma adequada realização de medidas de pressões respiratórias máximas (BELLEMARE e cols, 1982). Falência ventilatória na asma pode resultar da desigualdade entre a capacidade dos músculos respiratórios em gerar pressão e a carga imposta a eles. Essa geração de pressão pode estar comprometida pela hiperinsuflação e potencialmente por fadiga muscular. Sua avaliação tem sido comprometida por problemas relacionados à reprodutibilidade da manobra de pressão inspiratória máxima (P_{Imáx}) com estudos que não evidenciam redução de força dos músculos respiratórios nesses pacientes (RODRIGUES F, 2000).

Nas últimas duas décadas, medidas de pressões respiratórias máximas estão presentes na maior parte dos estudos científicos relacionados à função respiratória. Analisando estudos que sugerem uma regularização da metodologia para a medida dessas pressões, ficou claro que o método empregado, afeta diretamente o resultado obtido. Uma padronização da técnica fez-se importante no intuito de tornar as medidas comparáveis, fidedignas e reprodutíveis, evitando a sub ou superestimação de resultados. Por meio dessa padronização, com conseqüente eficácia e reprodutibilidade da determinação de pressões respiratórias máximas, foi possível sua aplicabilidade em estudos científicos e laboratórios de função pulmonar (RODRIGUES F e cols, 2000).

Todos os estudos existentes na literatura utilizam mensurações a partir do modelo idealizado por Black e Hyatt (1969) (Figura 1) para medidas das

pressões respiratórias máximas. Esses autores descreveram um método de determinação dessas pressões, com base em um modelo utilizado anteriormente por Cook e cols (1964), o qual utilizou uma série de containeres de diferentes volumes e um manômetro para calcular essas pressões. O modelo desenvolvido por Black e Hyatt era de fácil manuseio e reprodutibilidade, com visibilidade direta da pressão no manômetro, sendo utilizado ainda hoje em estudos científicos.

Á partir desse estudo pioneiro, Marini e cols (1986) e Kacmarek e cols (1989) realizaram estudos comparando a utilização do modelo para realização do método de oclusão simples e com válvula unidirecional em pacientes também pouco cooperativos. A utilização de uma válvula unidirecional permitia a expiração e assegurava que esforços inspiratórios ocorressem em volumes pulmonares cada vez menores, ou seja, a volume residual, obtendo uma otimização de valores alcançados para $PI_{máx}$. Pacientes cooperativos podem realizar manobras de pressões respiratórias máximas de forma reprodutível - sem utilização da válvula unidirecional. Com a devida compreensão da técnica indivíduos cooperativos, conseguem à nível ambulatorial, seguindo certas padronizações, realizar a manobra para mensuração de pressões respiratórias máximas, à volume residual por exemplo ou à CPT, de forma fidedigna e reprodutível. Essa forma foi utilizada nesse estudo, seguindo o modelo de oclusão simples, representado na Figura 1B.

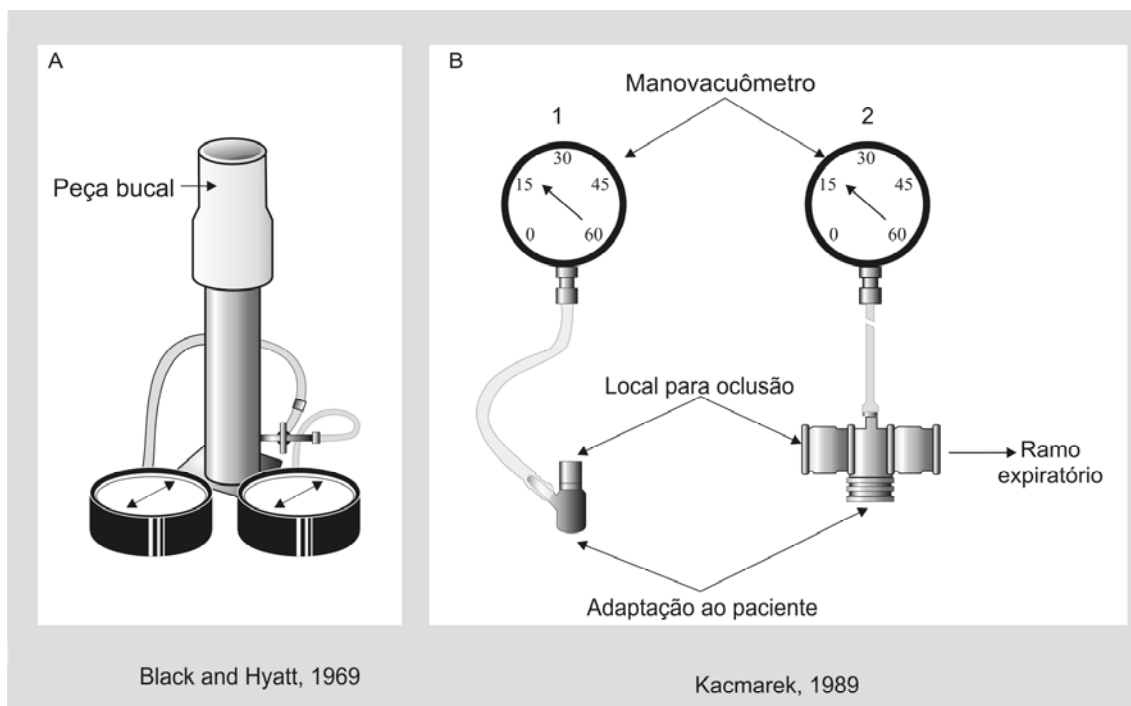


Figura 1- A - Representação do aparelho para medidas de pressões respiratórias máximas idealizado por Black e Hyatt. B – Método de Oclusão simples. De: Alexandre BA e cols. In: Rodrigues-Machado MG. Bases da Fisioterapia Respiratória: Terapia Intensiva e Reabilitação. Guanabara Koogan. 2008; 113.

Hamnegard e cols (1994) compararam medidas de pressões respiratórias máximas utilizando um manômetro portátil com um equipamento padronizado (transdutor de diferenças de pressão) e verificaram que os resultados não diferiram significativamente, confirmando a precisão e reprodutibilidade do manômetro portátil. Bárbara e cols (1993) demonstraram que um manômetro aneróide portátil apresentou uma precisão semelhante aos sistemas analógicos para avaliação da força dos músculos respiratórios. Esse aparelho apresentou vantagens devido à possibilidade de ser utilizado à cabeceira do doente e permitir estudos de campo economicamente mais acessíveis. Recentemente

foram introduzidos no mercado manômetros digitais, possuindo alguns deles *software* que permite a visualização em computador, das curvas de pressão. Esses diferentes tipos de aparelhos são aceitos para trabalhos científicos desde que cumpram requisitos de controle de qualidade.

Em prática clínica ambas as medidas de $P_{\text{Imáx}}$ e $P_{\text{Emáx}}$ possuem importância significativa. A $P_{\text{Imáx}}$ é indicativa da capacidade ventilatória, do desenvolvimento da insuficiência respiratória e determinante do volume corrente (VC) (HARIK-KHAN e cols, 1998), podendo estar comprometida em lesões da musculatura respiratória, hiperinsuflação grave e má formação torácica grave (KARVONEN e cols, 1994). A $P_{\text{Emáx}}$ é importante para o diagnóstico de doenças neuromusculares. A redução da $P_{\text{Emáx}}$ pode aumentar o volume residual e reduzir o pico de fluxo expiratório, interpretado erroneamente como obstrução de vias aéreas. A $P_{\text{Emáx}}$ é fundamental para a avaliação da tosse eficaz e conseqüentemente da capacidade de eliminar secreções de vias aéreas (ATS, 2002).

A falta de padronização da técnica pode culminar em obtenção de resultados inapropriados, de não fidedignidade e reprodutibilidade das medidas. A forma mais simples de avaliar a força dos músculos respiratórios é medir as pressões geradas na boca quando o indivíduo realiza esforços máximos contra uma via aérea ocluída. Nesse método a pressão em nível de boca é igual à pressão alveolar, pois o fluxo gasoso é essencialmente igual a zero e a glote permanece aberta durante o procedimento. Análises das curvas entre volume pulmonar e pressão alveolar durante esforços inspiratórios e expiratórios em

condições estáticas, isto é, com fluxo igual a zero demonstraram que as pressões inspiratórias são maiores em volumes próximos do volume residual (VR) e as pressões expiratórias maiores em volumes próximos da capacidade pulmonar total (CPT) (Rochester, 1988). Nesses volumes pulmonares próximos dos extremos da capacidade vital são menores as variações das pressões máximas, em consequência das pequenas variações do volume gasoso pulmonar que podem ocorrer em medidas repetidas aumentando assim a reprodutibilidade dos resultados.

Normalmente os esforços máximos devem ser sustentados por 1 (Black & Hyatt, 1969; Rubinstein e cols, 1988; Wilson e cols, 1984; Bruschi e cols, 1992) a 3 segundos (Charfi e cols, 1991; Hamnegard e cols, 1994) para as medidas das pressões respiratórias máximas. Entretanto, Windsch e cols (2004) não encontraram diferenças entre a pressão de pico (esforço único) e a pressão de platô (esforço sustentado) para essas medidas. Ambas podem ser realizadas tanto a partir do volume residual ou á CRF.

Em esforços respiratórios máximos a ação da musculatura facial pode interferir e alterar o valor das pressões encontradas (Kouloris e cols, 1988). Em relação à PEmáx, a insuflação passiva da musculatura das bochechas durante o esforço expiratório tende a reduzir o volume medido. Os músculos da boca e da orofaringe podem gerar uma pressão negativa que pode alterar resultados de PImáx, estando a glote aberta (forma correta) ou indevidamente fechada. Para evitar essa interferência da musculatura orofacial nas medidas das

pressões respiratórias máximas é utilizado um pequeno orifício de fuga (cerca de 2 mm de diâmetro e 15 mm de comprimento) no instrumento de mensuração. Esse orifício dissipa as pressões, sem afetar, significativamente, aquelas produzidas pelos músculos respiratórios (RUBISTEIN e cols, 1988).

Black e Hyatt (1971) quantificaram esse escape e consideraram irrelevantes as perdas de volume e pressão durante as medidas de PEmáx e Plmáx garantindo que um orifício de 2 mm não interfere significativamente nos resultados obtidos. Rubinstein e cols (1988), apoiados em Smyth e cols (1984) afirmaram que em indivíduos normais, os valores de PEmax são semelhantes com e sem fuga de ar, considerando-a importante somente em indivíduos com uma importante fraqueza dos músculos expiratórios, para evitar a geração de pressões nos músculos peri-orais. Em oposição a esses, são vários os autores que preconizam a utilização de um orifício de fuga na medição de pressões respiratórias máximas (MCELVANEY e cols, 1989, TULLY e cols, 1997; CHARFI e cols, 1991;).

Durante a avaliação das pressões respiratórias máximas normalmente são utilizados clipe nasal, os quais impedem o escape aéreo durante as medidas. O clipe nasal é utilizado na maioria dos trabalhos descritos, á exceção de Wilson e cols (1984), que não faz referência ao uso em seu trabalho.

Uma peça bucal é conectada ao manovacuômetro para permitir adequada execução da técnica. A peça bucal utilizada pode afetar significativamente as medidas de das pressões respiratórias máximas. Existem basicamente dois

tipos de peças bucais: uma peça tipo mergulhador cujas abas podem ser de diferentes tamanhos e outra tubular de plástico rígido com diâmetro interno largo (variação entre de 2,8 a 4,0 cm) (Figura 2). A peça bucal tubular de diâmetro interno largo apresenta medidas superiores de P_{Imáx} e P_{Emáx} na maioria dos trabalhos realizados. A peça do tipo mergulhador pode apresentar fuga de ar e conseqüentemente subestimação dos valores de P_{Emáx}, caso a força dos músculos peri-orais seja superior a força dos músculos expiratórios. (BLACK & HYATT, 1969; RUBINSTEIN e cols, 1988; TULLY e cols, 1997; RODRIGUES F, 2000)



Figura 2- Tipos de bocal. Esquerda: mergulhador. Direita: tubular (De: Alexandre BA e cols. In: Rodrigues-Machado MG. Bases da Fisioterapia Respiratória: Terapia Intensiva e Reabilitação. Guanabara Koogan. 2008; 115)

A avaliação das pressões respiratórias máximas é dependente da cooperação e motivação do paciente. Visualizar o manômetro possibilita aumento de motivação por parte do examinado com conseqüente melhora na compreensão

do procedimento e na resposta numérica de valores (HAMNEGARD e cols, 1994).

A falta de padronização da técnica dificulta a avaliação dos estudos realizados. Atualmente o aprendizado exerce efeito nítido sobre os resultados alcançados. À medida que o indivíduo realiza sucessivos esforços o valor médio das pressões aumenta. Em pacientes com limitação ao fluxo aéreo o valor médio mais elevado costuma ser obtido à partir da 9ª manobra. Em vinte manobras realizadas Fiz e cols (1989) demonstraram que os maiores valores de pressões estavam entre a nona e décima medida, verificando assim um efeito de aprendizagem.

Enright e cols, 1994, avaliaram pressões respiratórias máximas, realizando uma média de 3 a 5 manobras, com o objetivo de obterem as duas melhores com uma reprodutibilidade inferior ou igual a 10%. Esses autores verificaram um efeito de aprendizado até a quinta manobra, não sendo esse efeito significativo nas manobras subseqüentes.

Para efeito prático e por ser, às vezes impraticável um número superior de manobras em pacientes, tem-se utilizado 3 a 5 manobras, obtendo-se 3 manobras aceitáveis (duração de pelo menos 2 segundos e ausência de vazamentos (SMYTH e cols, 1984; HAMNEGARD e cols, 1994). Entre as manobras aceitáveis deve haver pelo menos 2 manobras reprodutíveis (diferença entre as duas superiores menor que 5%). Um repouso de no mínimo um minuto entre as manobras deve ser respeitado, para melhor equalização

dos volumes e conseqüentemente das pressões máximas (RODRIGUES F e cols, 2000).

São muitos os fatores que interferem nas pressões respiratórias máximas: sexo, idade, altura, peso, capacidade de trabalho muscular ou preparação física, força de retração elástica do sistema respiratório, fatores genéticos e ambientais, tabagismo, hábitos alimentares, grau de cooperação e motivação e capacidade de coordenação da manobra e ativação muscular (CHEN e cols, 1989; GAULTIER e cols, 1995; LEECH e cols, 1983; MCELVANEY e cols, 1989; RENDAS e cols, 1996; SHARDONOFKY e cols, 1989; VINCKEN e cols, 1987). Sexo e idade constituem os dois fatores que mais afetam as pressões respiratórias máximas. Tipos de bocal e diferentes populações estudadas são dois dos fatores que contribuíram para a variabilidade dos resultados obtidos por diferentes autores. O estudo dessas variáveis permitiu elaboração de diferentes equações de referência em diferentes faixas etárias e sexo.

Black e Hyatt (1969), avaliaram 120 homens e mulheres saudáveis entre 20 e 86 anos de idade. Esse autores não observaram regressão da $P_{Imáx}$ e da $P_{Emáx}$ em pacientes com idade inferior a 55 anos. Por outro lado, em indivíduos acima de 55 anos, a $P_{Emáx}$ no grupo masculino e a $P_{Imáx}$ no grupo feminino diminuíram com a idade. Esses autores elaboraram equações de referência que são utilizadas atualmente em grupos de pesquisa com essa faixa etária.

CAMELO e cols (1985) avaliaram 60 adultos normais (30 homens e 30 mulheres), com 10 homens e 10 mulheres em cada década de 20 a 49 anos. Os valores das pressões respiratórias máximas foram significativamente maiores nos homens que nas mulheres. Os valores de PEmáx foram 249 ± 33 cmH₂O nos homens e 155 ± 35 cmH₂O nas mulheres ($p < 0,001$). Os valores de Plmáx foram 131 ± 28 cmH₂O nos homens e 95 ± 28 cmH₂O nas mulheres ($p < 0,001$). No grupo analisado não foi observado regressão significativa das pressões respiratórias máximas com a idade.

BRUSCHI e cols (1992) avaliaram as pressões respiratórias máximas em 625 indivíduos (266 do sexo masculino e 359 do sexo feminino), clínica e funcionalmente normais. A PEmáx foi avaliada a partir da CPT e da CRF, enquanto a Plmáx foi avaliada a partir nível do VR e CRF. Os valores de PEmáx foram significativamente superiores aos de Plmáx. As pressões nos indivíduos do sexo feminino foram significativamente inferiores as encontradas no sexo masculino. Uma análise de regressão linear foi realizada para definir equação de normalidade para os quatro parâmetros (PEmáx a partir da CPT e CRF, Plmáx a partir do VR e da CRF).

AGUILAR e cols, 1996, realizaram uma pesquisa com homens saudáveis (idade média entre $26,2 \pm 3,2$ anos), não fumantes, com o objetivo de avaliar as variações de Plmáx e PEmáx durante um período de 12 horas. Esses indivíduos foram submetidos a testes espirométricos simples e mensuração de Plmáx e PEmáx três vezes ao dia (8, 14 e 21h), em um mesmo dia. Não foram observadas variação significativa da medida das pressões respiratórias

máximas em momentos diferentes do dia. Apesar de ter sido encontrada uma pequena diminuição da $PI_{máx}$ não foram resultados estatisticamente significantes.

Wilson e cols, 1984, realizaram estudos tanto em adultos quanto em crianças. Avaliaram as pressões respiratórias máximas em 370 adultos e crianças normais, sendo 48 homens com idade média de $34,7 \pm 14,87$, 87 mulheres com idade média de $36,8 \pm 13$, 137 meninos com idade média de $11,1 \pm 2,2$ e 98 meninas com idade de média de $11,6 \pm 2,5$. A PI_{max} e PE_{max} foram significativamente menores em meninas do que em meninos, sendo as médias 83% da PI_{max} e 83% da PE_{max} dos valores obtidos para os meninos. Tanto para adultos quanto para crianças os valores obtidos para PI_{max} foram menores que para PE_{max} ($PI_{max} = 79\%$ da PE_{max}).

Com o objetivo de contribuir para o estabelecimento de valores previstos de força muscular para a população brasileira, em especial de cidades do estado do Rio Grande do Sul (Panambi e Cruz Alta), Schmidt e cols (1999), avaliaram a $PI_{máx}$ e $PE_{máx}$ em 672 crianças e adolescentes entre 6 e 14 anos ($10 \pm 2,7$ cmH_2O), sendo 343 do sexo masculino e 329 do sexo feminino. Esses autores avaliaram a relação dessas pressões máximas com o sexo, idade, peso, altura, área de superfície corporal (ASC), índice de broca (IB) e índice de massa corporal (IMC). Esses autores encontraram pressões respiratórias máximas significativamente menores em meninas que em meninos da mesma idade. Os maiores valores encontrados de $PI_{máx}$ e $PE_{máx}$ em ambos os sexos, foi na

faixa etária de 14 anos. Na faixa etária estudada, não existiu diferença significativa entre $P_{Imáx}$ e $P_{Emáx}$ em indivíduos do mesmo sexo e idade.

O comprimento dos músculos respiratórios e conseqüentemente sua força de contração são influenciados pelo volume pulmonar. Quanto mais alongada estiver a fibra muscular maior capacidade será sua capacidade de gerar pressão. Desse modo, As medidas de $P_{Imáx}$ e $P_{Emáx}$ são maiores quando medidas a partir do VR e da CPT, respectivamente (Black & Hyatt, 1969; Ringqvist e cols, 1966; ROCHESTER e cols, 1988).

Rubinstein et al, (1988), diferentemente, determinaram a P_{Emax} ao nível da capacidade residual funcional, alegando que a esse nível, a pressão de recolhimento elástico do sistema respiratório é zero, sendo a P_{Emax} assim determinada, a pressão real dos músculos respiratórios. Além disso consideraram esse parâmetro de maior utilidade clínica do que a P_{Emax} medida a partir da CPT, pois não requer colaboração adicional por parte do examinado.

O aumento do volume pulmonar (síndromes obstrutivas com hiperinsuflação pulmonar) desloca o diafragma caudalmente reduzindo seu comprimento de repouso e conseqüentemente sua capacidade de gerar pressão, podendo alterar a $P_{Imáx}$. Geralmente a hiperinsuflação acarreta o encurtamento de todos os músculos respiratórios sendo o diafragma e os intercostais os músculos mais comprometidos. Em síndromes restritivas (redução do volume

pulmonar) uma PEmax reduzida pode ser devido ao fato dos músculos expiratórios não se encontrarem em seu comprimento ótimo (ROCHESTER e cols, 1988). Nesses casos é conveniente expressar todos os volumes pulmonares como porcentagem da CPT predita e as pressões respiratórias como porcentagem de seus valores máximos.

O padrão respiratório utilizado também altera a medida das pressões respiratórias máximas. Tzelepis e cols (1997) e Zakyntinos e cols (1999) demonstraram que a pressão dinâmica expiratória e inspiratória gerada durante os esforços de ins/expiração podem ser aumentadas imediatamente se a contração dos músculos respiratórios for procedida por uma contração rápida dos músculos antagonistas.

A postura corporal pode influenciar o padrão respiratório, como demonstra a literatura. A posição sentada é recomendada para medidas de PImax e PEmax apesar de muitos pacientes serem testados em pós-operatório em posição semi-sentada. Koulouris e cols (1989) examinaram os efeitos da postura sobre as pressões respiratórias em posições sentada, semi-supina e supina, e concluíram que a postura em decúbito reduz significativamente as pressões respiratórias geradas na boca. Esses autores atribuíram este fato ao melhor recrutamento, ativação e coordenação de diferentes grupos musculares na posição assentada, sendo submáximas na posição de decúbito. NG GY e Stokes (1991) avaliaram essas pressões nas posições sentada e semi-supina à 40 graus com o eixo horizontal, em pacientes normais e não encontraram

diferenças significativas. Esse achado sugere que essas medidas possam ser realizadas em pós-operatórios de cirurgias torácicas em semi-decúbito sem interferência da posição do corpo. Fiz e cols, 1990, compararam as pressões respiratórias máximas obtidas nas posições ereta e sentada e não encontraram diferenças significativas. Heijdra e cols, 1994, compararam essas pressões em doentes com DPOC obtidas nas posições sentada e deitada e encontraram valores superiores na posição sentada.

5.3 -Avaliação da endurance dos músculos respiratórios

A *endurance* dos músculos respiratórios é definida como a habilidade de resistir ao estresse (sobrecarga inspiratória), induzido por uma atividade e por um período prolongado de tempo. (Pardy e cols, 1985; ATS, 2002)

A endurance, ou resistência, é influenciada pelo suprimento sanguíneo, composição das fibras e exigências de débito, relacionadas a carga imposta a musculatura (FIZ e cols, 1998). Além desses fatores, a endurance dos músculos respiratórios depende também da força e duração da contração, da frequência respiratória, do fluxo inspiratório e do desempenho mecânico muscular.

A avaliação da *endurance* da musculatura respiratória representa procedimento importante para avaliação funcional dos músculos respiratórios.

Os músculos respiratórios são conhecidos por exibirem adaptações similares à musculatura esquelética a programas de treinamento. Segundo Ferrer e cols

(2000) está bem estabelecido que o treinamento da endurance em animais, resulta em aumento significativo na atividade da enzima mitocondrial e no substrato da enzima antioxidante no diafragma costal. Foi observado ainda pequeno aumento na capacidade oxidativa e antioxidativa ao treinamento de longa duração e de intensidade moderada a alta, no diafragma crural.

O treinamento muscular envolve imposição de carga à musculatura esquelética para obtenção de adaptações ou modulações como hipertrofia de fibra muscular (treinamento de força) ou aumento da capacidade oxidativa, tornando as fibras resistentes à fadiga (treinamento de endurance). Os princípios básicos de qualquer treinamento são carga, especificidade e reversibilidade (ATS, 2002). Para o primeiro, mudanças estruturais de fibras musculares esqueléticas e aumento de função devem ser trabalhadas com cargas acima de um determinado nível crítico. O princípio da especificidade significa que diferentes estímulos para adaptação determinam a natureza de mudanças na musculatura agindo sobre elementos específicos da mesma. A reversibilidade sentença que o efeito do condicionamento declina após o término do treinamento (DeLATEUR e cols, 1976; ENRIGHT e cols, 1994; ATS, 2002).

Treinamento de *endurance* dos músculos respiratórios podem ser alcançados por programas de condicionamento específicos e não específicos. O não específico corresponde a programas de condicionamento para todo o corpo que refletem em melhora de performance da musculatura respiratória. O treinamento específico de *endurance* da musculatura respiratória pode ser mensurado por Ventilação Voluntária Máxima Sustentada ou Hiperpnéia

Isocápnica Voluntária e através de aparelhos de carga externa (resistores lineares e alineares). O primeiro é realizado em laboratórios de função pulmonar e requer aparatos específicos, não utilizados na prática clínica diária. Os resistores alineares, com resistências (orifícios) em diferentes diâmetros, sofrem influência do padrão respiratório adotado pelo paciente, alterando a resistência e a carga aplicada aos músculos inspiratórios. A pressão inspiratória gerada depende do tamanho do orifício e da taxa de fluxo inspiratório. Os resistores lineares são os utilizados em pesquisa científica, buscando fidedignidade e reprodutibilidade de dados, com minimização de interferências que possam influenciar no resultado.

A hiperpnéia isocápnica voluntária constituiu o primeiro teste de endurance dos músculos respiratórios descrito na literatura. Nesse teste o paciente respira com altos volumes e freqüência respiratórias em condições isocápnicas. Esse teste é dependente da ventilação máxima que um indivíduo pode sustentar em um minuto. Não existem cargas ventilatórias, a não ser a resistência intrínseca e elástica do sistema respiratório. Belman et al (1980) demonstraram que indivíduos jovens assintomáticos são capazes de sustentar de 75 a 80% da ventilação voluntária máxima e pessoas idosas de 60 a 65%. A ventilação voluntária máxima é influenciada por idade, sexo, força dos músculos respiratórios, velocidade do fluxo respiratório e resistência de via aérea.

Duas categorias dividem os aparelhos de carga externa existentes no mercado para avaliação de *endurance*: resistência alinear e linear. Em resistores alineares os indivíduos respiram contra orifícios de diferentes tamanhos. O

padrão respiratório altera a resistência e a carga aplicada aos músculos inspiratórios, ou seja, o aumento da taxa de fluxo aumenta a resistência inspiratória. A pressão inspiratória gerada depende do tamanho do orifício e da taxa de fluxo inspiratório (Belman e cols, 1986). Esses problemas podem ser solucionados por resistores lineares, os quais apresentam uma válvula calibrada, cuja vantagem consiste em não depender do fluxo para alterar a pressão em cada inspiração.

Nos resistores lineares o indivíduo gera uma pressão limite pré-determinada a cada respiração capaz de abrir a válvula e permitir fluxo aéreo. Nickerson e Keens, 1982 definiram uma técnica de medida de endurance dos músculos inspiratórios em um aparelho de resistência linear no qual foi utilizado um sistema de pesos como válvula inspiratória. O teste inicial desses autores consistiu em uma série de medidas. A carga inicial foi de 90% da PI_{max} , com redução gradativa de 5% até que o indivíduo fosse capaz de sustenta-la por dez minutos. Pessoas não treinadas foram capazes de sustentar aproximadamente 68% da $PI_{máx}$ (NICKERSON e cols, 1982).

Na avaliação da *endurance* dos músculos respiratórios pelo método de resistência linear dos autores relacionados acima, a resistência gerada no aparelho independe do fluxo inspiratório do paciente. No aparelho utilizado para tal fim, o paciente é obrigado a gerar uma pressão limite pré-determinada a cada respiração para abrir a válvula e permitir o fluxo aéreo (Figura 3). Nesse tipo de avaliação promove-se aumento sucessivo da carga imposta (pressão pré-determinada no aparelho) em intervalos de tempo regular, até que o

paciente consiga atingir uma carga máxima. Esse tipo de teste é considerado teste máximo. O teste submáximo da *endurance* dos músculos respiratórios pode ser determinado a partir da carga máxima atingida no teste máximo. O tempo que o paciente consegue sustentar entre 70% a 80% da carga máxima é considerado teste submáximo. (NAVA e cols, 1992; SETTE e cols, 1997)



Figura 3- Treinador muscular IMT

A medida da $P_{\text{Imáx}}$ também pode servir como referencial para avaliação da *endurance* dos músculos respiratórios. A *endurance* é determinada pelo intervalo de tempo que o paciente respira contra uma pressão estabelecida a partir da $P_{\text{Imáx}}$ (GRASSINO e cols, 2002)

O teste de Nickerson e Keens é considerado por alguns autores de reprodutibilidade menor que a adequada, devido a variabilidade do padrão respiratório e da pressão inspiratória média. A medida de *endurance* é

considerada uma função do padrão respiratório e o aumento de fluxo inspiratório diminuem o tempo limite (TLim) ou tempo de endurance (CLANTON e cols, 1985). McCoal e cols, 1986, afirmam que o fluxo inspiratório está relacionado com a contração diafragmática, ou seja, com a velocidade de encurtamento do músculo, que é uma das determinantes de consumo de energia muscular.

Jonhson e cols, 1996, compararam um sistema de êmbolo de pesos que seguia os princípios de Nickerson e Keens com o treinador de resistência linear (Threshold ®). Esses autores afirmam que durante a carga linear inspiratória o fluxo para indivíduos normais é de aproximadamente 60L/min. Durante a utilização do treinador Threshold ® nesses indivíduos a queda na pressão a baixos fluxos não é relevante. Posteriormente esses autores estabeleceram um protocolo com carga linear progressiva sustentável por dois minutos. A técnica consistiu em aumentos progressivos de pressão de 5 cmH₂O a cada dois minutos, com pressão inicial de 10 cmH₂O, a qual era interrompida quando o indivíduo não mais conseguia abrir a válvula pressórica por duas incursões respiratórias consecutivas (JONHSON e cols, 1997).

Mckenzie e Gandevia realizaram outra medida de endurance da musculatura respiratória com carga pressórica sustentável máxima. Em relação a resistência muscular inspiratória, o indivíduo realizava doze contrações estáticas máximas (P_Imax) sob uma via aérea ocluída, por 15 segundos, com sete segundos e meio de repouso entre as contrações. O índice de resistência era determinado pela relação entre a melhor pressão gerada nas duas últimas

e nas três primeiras contrações. Indivíduos assintomáticos podem sustentar aproximadamente 78% da P_Imax. Uma desvantagem desse teste é que a endurance durante as contrações isométricas pode ser influenciada pela capacidade anaeróbica dos músculos devido o fluxo sanguíneo se encontrar ocluído durante essas contrações.

Martyn e cols,1987, utilizou resistência inspiratória linear com aumentos progressivos para medir a performance dos músculos inspiratórios. O indivíduo inspirava por um aparelho similar ao construído por Nickerson e Keens, o qual era graduado em 30% da P_Imax. A carga era aumentada, a cada dois minutos, de 5 a 10% dessa P_Imax. A maior carga mantida por dois minutos era registrada. Esses autores relataram que com o aumento progressivo da carga (55 a 95%) ocorreu queda na ventilação minuto e no tempo inspiratório, além de aumento progressivo no consumo de oxigênio e da pressão expiratória de dióxido de carbono. Clanton e Diaz acredita que essa técnica não é específica para a endurance dos músculos respiratórios, pois reflete uma combinação de força e endurance, apesar de bem tolerada e de ser reprodutível da função muscular respiratória.

Nava e cols,1992, avaliaram o efeito de um B₂ agonista (broxaterol) sobre a força e endurance da musculatura respiratória em pacientes com DPOC. A força foi avaliada através da pressão inspiratória máxima á CRF e o tempo de endurance foi determinado pela duração de tempo que o indivíduo conseguia respirar contra uma resistência de 70% da P_Imax. Esses autores não observaram mudança significativa de força da musculatura respiratória, tendo

evidenciado um aumento de endurance após administração do medicamento. Eles concluíram que o medicamento aumentou significativamente a endurance da musculatura respiratória na amostra estudada.

Sette e cols (1997) com base no estudo anterior, avaliaram força e endurance em função dos testes de função pulmonar, de 20 crianças asmáticas sintomáticas. A endurance também foi avaliada com 70% da P_Imax. P_Imax e IMC se correlacionaram com a idade, ao contrário da endurance. A reprodutibilidade de P_Imax e endurance foi pobre nesse estudo

A pressão positiva expiratória final externa (PEEPe) previne o colapso das vias aéreas distais, aumenta o tempo expiratório e reduz a hiperinsuflação dinâmica, em pacientes com DPOC. Thompson e cols (2000) avaliaram o efeito da PEEPe sobre o índice tempo-tensão dos músculos inspiratórios (ITT_{musc}), em voluntários saudáveis e pacientes com DPOC. Esses autores observaram que o ITT_{musc} diminuiu em ambos os grupos, devido ao aumento do tempo expiratório. Em contraste com o grupo de DPOC, os voluntários saudáveis aumentaram a pressão inspiratória e a CRF, minimizando o declínio do ITT_{musc}. Esse achado sugeriu que a sobrecarga expiratória reduziu o potencial para a fadiga dos músculos inspiratórios, sem aumentar a CRF e a pressão inspiratória em pacientes com DPOC.

A PEEPe pode ser utilizada como coadjuvante na melhora do desempenho da musculatura respiratória de pacientes com DPOC. Romualdo e cols (2006) compararam os efeitos da utilização de diferentes níveis de PEEPe (aplicada

pelo sistema de selo d'água) durante a avaliação de endurance dos músculos inspiratórios de pacientes ambulatoriais com DPOC. Esses autores demonstraram que a utilização da PEEPe de 5 cmH₂O aumentou significativamente a endurance dos músculos inspiratórios. Esses resultados sugerem que os efeitos da PEEPe de prevenir o colapso a das vias aéreas distais, aumentar o tempo expiratório e reduzir a hiperinsuflação melhoraram a performance dos músculos respiratórios.

A endurance dos músculos expiratórios tem sido pouco estudada quando comparada à endurance dos músculos inspiratórios. Esses músculos além de apresentarem importante papel na tosse e serem sinergistas do diafragma são capazes de diminuir a sobrecarga dos músculos inspiratórios.

A capacidade de gerar um esforço expiratório máximo tem papel importante nas atividades não-ventilatórias como a tosse, fala e deglutição. Essas funções são importantes, principalmente, nas doenças neuromusculares..

5.4- Teste de Caminhada de Seis Minutos (TC6 min)

5.4.1-Avaliação da capacidade funcional

A capacidade funcional ventilatória tem sido avaliada por diferentes métodos e técnicas . Esse teste visa mensurar o grau de inabilidade física na realização de atividades cotidianas, como realizar uma caminhada (RODRIGUES, 2003)

A avaliação da tolerância ao exercício determina a capacidade funcional de um indivíduo, podendo limitar atividades de vida diária. O consumo máximo de oxigênio ($VO_2\text{max}$) constitui um dos indicadores mais importantes da capacidade de realizar exercício de alta intensidade. (ROSTAGNO e cols, 2003). Há vários testes disponíveis para mensuração não invasiva da capacidade física e funcional, sendo que alguns permitem a medição direta de vários componentes metabólicos. Desses a ergoespirometria computadorizada é o que possibilita avaliar de maneira precisa a capacidade cardiorespiratória e metabólica através da medida direta do VO_2 máximo e da determinação dos limiares ventilatórios, estabelecendo uma estratificação de riscos. (RANDON, 1998). Acesso difícil e alto custo desses testes, fazem com que os testes de esforço convencionais e de medição indireta de $VO_2\text{max}$ sejam os mais utilizados na avaliação da capacidade funcional. Portadores de doenças cardíacas e pulmonares podem apresentar muita dificuldade para realizar o teste máximo ergoespirométrico. Os sintomas de limitação ao exercício podem não refletir a atividade habitual, e a medida de pico de consumo de oxigênio (pVO_2) pode não representar a capacidade funcional diária de forma confiável (O'KEEFFE e cols, 1998).

Testes de esforço para avaliação da capacidade funcional devem ser escolhidos baseados em questões clínicas a serem estudadas. Algumas modalidades são mais simples de serem executadas fornecendo informações básicas enquanto outras, com maior grau de complexidade, são capazes de monitorização completa dos sistemas envolvidos. Os testes de esforço em ordem de complexidade constituem: escada, teste de caminhada de seis

minutos (TC6 min), *shuttle test*, asma induzida por exercício, teste de estresse cardíaco (protocolo de Bruce, Ellestad, Balke, Harbor, Astrand) e teste de exercício cárdio-respiratório (ATS, 2002).

Testes de esforço físico podem ser considerados máximos ($FC_{m\acute{a}x}=220-$ idade) ou sub-máximos ($FC=195-$ idade), diretos ou indiretos (com utilização de esteira, bicicleta) e como de corrida e bancos (STEELE, 1996). A escolha do teste ideal para um determinado grupo dependerá de condições clínicas do indivíduo a ser analisado, custo e objetivos.

O teste de exercício máximo é considerado padrão ouro para avaliação da capacidade aeróbica máxima. Esse teste desencadeia dor, fadiga e exaustão, necessitando de uma monitorização adicional. Os testes sub-máximos, também são considerados bons avaliadores, por conseguirem superar algumas limitações. O TC6m avalia a resposta ao exercício de forma integrada e global por parte de todos os sistemas envolvidos na atividade física (circulações periférica e sistêmica, hemodinâmica, unidade neuromuscular, metabolismo muscular e sistemas pulmonar e cardiovascular) (STEELE, 1996; ATS, 2002).

O TC6min não determina o $VO_2m\acute{a}x$, não diagnostica a causa de dispnéia no esforço ou avalia causas e mecanismos de limitação ao exercício (ATS, 2002). Dificuldade de monitoração de respostas fisiológicas (metabólicas e ventilatórias), indivíduos com disfunção de membros inferiores e subestimação da capacidade funcional de pessoas bem condicionadas constituem algumas das desvantagens da utilização desse teste (HAMILTON, 2000).

Durante o exercício a limitação ao fluxo aéreo resulta em respiração em volumes pulmonares elevados (hiperinsuflação dinâmica), o que aumenta o trabalho elástico. Pacientes com asma referem dispnéia maior durante a inspiração, e podem apresentar redução de capacidade funcional, com graus variados de influência em sua atividade de vida diária (O'DONNEL, 1996; SOLWAY, 2001)

Tendo em vista a importância da asma e o número cada vez maior de indivíduos acometidos, esse estudo visa contribuir para o conhecimento de condições importantes como força e *endurance* dos músculos respiratórios e a capacidade funcional, esclarecendo seu real papel numa doença de tal magnitude.

5.4.2-Aplicação do teste de caminhada de 6 minutos

O teste de caminhada de seis minutos (TC6min) é tido como simples, de baixo custo, sendo considerado um teste submáximo, para avaliação da capacidade funcional e o que melhor representa atividades de vida diária (Enright, 2004) . O TC6 min avalia a resposta ao exercício de forma integrada e global por parte de todos os sistemas envolvidos na atividade física, sem, contudo fornecer informações específicas de cada órgão, como no teste cárdio-pulmonar máximo, considerado padrão ouro para avaliação da capacidade aeróbica máxima (STEELE, 1996; ATS, 2002)

O teste de caminhada de seis minutos avalia a capacidade funcional ou a habilidade de empreender atividades de vida diária. A distância percorrida no intervalo pré – determinado tem mostrado prever morbidade e mortalidade, correlacionando-se com algumas medidas de função pulmonar em repouso (MAK *et al*, 1993; McGAVIN *et al*, 1976, BITTNER, 1993; SHAH, 2001).

O teste de caminhada de seis minutos foi adaptado do teste de corrida de 12 minutos, descrito originalmente por Cooper em 1968 para avaliar pessoas saudáveis. O indivíduo era estimulado a correr 12 minutos para que fosse determinada a relação entre aptidão física e VO_2 máx. (ENRIGHT, 2003; SOARES, 2004). Esse teste vem sendo adaptado para ser aplicado em pacientes portadores de doenças, muito utilizado para avaliar a capacidade física de pacientes com patologias cardíacas e pulmonares, bem como para avaliar a capacidade submáxima de exercício (ENRIGHT, 2003)

O teste submáximo de esforço tem sido considerado uma boa opção de avaliação funcional por superar algumas limitações e minimizar desconfortos como dor, fadiga, exaustão e exigência de monitorização adicional. Constitui um teste de fácil realização pelas crianças asmáticas, com sua devida monitorização, buscando uma percepção global dos sistemas envolvidos na atividade física (circulação periférica e sistêmica, hemodinâmica, unidade neuromuscular, metabolismo muscular e sistemas pulmonar e cardiovascular). Não determina VO_2 max, não diagnostica a causa de dispnéia no esforço ou avalia causas e mecanismos de limitação ao exercício. (ATS, 2002)

O TC6min tem sido o teste de caminhada mais pesquisado e bem estabelecido, mostrando que sua confiabilidade vem concentrando-se em efeito de encorajamento, testes seriados e horário de realização do teste (SOLWAY e cols, 2001; ATS, 2002).

O propósito para realização do teste em crianças é o mesmo que de adultos. Butler e cols (1984), em um dos primeiros estudos realizados em crianças, utilizaram o teste de caminhada para avaliar o índice de custo fisiológico (frequência cardíaca durante a caminhada – frequência cardíaca de repouso) / (velocidade média/ min) em crianças de 3 a 12 anos em duas situações. Esses autores demonstraram que o índice de custo fisiológico com as crianças calçadas era menor que as crianças que caminhara sem o uso de sapatos.

Achados de reprodutibilidade e confiabilidade do teste em crianças na última década asseguram a realização do mesmo (SAFRIT, 1990; GULMANS e cols, 1996; LI e cols, 2005, OLIVEIRA, 2007). Li e cols (2005) demonstraram a validade e a confiabilidade do TC6min em crianças chinesas saudáveis com idade de $14,2 \pm 1,2$ anos, visando avaliar a performance e a capacidade funcional.

Crianças apresentam um padrão singular de mudanças no organismo, podendo mudar seu desempenho físico e emocional e alterar respostas fisiológicas durante a prática de exercício físico. A criança convive com mudanças fisiológicas e alteração de sistemas como, fase de crescimento, desenvolvimento e maturação sofrendo influências relacionadas à genética e a

fatores extrínsecos: nível de atividade física, composição corporal, estado nutricional, condição sócio-econômica, cultura, gênero, etnia, clima e localização geográfica (MANNING e cols, 2000).

Tendo em vista a impossibilidade de realização de testes de esforço máximo, seja por custo ou por gravidade de doenças, aumenta a importância da realização do TC6min na prática clínica.

Várias pesquisas têm sido realizadas utilizando o TC6min para crianças e adolescentes com doenças associadas à disfunção física. São escassos estudos que incluam grupos de indivíduos saudáveis para o estabelecimento de equações de referência nessa última faixa etária.

Existem algumas equações de referência para a distância percorrida publicadas na literatura para adultos (ENRIGHT & SHERRILL, 1998; GIBBONS e cols, 2001).

Em 2007 foi realizada e apresentada uma dissertação de Mestrado na UFMG, intitulada EQUAÇÃO DE REFERÊNCIA PARA O TESTE DE CAMINHADA DE 6 MINUTOS EM CRIANÇAS E ADOLESCENTES SAUDÁVEIS junto ao Departamento de Pediatria propondo uma equação de referência para crianças e adolescentes. Foram avaliados 102 crianças e adolescentes saudáveis em um colégio privado de Belo-Horizonte, mostrando pela primeira vez uma equação de referência para a predição da distância caminhada no TC6min em crianças e adolescentes saudáveis. Variáveis intervenientes de idade, índice de

massa corporal e gênero foram as que melhor explicaram a distância percorrida. Equações para adultos possuem predição em torno de 40% e a encontrada nessa dissertação foi de 24%. A própria autora sugere que outros estudos precisam ser realizados para validação dessa equação e outras variáveis precisam ser testadas para aumentar seu poder de explicação. (OLIVEIRA AC, 2007)

Intolerância ao exercício constitui um dos muitos fatores responsáveis por limitações de atividade de vida diária de indivíduos com obstrução ao fluxo aéreo (ATS, 2006). Programas de exercícios físicos concomitante a treinamento específico da musculatura respiratória podem melhorar o desempenho funcional desses indivíduos.

Nos últimos anos, tem-se intensificado estudos relacionando avaliação da capacidade funcional em crianças com diferentes doenças. Barst e cols, (2002) observaram uma melhora de tolerância ao exercício através do TC6min pré e pós uso de sitaxsentan em 6 crianças e 14 adultos com hipertensão arterial pulmonar. Nixon e cols (1996) demonstraram a eficácia do teste para avaliar a tolerância a exercícios praticados por crianças gravemente doentes, candidatas a transplantes cardíaco, pulmonar ou ambos ao compará-lo com o teste de esforço progressivo. Esses autores demonstraram forte correlação entre o VO_2 máx e a distância caminhada ($r=0,70$; $p=0,01$), sugerindo ser o TC6min um bom método alternativo para avaliação da capacidade funcional de indivíduos gravemente doentes.

O TC6min de seis minutos avalia a capacidade funcional ou a habilidade de empreender atividades de vida diária. A distância percorrida no intervalo pré-determinado tem mostrado predizer morbidade e mortalidade, correlacionando-se com algumas medidas de função pulmonar em repouso (MAK e cols, 1993; McGAVIN e cols, 1976, BITTNER, 1993; SHAH, 2001).

O TC6min foi considerado por Bittner e cols (1993) um forte preditor de mortalidade em pacientes com insuficiência cardíaca leve a moderada independente de sexo, idade, etiologia e classe funcional. Esses autores com avaliação de 898 pacientes com disfunção no ventrículo esquerdo ou evidência radiológica de congestão pulmonar, com acompanhamento por período médio de 242 dias, demonstraram que a mortalidade foi 10,23% em pacientes que caminharam menos que 350 metros, comparando com os 2,99% ($p < 0,01$) dos pacientes que caminharam mais de 450 metros. A fração de ejeção e/ou a distância caminhada foram preditores independentes de mortalidade ou hospitalização (BITTNER e cols, 1993; CAHALIN e cols, 1996; LUCAS e cols, 1999; ROUL e cols, 1998; SHAH e cols, 2001)

Diferentes estudos têm enfatizado o efeito do aprendizado e da motivação em relação aos resultados apresentados durante o teste, principalmente se repetidos em curto espaço de tempo. Alguns autores acreditam que a realização do teste em dias consecutivos é suficiente para controlar efeitos de aprendizagem, sugerindo que após a realização de dois testes chega-se a um platô, não havendo diferença significativa entre os testes realizados posteriormente (McGAVIN e cols, 1976; REDELMEIER e cols, 1997). Outros

acreditam não ser sempre necessário a realização de dois testes, devido a sua grande reprodutibilidade (Pires e cols, 2007).

Idade e piora de estado de saúde tem demonstrado influenciar negativamente a capacidade funcional de idosos, com resultante redução de distância caminhada observada em testes de caminhada (VERRIL e cols, 2003)

O TC6 avalia as respostas ao exercício de todos os sistemas envolvidos na atividade física (circulação periférica e sistêmica, hemodinâmica, metabolismo muscular, sistemas pulmonar e cardiovascular) e constitui um teste submáximo de avaliação funcional prático e com menores probabilidades de desconfortos (ATS, 2006).

6 – OBJETIVOS:

Objetivo geral:

Comparar a força e *endurance* da musculatura respiratória e a capacidade funcional em crianças e adolescentes saudáveis e asmáticos.

Objetivos específicos:

Avaliar e comparar a força da musculatura respiratória em crianças e adolescentes saudáveis e asmáticos.

Avaliar e comparar *endurance* da musculatura respiratória em crianças e adolescentes saudáveis e asmáticos.

Confecção de um protótipo para avaliação *endurance* da musculatura respiratória

Avaliar e comparar a capacidade funcional, pelo TC6min, em crianças e adolescentes saudáveis e asmáticos.

Avaliar a reprodutibilidade do TC6min em crianças e adolescentes saudáveis e asmáticos.

Avaliar o índice de custo fisiológico do TC6min em crianças e adolescentes saudáveis e asmáticos.

7- Casuística e Métodos:

7.1 – Delineamento

Trata-se de um estudo caso controle sobre força, *endurance* e capacidade funcional, envolvendo 97 crianças e adolescentes considerados saudáveis e 100 asmáticos.

7.2 - Amostra

Participaram desse estudo 100 crianças e adolescentes com diagnóstico de asma, em uma amostra conveniente, no grupo caso. Várias dessas crianças faziam uso de corticoterapia inalatória ou já haviam feito o uso desse medicamento (crianças asmáticas com provas de função pulmonar normal, obstrução leve, moderada e grave). As crianças e adolescentes apresentavam-se na faixa etária de 6 a 14 anos, sendo 64 do sexo masculino ($11,02 \pm 2,13$ anos) e 36 do sexo feminino ($10,25 \pm 1,99$ anos), provenientes do ambulatório de pneumologia pediátrica do Hospital das Clínicas, local de sua avaliação.

Noventa e sete crianças e adolescentes saudáveis, com faixa etária correspondente ao grupo asmático, eram provenientes da Escola Estadual Professor Bolívar de Freitas. Após análise de ficha médica de cada criança avaliada, foi realizada uma avaliação fisioterápica detalhada pela pesquisadora, descartando qualquer outra comorbidade associada. Esse estudo foi realizado na própria Escola Estadual Professor Bolívar de Freitas.

Os participantes foram divididos em grupos de acordo com sexo e IMC, recebendo uma classificação de acordo com o valor do IMC do National Center of Health Statistics (NCHS).

Foi aplicado um questionário de acordo como ISAAC (International study of asthma and allergies in childhood steering comitte) no grupo asmático e o consentimento livre e esclarecido assinado pelos pais e pelas crianças.(anexo 3)

Em relação aos parâmetros espirométricos, a taxa de normalidade da relação VEF_1/CVF utilizada para o grupo controle foi superior a 86% (EIGEN, 2001, GINA, 2007;).

Esse estudo teve início após esclarecimento e consentimento, por escrito dos pais ou responsáveis dos participantes, contendo os objetivos, métodos, riscos, importância e benefícios da pesquisa - e após aprovação do Departamento de Pediatria e Comitê de Ética da UFMG.(anexo 1 e 2)

7.3 - Critérios de Inclusão:

Participaram desse estudo criança e adolescentes saudáveis e asmáticos com idade entre 6 a 14 anos.

O grupo de asmáticos, dos sexos masculino e feminino, foi constituído de crianças e adolescentes com diagnóstico de asma realizado por pneumologistas do serviço de Pneumologia Pediátrica da UFMG. Os pacientes deveriam apresentar valores de VEF_1/CVF inferiores a 86% (EIGEN, 2001, GINA, 2007;).

O grupo controle, dos sexos masculino e feminino, foi constituído de crianças e adolescentes, sem qualquer doença pulmonar prévia, após verificação de ficha médica individual apresentada pela escola e realização de prova de função pulmonar. Os voluntários deveriam apresentar VEF_1/CVF acima de 86% (GINA, 2007; EIGEN, 2001).

7.4 - Critérios de Exclusão:

Os voluntários do grupo controle apresentaram como critérios de exclusão as doenças pulmonares agudas ou crônicas, deformidades torácicas importantes, doenças neuromuscular, cardiovascular, digestiva, reumatológica, osteoarticular e do aparelho gênito-urinário, síndromes genéticas e crianças com menos de 30 dias de história aguda de infecção de vias aéreas.

Os voluntários do grupo asmático apresentaram os mesmos critérios de exclusão à exceção do diagnóstico de asma.

Os dois grupos apresentaram em conjunto, como critérios de exclusão, qualquer doença que limitasse a realização segura dos testes propostos pelo protocolo e as que não concordassem em participar do estudo.

7.5- Protocolo de avaliação:

Inicialmente foram realizados os testes espirométricos. Após 30 minutos de descanso foram realizadas as medidas de força e *endurance* da musculatura respiratória. A capacidade funcional foi avaliada pelo TC6min, 30 minutos após a avaliação dos músculos respiratórios. Esse teste foi realizado duas vezes com intervalo de 30 minutos entre eles. Por último, foi realizada nova espirometria, após o término do teste de caminhada, para comparação do VEF₁.

7.6- Provas de função Pulmonar:

A espirometria foi realizada no Hospital Bias Fortes e na Escola Estadual Professor Bolívar de Freitas no período da manhã, com temperatura em torno de 27°C. O espirômetro utilizado foi o PB100 Spirometer (Renaissance Spirometry System–PURITAN BENETT), considerado adequado segundo critérios da ATS (American Thoracic Society, 2007).

Os parâmetros analisados foram a capacidade vital forçada (CVF), o volume expiratório forçado de primeiro segundo da CVF (VEF₁), o fluxo expiratório forçado entre 25 e 75% da CVF (FEF_{25-75%}) e o Índice de Tiffeneau (VEF₁/CVF). A postura adotada pelo examinado foi a ortostática, com a cabeça

em posição neutra e fixa, com o uso de um clipe nasal objetivando evitar vazamento de ar durante a expiração. A criança recebeu instruções sobre o procedimento após demonstração da técnica adequada. A mesma foi orientada a realizar uma inspiração máxima à CPT, e a seguir exalar todo o volume de ar pelo bucal do aparelho, em um sopro único e sustentado. Os lábios eram devidamente acoplados ao bocal evitando vazamentos. As medidas esferométricas foram realizadas em número suficiente para assegurar fidedignidade das manobras segundo a ATS. Os valores previstos foram analisados de acordo com as equações de Polgar e Malozi (ATS, 2007).

7.7 - Pressões Respiratórias Máximas:

Para a mensuração das pressões respiratórias máximas, os participantes foram submetidos ao teste de força da musculatura respiratória utilizando-se o manovacúmetro (Mark 8, Ferraris Medical Limited), que tem por finalidade medir pressões positivas (manômetro) e negativas (vacuômetro). Para tanto, o manovacúmetro apresenta dois manômetros de diafragma com intervalo operacional de 0 a +300 cm de H₂O para medida da P_{Imáx} e de 0 a -300 cm de H₂O para medida de P_{Emáx}. O manovacúmetro é constituído de um tubo de material plástico flexível de 20 mm de circunferência, contendo em sua extremidade um bucal de material plástico rígido com diâmetro de 15 mm, e na lateral do bucal um orifício de 10 mm.

O aparelho cumpriu requisitos de controle de qualidade, precisão, reprodutibilidade, facilidade no manuseio e calibração. O manovacúmetro

utilizado nesse estudo foi avaliado pelo CETEC, possuindo calibração garantida pelo INMETRO.

As medidas de pressões respiratórias máximas foram realizadas contra uma via aérea ocluída, de acordo com o protocolo de Enright e cols (1994), seguindo critérios de estudos de Black e Hyatt (1969). A medida foi realizada com o participante assentado a 90 graus com os pés apoiados no chão e com a utilização de um clipe nasal. Para mensuração da P_{Imax} o participante foi orientado a realizar após uma expiração máxima, ou seja, à volume residual (VR), uma inspiração máxima e sem interrupção em um bocal acoplado ao manovacuômetro. O valor do maior esforço realizado, foi registrado no visor do manômetro do aparelho. Para a mensuração da P_{Emax} , o voluntário foi orientado a realizar uma expiração máxima após uma inspiração também máxima, à CPT, sendo a maior medida também registrada no aparelho (RODRIGUES e cols, 2000).

Foram utilizados um máximo de 5 manobras. Para a análise final foi considerado o maior valor, desde que a diferença entre os dois maiores valores não diferisse de 5% (Smyth e cols, 1984; Hamnegard e cols, 1994; (RODRIGUES e cols, 2000).

O aparelho possibilitou ao examinador e voluntário a visualização do manômetro durante a manobra. O estímulo visual é considerado na literatura

importante e influenciador, uma vez que a motivação do paciente pode interferir nos resultados (ENRIGHT, 1994; HAMNEGARD, 1994).

Durante a avaliação das pressões respiratórias máximas foi utilizado o nasoclipe, buscando impedir o escape aéreo e garantir que as pressões medidas fossem em nível da boca. O bucal utilizado foi o do tipo mergulhador, mais universalmente aplicável, seguindo padronizações para seu uso.

Para o cálculo dos valores previstos foram utilizadas as equações de Schmidt e cols (1999) estabelecida para a população brasileira.

7.8 - Mensuração de *Endurance* da musculatura respiratória:

Os participantes foram avaliados em posição assentada, pés apoiados no chão, braços apoiados à frente. Todos mantiveram frequência respiratória máxima de 20 incursões por minuto, sem visualização de esforços respiratórios.

Os critérios de interrupção do teste foram: cansaço intenso, tonteira, algum desconforto, dor na bochecha, saturação periférica de oxigênio menor que 85% ($SpO_2 < 85\%$).

Para análise da *endurance* da musculatura inspiratória foi utilizado o protocolo modificado de Nava e cols (1992) e Sette e cols (1997). A *endurance* da musculatura inspiratória constituiu no tempo que a criança conseguiu respirar

através de uma resistência inspiratória equivalente a 70% e 30% da P_{Imáx} até a exaustão. A exaustão foi definida quando a criança não mais conseguiu vencer a resistência da mola por duas tentativas consecutivas (OROZOCO-LEVI e cols, 2001; SETTE e cols, 1996; NAVA e cols, 1992).

O aparelho utilizado inicialmente para mensuração da *endurance* da musculatura inspiratória, resistor linear Threshold® IMT (Health Scan Products USA), é recomendado e utilizado na prática clínica na maioria dos estudos para avaliação e treinamento dos músculos inspiratórios (JOHNSON, 1996). O Threshold® IMT convencional possui carga correspondente entre 7 a 41 cmH₂O.

No decorrer do trabalho, houve a necessidade de trabalhar com cargas maiores às fornecidas pelo Threshold® IMT, para a avaliação da *endurance* com carga de 70% da P_{Imáx}. Na prática clínica diária é comum unir dois ou três aparelhos visando a sobreposição de cargas e conseqüentemente aumento da mesma. Buscando fidedignidade de resultados e veracidade confirmada desse fato, procurou-se esclarecer a legitimidade dessa prática junto ao Setor de Testes Físicos (CETEC). Uma equipe de engenheiros do CETEC reprovou essa prática e decidiu pela confecção de uma nova mola, a partir da mola original. A partir de então foi iniciada uma alteração das características geométricas da mola e constante elástica, buscando uma mola com constante correspondente a três vezes o valor da constante da mola original. Para tanto foi utilizado o Threshold® IMT, aparelho específico para avaliar de resistência de musculatura inspiratória, após desmontagem do aparelho para retirada da mola e posterior estudo.

Desse modo, incrementos de resistência e conseqüentemente trabalho imposto aos músculos respiratórios com cargas três vezes acima do aparelho convencional, possibilitou avaliar a *endurance* dos músculos respiratórios com cargas altas como as utilizadas para a *endurance* com 70% da P_{máx}.

Esse trabalho demandou tempo, com a interrupção da pesquisa por 10 meses. Entretanto, permitiu maior fidedignidade da pesquisa.

7.8.1 - Procedimento de confecção do protótipo para medida da *endurance* dos músculos respiratórios

Para verificação do comportamento à compressão do treinador muscular Threshold® IMT, segundo Norma do Sistema de Qualidade CETEC NSQC 1301, foi utilizado no ensaio N 120376, a máquina universal de ensaios, tipo eletromecânica, marca INSTRON (Figura 4), modelo 5869, série 5869 P8823. Esse modelo possui transdutor de força STF 100.01, marca INSTRON, modelo 2525-805, série 44172, faixa nominal: 5 KN, com última calibração realizada pelo CETEC em 03/09/2007, certificado N 120286, período de calibração de 12 meses e rastreabilidade pelo INMETRO-Brasil.



Figura 4- Máquina universal de ensaios, tipo eletromecânica, marca INSTRON, modelo 5869, série 5869 P8823

A medição dimensional se fez por dois instrumentos de aferição. O primeiro, constituiu-se de uma trena STF 241.00, marca STARRET, modelo Y12-3ME (66327), faixa nominal de 3000 mm e resolução de 0,5mm; com última calibração realizada pelo SENAI/EL em 17/01/2007, certificado N 0034/07, período de calibração de 24 meses e rastreabilidade do INMETRO-Brasil. O paquímetro STF 413.00 foi o segundo instrumento de medição, tipo digital, marca WORKER, faixa nominal de 150 mm e resolução de 0,01 mm; com última calibração realizada pelo SENAI/EL em 31/05/2007, certificado N 1474/07, com período de calibração de 18 meses e rastreabilidade pelo INMETRO-Brasil.

O ensaio foi realizado por aplicação de três séries de cargas crescentes à compressão, com retorno a zero entre as mesmas, com temperatura ambiente de 22,3 ° C.

Utilizando um aparelho de Threshold ® IMT, cujo modelo permitia sua desmontagem, foi aberto seu corpo e retirado a mola interna para avaliação (mola 1). Foram analisadas as características geométricas e a constante elástica da mola desse instrumento de aferição de fabricação descontinuada.

Denomina-se mola qualquer elemento de máquina capaz de sofrer deformações elásticas. Os materiais empregados na sua confecção devem ter certas propriedades elásticas, razão pela qual somente alguns são utilizados. Os aços para molas devem apresentar alto limite de elasticidade, grande resistência e alto limite de fadiga.

Visando confirmação da constante da mola 1 ser similar nos mesmos aparelhos utilizados atualmente (mesmo fabricante estrangeiro) que não possibilitam a desmontagem, foi seccionado um modelo novo e também avaliado sua mola (mola 2). Foi verificado que ambas possuíam características geométricas similares. A mola 1 possuía \varnothing_{ext} : 26,41 mm, \varnothing_{fio} : 0,78 mm, altura: 78 mm, enquanto a importada \varnothing_{ext} : 25,74 mm, \varnothing_{fio} : 0,81 mm, altura: 77 mm. Ambas possuíam 7,5 espiras e eram fabricadas em aço inox, AISI 302.

A fim de garantir a validade dos ensaios, avaliou-se, através da determinação das forças de acomodação das espiras (Figura. 5), que ambas as molas, após aplicação de força até a altura sólida, retornaram a sua altura inicial.

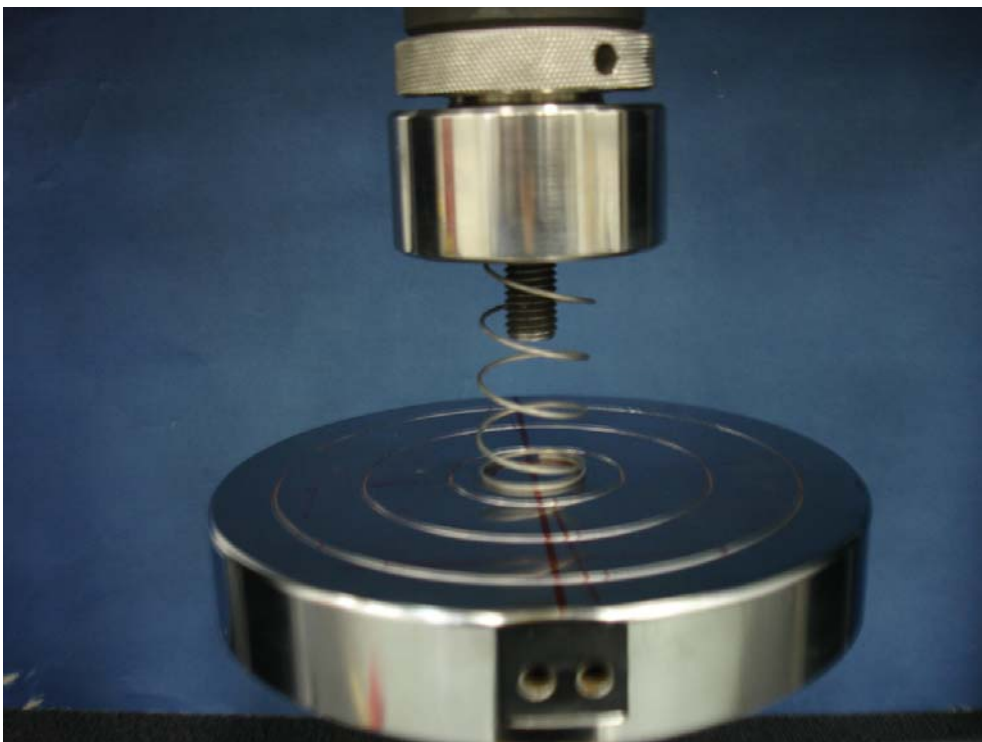


Figura 5: - Ensaio de mola para determinação das forças de acomodação das espiras.

Ao aplicarmos uma força de intensidade F em sua extremidade livre a mola sofrerá uma deformação X , que representa a variação ocorrida em seu comprimento ($X = l - l_0$). (Figura 6)

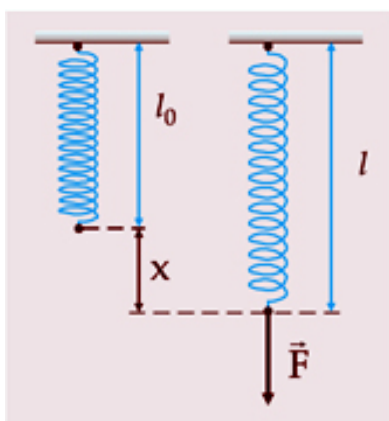


Figura 6: Comportamento de aplicação de força e resultante processo de deformação.

Essa deformação é denominada elástica, ou seja, quando retirada a força, a mola retorna ao seu comprimento original (l_0).

Experimentalmente, foi verificado em regime de deformações elásticas por Robert Hooke (1635-1703), que a intensidade da força aplicada à mola é diretamente proporcional à deformação produzida. Isto é, se duplicarmos a intensidade da força aplicada à mola, sua deformação dobrará e assim por diante, enquanto a deformação for elástica. A força elástica sobre um corpo pode estar orientada no sentido de distender (mola esticada) ou de comprimir (mola comprimida), como descrito a seguir:

$$F = K \cdot x$$

Onde, k é uma constante de proporcionalidade característica da mola, chamada **constante elástica** da mola e x constitui sua deformação instantânea. Sua unidade no sistema internacional é Newton por metro (N/m). A constante elástica (k) de uma mola elástica pode ser obtida através do declive da reta de seu gráfico força X deformação, como mostrado na Figura 7:

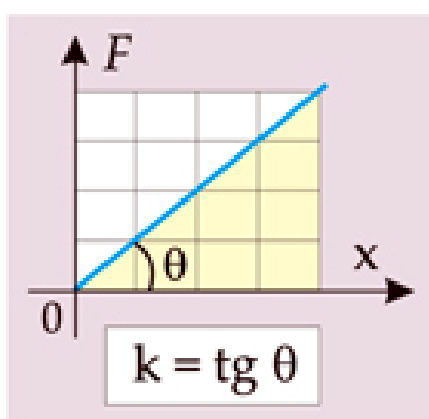


Figura 7: Esquemática do regime de deformação elástica da mola. A intensidade da força aplicada é diretamente proporcional a deformação produzida.

No processo de deformação, a mola sempre estará sujeita a ação de duas forças (uma em cada extremidade), sendo de mesma intensidade ($k \cdot x$) quando sua massa for desprezível (mola ideal). (Figura 8)

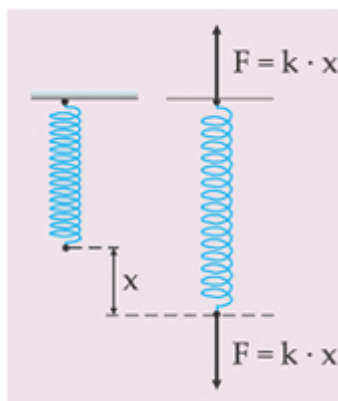


Figura 8: Esquemática da ação de forças atuantes (mesma intensidade) sobre a mola.

Dando prosseguimento ao trabalho, foi realizado um ensaio para determinação das forças sob deformação definida e constante elástica, buscando avaliar a constante da mola em que se basearia o estudo. Foram verificadas as constantes das molas 1 e 2, cujos valores corresponderam respectivamente a, 003923 N/mm [4,00 g/mm] e 0,04025 N/mm [4,10 g/mm], sendo, portanto consideradas similares.

Foi então traçado como objetivo, com base nas características apresentadas pela mola 1, a fabricação de outra mola que pudesse corresponder as mesmas características (Figura 9 e 10), visando encontrar uma constante de mola três vezes maior. Foram desenvolvidas por fabricante (Molas Mundial), várias molas

com características similares para teste. Após diversas tentativas, que demandou tempo em confecção pelo fabricante e testes, foi construída uma nova mola com constante elástica próxima ao esperado (12 g/mm) de 0,11687 N/mm [11,9 g/mm]. Sua característica geométrica foi \varnothing_{ext} : 26,23 mm, \varnothing_{fio} : 1,10 mm, altura: 79,5 mm e 8 espiras. Essa mola foi substituída pela original no modelo antigo e realizada então a endurance da musculatura inspiratória.

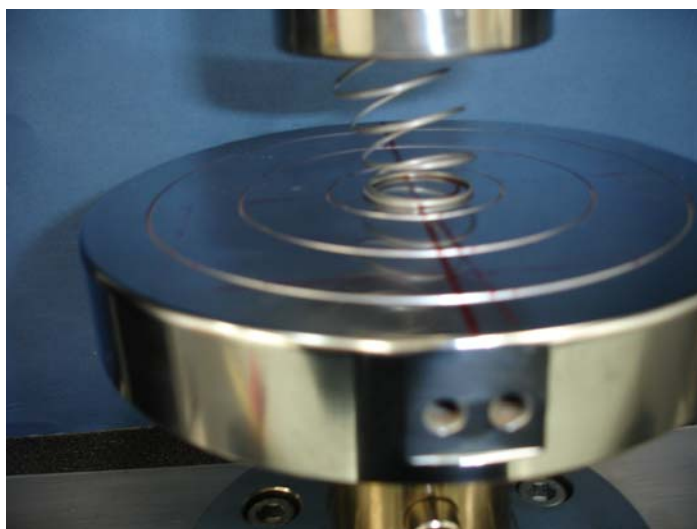


Figura 9: Ensaio de mola demonstrando deformação permanente.



Figura 10: Ensaio de verificação de propriedades da mola.

Uma mola ideal é aquela que possui boa capacidade de deflexão, ou seja capacidade de suportar cargas mais elevadas, aumento de vida útil contra fadiga, maior flexibilidade de aplicações, desempenho mais consistente e menor altura sólida. O valor da modificação no comprimento da mola depois de ser aplicada a força de acionamento é denominada deflexão. A altura sólida constitui o comprimento da mola quando comprimida por uma carga suficiente para que todas as espiras se encostem umas nas outras.

Molas com deformação permanente foram descartadas. Essa deformação ocorre quando se excedem os limites elásticos e a mola não volta mais ao seu comprimento original ao soltar-se a carga.

7.9 - Teste de Caminhada de seis minutos:

Os TC6min foram realizados de acordo com o guidelines estabelecido pela ATS. Foram utilizados cronômetro digital (Kenko TM2802, China), cones, cadeira de apoio, escala de Borg e fita métrica (Hoechstmass, Germany).

A PA foi aferida por meio de esfigmomanômetro (Bcton DichinsonTM Germany), calibrado antes e durante a pesquisa. Utilizaram-se três tamanhos de bracelete, escolhidos de acordo com o comprimento do braço. A FC foi aferida pelo frequencímetro Polar (F1TM Finlândia) fixado ao tórax o qual transmitia os batimentos para seu receptor no pulso. A SatO₂ foi aferida pelo oxímetro de dedo (Nonin TM Onyx, model 9500, Plymouth, Mn USA). As crianças foram medidas e pesadas em balança Filizola ®, aferida e aferida regularmente.

Dez minutos anteriormente a prova, a criança era instruída a descansar em uma cadeira. A criança era instruída a ir no dia da realização dos testes, com roupas confortáveis e sapatos apropriados, não realizar atividade física duas horas anterior ao teste, caminhar o mais rápido possível de um extremo ao outro da delimitação marcada com cones no corredor, sem correr, por seis minutos. Ao final de cada minuto a criança eram ditas frases de encorajamento no mesmo tom de voz, como “você está indo bem” e “mantenha um bom trabalho”. Após toda a instrução dada, as crianças repetiam as orientações para confirmar se as mesmas estavam claras.

Os testes foram realizados em um corredor do Hospital Bias Fortes para o grupo de asmáticos e em um corredor da Escola Estadual Professor Bolívar de Freitas para o grupo controle, pista plana com o mesmo intervalo delimitado (33 metros).

Devido ao tempo de interrupção do trabalho para confecção do protótipo avaliador de endurance da musculatura inspiratória, só foi possível o trabalho com as crianças do grupo controle no período escolar no final do ano letivo. Visando um maior número de crianças avaliadas em um curto período de tempo os testes foram realizados no período da manhã e da tarde. Enquanto 96% do grupo de asma analisado teve o teste de caminhada realizado no período da manhã.

As crianças foram orientadas a caminharem sozinhas por todo o percurso, devidamente monitorizadas (com oxímetro de pulso e um frequencímetro Polar

®). O trajeto foi realizado em uma pista plana de aproximadamente 33,0 m demarcada a cada 3 metros com fita colorida. Incentivos verbais padronizados foram dados a cada minuto (ATS, 2002), visando melhor performance em seu desempenho físico. Os pontos de retorno eram indicados por cones fixados em cada lado do corredor.

As variáveis mensuradas no início e ao término do teste foram as pressões arterial (PA), a frequência respiratória (FR), a frequência cardíaca (FC) e a saturação periférica de oxigênio (SpO₂). A escala de Borg, para avaliação subjetiva de esforço, foi utilizada no repouso e imediatamente após o término do TC6min.

A criança realizou dois testes, com intervalo de 30 minutos entre eles. O primeiro teste teve como objetivo adaptar o paciente ao procedimento e o segundo o de mensurar os dados do estudo e verificar a reprodutibilidade do teste. Em presença de diferença maior que 10% na distância caminhada entre os dois testes, um novo teste foi realizado (MOREIRA e cols, 2002).

Os critérios de interrupção do teste constituíam em cansaço extremo, SpO₂ menor que 85%, valores de FC superiores à FC submáxima prevista para a idade (90% da FC máxima= 220 – idade) ou algum outro desconforto. Esse teste foi aplicado e controlado por dois examinadores treinados (fisioterapeutas), com um examinador registrando a distância caminhada e outro aferindo os dados vitais.

As dispnéias de repouso e esforço foram avaliadas pela escala e Borg, a qual mede o nível de esforço durante uma atividade física. Consta de uma escala de 0,5 a 20 com expressões verbais ao lado dos números ímpares, refletindo a magnitude de sensação percebida pelo paciente (BORG e cols, 1982) (anexo 9).

O teste de caminhada de seis minutos foi realizado 30 minutos após as medidas de função respiratória descritas anteriormente.

8 - Análise Estatística

O banco de dados foi desenvolvido no modelo Microsoft® Excel 2000. A análise foi feita pelo Prisma e SPSS versão 8.0. As hipóteses foram consideradas não nulas para $p < 0,05$.

As variáveis foram descritas por meio de tendência central (média e mediana) e variabilidade (desvio padrão). Foram aplicados testes de normalidade de Kolmogorov-Smirnov. Foi utilizado Anova para cálculo de amostras paramétricas e Kruskal-Wallis quando a amostra foi não paramétrica. Teste T foi utilizado para comparação de distâncias no teste de caminhada de seis minutos. Para avaliar correlações entre os dois testes de distância caminhada foi utilizado o coeficiente de correlação linear de Pearson.

9-Resultados:

Foram avaliadas nesse estudo 218 crianças de 6 a 14 anos, sendo 110 crianças consideradas saudáveis e 108 com diagnóstico de asma. Desse total foram excluídas 8 crianças do grupo de asma e 13 do grupo controle por possuírem IMC superior ou igual a 25 e prova de função pulmonar com distúrbio ventilatório restritivo no grupo controle e distúrbio ventilatório misto no grupo de asma, sendo o ponto de corte de VEF1/CVF utilizado de 86% (GINA, 2007; EIGEN, 2001). Dos 197 restantes, 97 crianças corresponderam à amostra analisada no grupo controle, sendo 54 do sexo masculino (CTRL-M) e 43 do sexo feminino (CTRL-F); e 100 pertenceram ao grupo de asma, sendo 64 do sexo masculino (Asma-M) e 36 do sexo feminino (Asma-F).

O grupo de asma constituiu-se de sessenta e quatro por cento de asma persistente leve, vinte e um por cento de asma moderada, cinco por cento de asma grave, tendo 100% da amostra utilizado broncodilatador. Em relação a idade de início da asma, cinquenta e quatro por cento das crianças avaliadas apresentaram asma antes de 1 ano de idade, trinta e um por cento entre 1 e 5 anos, tendo o restante apresentado após 5 anos de idade. Atividade física não era praticada por setenta e um por cento das crianças. Em relação aos medicamentos utilizados, oitenta e sete por cento das crianças já haviam utilizado β_2 agonista alguma vez e setenta e cinco por cento já havia feito uso de corticóide sistêmico durante a vida. Da amostra total apresentada, noventa e dois por cento utilizou corticóide inalatório no último ano sendo quarenta por cento representadas por uso superior a 3 anos. O corticóide sistêmico no último ano foi utilizado por dez por cento do grupo avaliado sendo maior sua utilização

no início do desenvolvimento da patologia. Um por cento das crianças utilizou corticóide endovenoso no último ano. Do total do grupo analisado cinquenta e dois por cento apresentaram rinite associada.

Os dados antropométricos de idade (anos), peso (Kg), altura (m) e IMC (Kg/m) dos grupos controle e de asma, diferenciados por sexo estão apresentados nas Tabelas 1A e 1B. Foi utilizado o teste *one way* ANOVA para análise estatística dos dados antropométricos, com exceção da variável idade. Por se tratar de dado não paramétrico foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis. Não foram encontradas diferenças estatísticas significativas, em ambos os sexos, entre os grupos controle e de asmáticos. O grupo de Asma-M apresentou a média de idade significativamente maior que o CTRL-F.

Tabela 1A- Idade e Peso dos grupos controle e de asmáticos

Grupo	n	Idade (anos)			Peso (Kg)		
		Média ± DP	Mediana	CV (%)	Média ± DP	Mediana	CV(%)
CTRL-F	43	9,90 ± 1,79	10	18,14	34,39 ± 10,64	31	30,85
CTRL-M	54	10,17 ± 2,30	10	22,67	36,11 ± 10,61	37	29,38
Asma- F	36	10,25 ± 1,99	10	19,42	35,11 ± 8,57	34	24,42
Asma- M	64	11,02 ± 2,13	11,5	19,38*	37,80 ± 10,82	36	28,62

Valores expressos em média ± desvio padrão. CTRL-F: grupo controle feminino; CTRL-M: grupo controle masculino; Asma-F: grupo de asma feminino; Asma-M: grupo de asma masculino. CV: coeficiente de variação. *p<0,05 em relação ao controle feminino.

Tabela 1B- Altura e IMC de crianças e adolescentes do sexo feminino e masculino .

Grupo	n	Altura (m)			IMC (Kg/m)		
		Média ± DP	Mediana	CV%	Média ± DP	Mediana	CV%
CTRL-F	43	1,39 ± 0,11	1,36	8,27	17,28 ± 3,01	16,89	17,47
CTRL-M	54	1,41 ± 0,11	1,43	8,44	17,64 ± 2,87	17,75	16,31
Asma- F	36	1,42 ± 0,11	1,41	7,83	17,28 ± 2,26	16,86	13,09
Asma- M	64	1,45 ± 0,13	1,44	9,19	17,75 ± 2,60	17,58	14,67

Valores expressos em média ± desvio padrão. CTRL-F: grupo controle feminino; CTRL-M: grupo controle masculino; Asma-F: grupo de asma feminino; Asma-M: grupo de asma masculino. IMC: Índice de massa corpórea. CV: coeficiente de variação

A Tabela 2 mostra a caracterização dos grupos estudados em relação à prova de função pulmonar. Diferente da CVF, o VEF₁, VEF₁/CVF e FEF_{25-75%} foram significativamente menores nos grupos Asma-M e Asma-F em relação aos CTRL-M e CTRL-F. O grupo de Asma-F apresentou VVM significativamente menor em relação aos CTRL-M e CTRL-F e Asma-M. Foi utilizado *one Way* ANOVA para análise de VEF₁, VEF₁/CVF, FEF_{25-75%} e VVM, e Kruskal-Wallis para CVF por tratar-se de amostra não paramétrica.

Tabela 2 – Caracterização dos parâmetros de função pulmonar de crianças e adolescentes do sexo feminino e masculino.

Grupo	n	CVF (%pred)	VEF ₁ (%pred)	VEF ₁ /CVF (%pred)	FEF _{25-75%} (%pred)	VVM (L)
CTRL- F	43	90,23 ± 5,98	87,47 ± 6,02	91,34 ± 3,08	86,30 ± 18,12	70,83 ± 16,83
CTRL-M	54	89,81 ± 7,87	89,96 ± 8,12	90,96 ± 3,66	89,00 ± 23,14	75,10 ± 16,22
Asma-F	36	89,39 ± 8,16	68,64 ± 15,39*	72,34 ± 13,68*	71,03 ± 22,01*	56,29 ± 16,98**
Asma-M	64	92,16 ± 7,42	73,42 ± 13,07*	72,84 ± 11,93*	67,64 ± 18,39*	66,70 ± 20,28

Valores expressos em média ± desvio padrão. CTRL-F: grupo controle feminino; CTRL-M: grupo controle masculino; Asma-F: grupo de asma feminino; Asma-M: grupo de asma masculino. CVF: capacidade vital forçada; VEF₁: volume expiratório forçado no primeiro segundo da CVF; VEF₁/CVF: relação entre volume expiratório forçado de primeiro segundo e a capacidade vital forçada; FEF_{25-75%}: fluxo expiratório forçado entre 25 e 75% da capacidade vital forçada; VVM: ventilação voluntária máxima. %pred: porcentagem do predito; L: litros.

* p<0,05 em relação aos grupos CTRL-M e CTRL-F

**p<0,05 em relação aos grupos CTRL-M, CTRL-F e Asma-M

Em relação à força dos músculos inspiratórios, as crianças e adolescentes do grupo controle e as do grupo de asma apresentaram a força acima do valor predito, calculado pelas equações de regressão linear propostas por Wilson e Schmidt. A Tabela 3 apresenta as equações propostas por Wilson e Schmidt para os valores preditos de P_{Imáx} e P_{Emáx}.

Tabela 3 –Equações de regressão linear propostas por Wilson e Schmidt.

Sexo	P _{Imáx}	P _{Emáx}
Wilson		
Feminino	40,0 + (0,57) x Peso (quilogramas)	35 + (5,5 x Idade (anos))
Masculino	44,5 + (0,75 x Peso (quilogramas))	24 + (4,8 x Idade (anos))
Schmidt		
Feminino	12,989 + 1,059 x Idade (anos) + 0,34 x Altura (cm)	53,732 + 3,702 x Idade (anos) + (-0,122) x Altura (cm)
Masculino	-324,296 + (-21,833) x Idade (anos) + 4,368 x Altura (cm)	-188,261 + (-9,698) x Idade (anos) + 2,579 x Altura (cm)

P_{Imáx} - Pressão inspiratória máxima. P_{Emáx}: Pressão inspiratória máxima

A Tabela 4 apresenta os valores previstos da força dos músculos respiratórios (P_{Imáx} e P_{Emáx}) de acordo com as equações de regressão linear propostas por Wilson e Schmidt para o grupo de asmáticos.

A Tabela 5 apresenta as estatísticas descritivas dos valores observados e preditos para P_{Imáx} e P_{Emáx} para aqueles sem asma estratificado por sexo.

Tabela 4 - Valores previstos da força dos músculos respiratórios de acordo com as equações de regressão linear propostas por Wilson e Schmidt no grupo de asma estratificado por sexo.

Pressões (cmH ₂ O)	Asma-F			Asma-M		
	Média	Dp	Mediana	Média	Dp	Mediana
PIMax observado	87,08	23,49	80,00	80,15	14,97	80,00
PEMax observado	73,33	12,76	70,0	69,62	13,21	70,00
Wilson						
PIMax predito	71,40	7,73	71,13	71,88	8,54	70,75
PEMax predito	91,68	11,96	90,00	94,23	12,40	95,50
Schmidt						
PIMax predito	72,54	25,33	68,91	68,03	31,65	68,88
PEMax predito	78,95	17,09	77,78	77,76	20,43	75,20

Valores expressos em média \pm desvio padrão e mediana. Asma-F: grupo de asma feminino; Asma-M: grupo de asma masculino. PIMax: pressão inspiratória máxima. PEmax: pressão inspiratória máxima.

Tabela 5 - Valores previstos da força dos músculos respiratórios de acordo com as equações de regressão linear propostas por Wilson e Schmidt para o grupo controle estratificado por sexo.

Pressões (cmH ₂ O)	CTRL-F			CTRL-M		
	Média	Dp	Mediana	Média	Dp	Mediana
PIMax observado	86,86	19,49	90,00	91,94	36,72	90,00
PEMax observado	78,37	13,31	80,00	79,63	15,38	80,00
Wilson						
PIMax predito	61,48	8,17	59,38	64,09	9,10	62,65
PEMax predito	75,06	13,08	72,00	77,84	13,89	75,15
Schmidt						
PIMax predito	72,54	11,52	69,82	72,67	14,47	73,23
PEMax predito	75,75	8,42	74,28	75,67	8,91	73,98

Valores expressos em média \pm desvio padrão e mediana. CTRL-F: grupo controle feminino; CTRL-M: grupo controle masculino. PIMax: pressão inspiratória máxima. PEmax: pressão expiratória máxima.

A Tabela 6 e Fig11A e 11B mostram os resultados de força dos músculos respiratórios em valores absolutos. Como pode ser observado, a PIMax do grupo Asma-M foi significativamente inferior ao grupo CTRL-M e a PEmax apresentou-se significativamente menor no grupo Asma-M em relação aos grupos CTRL-M e CTRL-F.

A *endurance* dos músculos inspiratórios, avaliada pelo tempo em que o paciente conseguiu sustentar 30 e 70% da P_{Imáx}, está demonstrada na Tabela 6 e Fig 12C e Fig 12D. Como pode ser observado, a *endurance* com carga de 30% da P_{Imáx} foi significativamente maior que a *endurance* avaliada com carga de 70% da P_{Imáx} em todos os grupos avaliados. Além disso, observou-se que os grupos de Asma-M e Asma-F apresentaram redução significativa da *endurance* dos músculos inspiratórios, avaliada com carga de 30 e 70% da P_{Imáx}, em relação aos grupos CTRL-M e CTRL-F. Foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis para avaliação de força e *endurance* da musculatura respiratória por se tratarem de medidas não paramétricas.

Tabela 6 - Força dos músculos respiratórios e *endurance* músculos inspiratórios de crianças e adolescentes dos sexos feminino e masculino.

Grupo	P _{Imáx} (cmH ₂ O)	PE _{máx} (cmH ₂ O)	<i>Endurance</i> (seg.)		
			30% P _{Imáx}	70% P _{Imáx}	
CTRL-F	43	- 86,86 ± 19,49	78,37± 13,31	212,2 ± 76,68#	79,72 ± 41,77
CTRL-M	54	- 91,94 ± 36,72	79,63 ± 15,38	206,4 ± 112,9#	74,04± 44,80
Asma- F	36	- 83,47 ± 13,51	73,33 ± 12,76	86,09 ± 18,92#**	27,61±9,41**
Asma- M	64	- 79,69 ± 14,61*	69,14 ± 12,74**	87,40 ± 24,80#**	35,17±29,92**

Valores expressos em média ± desvio padrão. CTRL-F: grupo controle feminino; CTRL-M: grupo controle masculino; Asma-F: grupo de asma feminino; Asma-M: grupo de asma masculino. P_{Imáx}: pressão inspiratória máxima; PE_{máx}: pressão expiratória máxima.

*p<0,05 em relação ao grupo CTRL-M

**p<0,05 em relação aos grupos CTRL-M e CTRL-F

p<0,05 em relação a 70% da P_{Imáx}

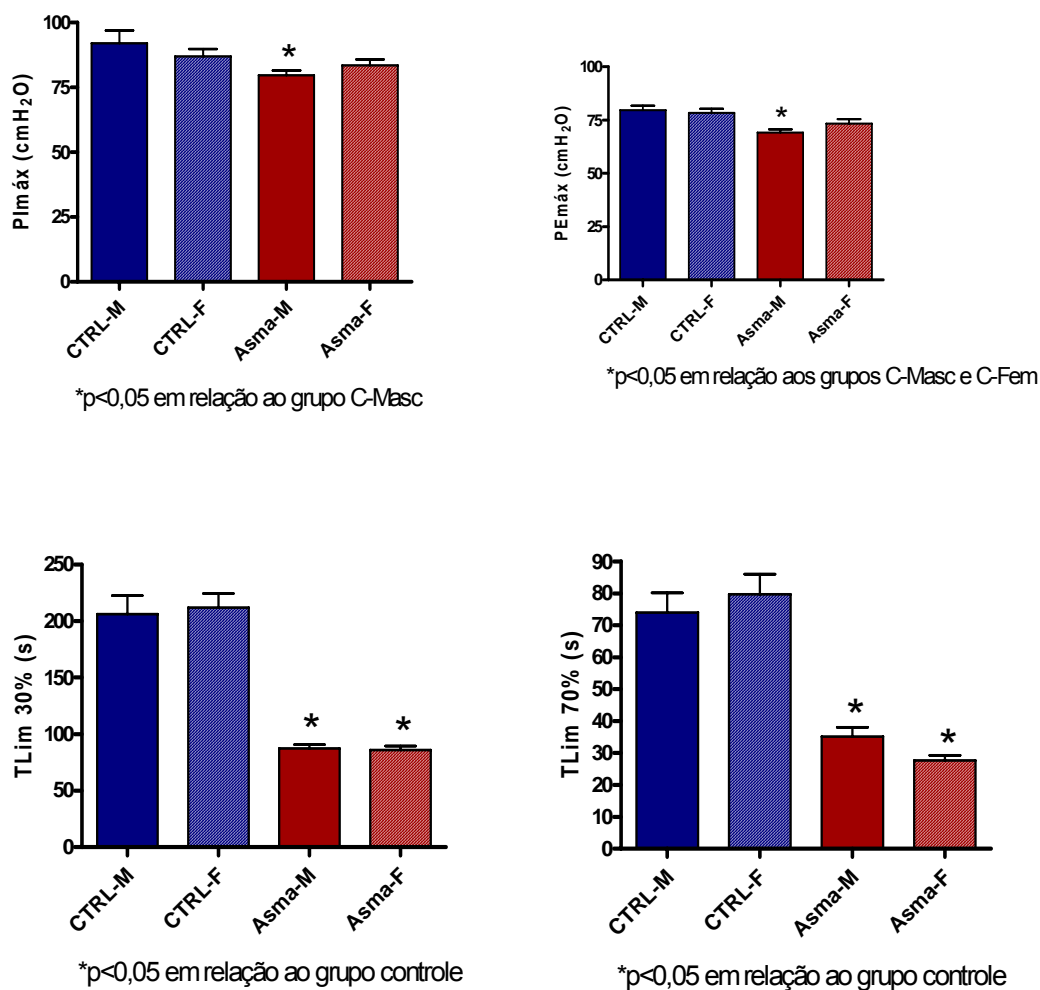


Fig 11- Comportamento de força músculos respiratórios e *endurance* dos músculos inspiratórios, avaliada com carga de 30 e 70% da PImáx nos diferentes grupos.

Os parâmetros cárdio-pulmonares avaliadas antes e após o TC6min estão representados na Tabela 7. Todas as crianças e adolescentes concluíram o teste sem interrupção. Foram realizados dois testes com intervalo de 30 minutos para que as variáveis cardio-respiratórias pudessem retornar aos valores basais. Essas variáveis corresponderam às PAS e PAD, FC e FR e SPO₂. O nível de percepção de dispnéia ao esforço foi avaliado

através da escala de Borg aplicada antes e após os testes. Para análise final foram consideradas as variáveis cardio-respiratórias correspondentes ao teste com a maior distância caminhada

Tabela 7- Parâmetros cárdio-pulmonares avaliados antes e após o teste de caminhada de 6 minutos de crianças e adolescentes dos sexos femininos e masculinos.

Parâmetros Cárdio-pulmonares		Grupos			
		CTRL-F	CTRL-M	Asma-F	Asma-M
FC (bpm)	FCI	91,72 ± 11,05	93,07 ± 10,79	82,56 ± 7,67*	84,56 ± 10,31*
	FCF	140,0 ± 9,56	140,10 ± 10,50	118,4 ± 10,22*	123,40 ± 9,71*
PA (mmHg)	PASI	94,65 ± 8,26	95,00 ± 6,93	100,6 ± 8,6 *	105,90 ± 11,43 *
	PASF	105,3 ± 8,82	105,00 ± 7,70	111,1 ± 10,36*	117,60 ± 13,48*
	PADI	72,56 ± 8,19	73,89 ± 6,27	75,42 ± 8,73	78,67 ± 7,35*
	PADF	75,81 ± 7,63	76,67 ± 5,82	81,11 ± 6,66#	84,14 ± 9,28*
	PAMI	79,92 ± 7,78	80,93 ± 5,84	83,80 ± 8,17	87,73 ± 7,98*
	PAMF	85,66 ± 7,57	86,11 ± 5,71	85,66 ± 7,57***	95,29 ± 9,75*
	FR (irpm)	FRI	15,44 ± 0,82	15,63 ± 0,95	15,56 ± 1,25
	FRF	21,30 ± 1,50	21,07 ± 1,38	21,94 ± 1,58	22,30 ± 1,86*
Borg	Inicial	0,12 ± 0,24	0,13 ± 0,22	0,30 ± 0,52	0,14 ± 0,30
	Final	1,41 ± 1,30	1,09 ± 1,04	2,01 ± 1,09 *	1,97 ± 0,85 *
DC (m)	1 teste	558,3 ± 70,84	569,70 ± 76,31	522,7 ± 55,97	557,10 ± 57,40
	2 teste	569,2 ± 70,42	576,20 ± 83,92	537,7 ± 58,41	576,90 ± 60,30

Valores expressos em média ± desvio padrão. CTRL-F: grupo controle feminino; CTRL-M: grupo controle masculino; Asma-F: grupo de asma feminino; Asma-M: grupo de asma masculino. FC: frequência cardíaca; FCI: frequência cardíaca inicial; FCF: frequência cardíaca final; PASI: pressão arterial sistólica inicial; PASF: pressão arterial sistólica final; PADI: pressão arterial diastólica inicial; PADF: pressão arterial diastólica final; PAMI: pressão arterial média inicial; PAMF: pressão arterial média final; FRI: frequência respiratória inicial; FRF: frequência respiratória final. DC: distância caminhada.

*p<0,05 em relação aos grupos CTRL-M e CTRL-F

p<0,05 em relação ao CTRL-F

***p<0,05 em relação ao grupo de Asma-M

A FC inicial nos grupos Asma-M ($84,56 \pm 10,31$ bpm) e Asma-F ($82,56 \pm 7,67$ bpm) foi significativamente menor que nos grupos CTRL-M ($93,07 \pm 10,79$ bpm) e CTRL-F ($91,72 \pm 11,05$ bpm). A FC final apresentou o mesmo comportamento, demonstrando redução significativa nos grupo Asma-M ($123,4 \pm 9,71$ bpm) e Asma-F ($118,4 \pm 10,22$ bpm) em relação aos grupos CTRL-M ($140,1 \pm 10,50$ bpm) e CTRL-F ($140,0 \pm 9,56$ bpm) após o teste. Para análise da frequência cardíaca foi utilizado *One Way ANOVA*, por se tratar de amostra pareada.

A PAS inicial nos grupos Asma-M ($105,9 \pm 11,43$ mmHg) e Asma-F ($100,6 \pm 8,6$ mmHg) apresentou aumento significativo em relação aos grupos CTRL-M ($95,0 \pm 6,93$ mmHg) e CTRL-F ($94,65 \pm 8,26$ mmHg). Ao final do TC6min a PAS dos grupos Asma-M ($117,6 \pm 13,48$ mmHg) e Asma-F ($111,1 \pm 10,36$ mmHg) apresentaram significativamente maior que os grupos CTRL-M ($105,0 \pm 7,70$ mmHg) e CTRL-F ($105,3 \pm 8,82$ mmHg).

O grupo Asma-M ($78,67 \pm 7,35$ mmHg) apresentou aumento significativo de PAD inicial em relação aos grupos CTRL-M ($73,89 \pm 6,27$ mmHg) e CTRL-F ($72,56 \pm 8,19$ mmHg). A PAD final no grupo de Asma-M ($84,14 \pm 9,28$ mmHg) apresentou aumento significativo em relação aos grupos CTRL-M ($76,67 \pm 5,82$ mmHg) e CTRL-F ($75,81 \pm 7,63$ mmHg). Houve aumento significativo da PAD final no grupo Asma-F ($81,11 \pm 6,66$ mmHg) em relação ao grupo CTRL-F ($75,81 \pm 7,63$ mmHg).

Com relação à PAM inicial o grupo Asma-M ($87,73 \pm 7,98$ mmHg) era significativamente maior que os grupos CTRL-M ($80,93 \pm 5,84$ mmHg) e CTRL-F ($79,92 \pm 7,78$ mmHg). Ao final do teste, a PAM do grupo Asma-M ($95,29 \pm 9,75$ mmHg) apresentou-se significativamente maior que os grupos CTRL-M ($86,11 \pm 5,71$ mmHg) e CTRL-F ($85,66 \pm$

7,57 mmHg), enquanto o grupo Asma-F ($85,66 \pm 7,57$ mmHg) apresentou redução significativa de PAM final em relação ao grupo de Asma-M ($95,29 \pm 9,75$ mmHg).

Em relação à FR, observou-se que o grupo Asma-M ($16,47 \pm 2,01$ irpm) apresentava aumento significativo de FR ao grupo CTRL-F ($15,44 \pm 0,82$ irpm). Houve aumento significativo de FR final no grupo Asma-M ($22,30 \pm 1,86$ irpm) em relação aos grupos CTRL-M ($21,07 \pm 1,38$ irpm) e CTRL-F ($21,30 \pm 1,50$ irpm).

A dispnéia de esforço foi avaliada pela escala de Borg. Foi observado que não houve diferença estatística significativa intra e intergrupos. Os grupos Asma-M ($1,97 \pm 0,85$) e Asma-F ($2,01 \pm 1,09$) apresentaram aumento significativo do escore na escala de Borg final em relação aos grupos CTRL-M ($1,09 \pm 1,04$) e CTRL-F ($1,41 \pm 1,30$).

Para análise de pressão arterial, frequência respiratória, e escala de Borg foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis, por constituírem amostras não paramétricas.

A frequência cardíaca avaliada ao final do teste não atingiu a FCsubmáxima prevista (Karila e cols, 2004) (fig 12). À comparação entre os grupos observou-se que a FC do grupo de asmático foi inferior ao grupo controle (fig 13).

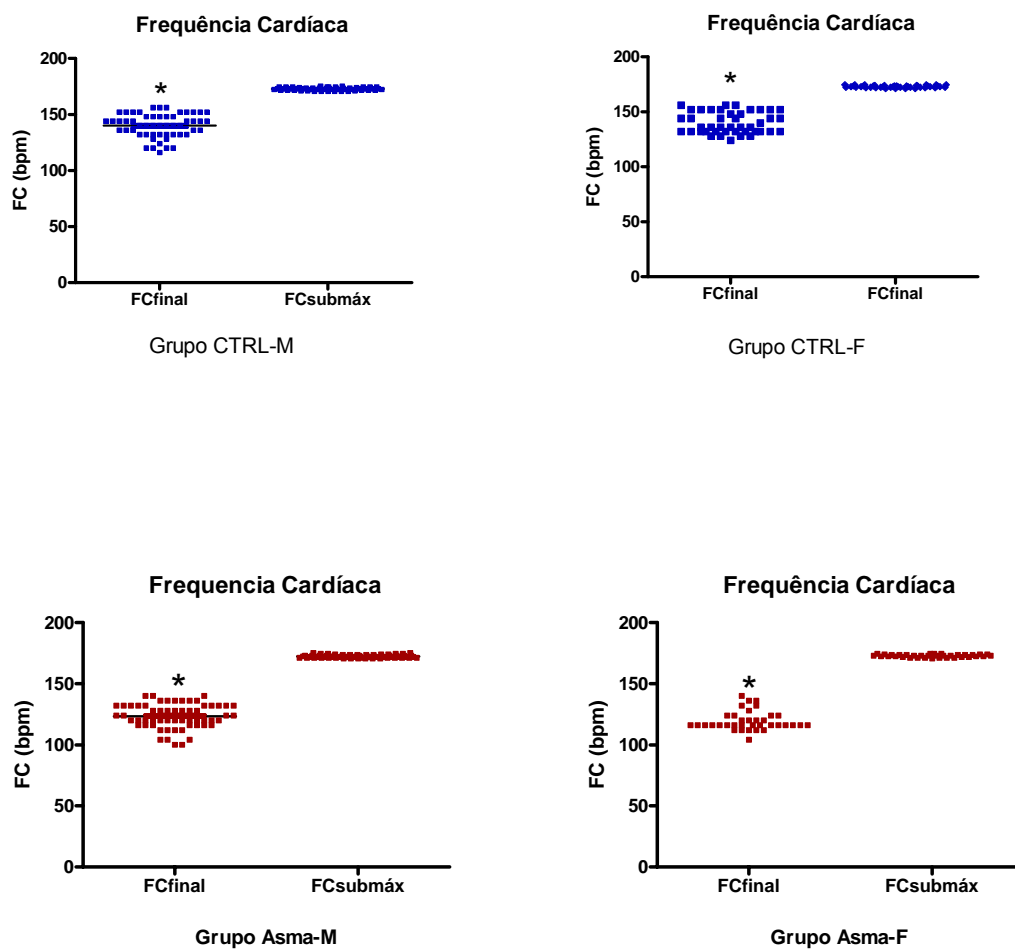


Fig 12- Comportamento da frequência cardíaca (FC) no final do teste em relação à FCsubmáxima prevista.

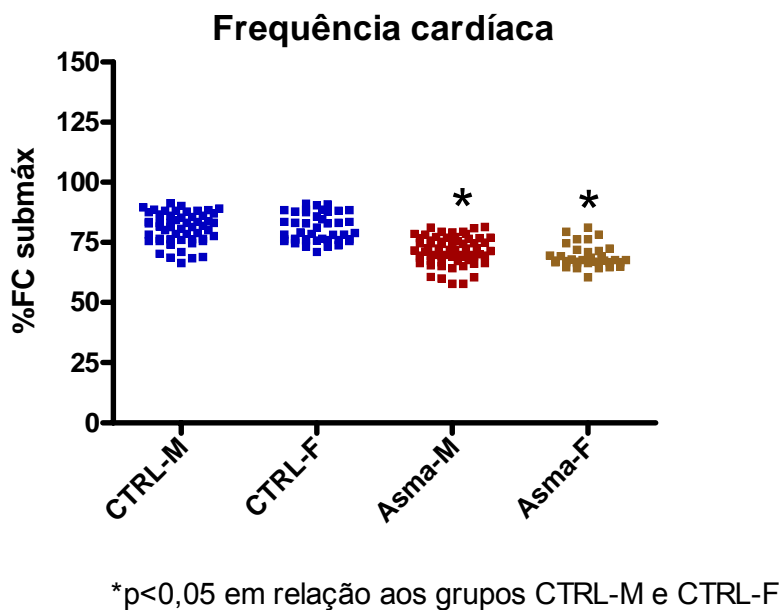


Fig 13- Comportamento da frequência cardíaca em relação aos grupos.

A variação de distância caminhada, frequência cardíaca, frequência respiratória e escala de Borg em ambos os grupos estão esquematizadas nas tabelas 8, 9 e 10 .

Tabela 8 –Variação da distância caminhada e frequência cardíaca no grupo de asmático e controle.

Grupos	n	Distância (m)	FCi (bpm)	FCF (bpm)	Δ FC (bpm)
CTRL-F	43	575,9 \pm 70,67	91,72 \pm 11,05	140,0 \pm 9,56	48,28 \pm 9,49
CTRL-M	54	585,7 \pm 80,68	93,07 \pm 10,79	140,1 \pm 10,50	47 \pm 10,45
Asma-F	36	540,7 \pm 60,70*	82,56 \pm 7,67**	118,4 \pm 10,22**	36,89 \pm 6,85**
Asma-M	64	580,7 \pm 59,25	84,56 \pm 10,31**	123,4 \pm 9,71**	38,88 \pm 6,90**

Valores expressos em media \pm desvio padrão. CTRL-F: grupo controle feminino; CTRL-M: grupo controle masculino; Asma-F: grupo de asma feminino; Asma-M: grupo de asma masculino. FCi: frequência cardíaca inicial, FCF: frequência cardíaca final, Δ FC: variação da frequência cardíaca.

* p<0,05 em relação aos grupos CTRL-M e Asma-M

** p<0,05 em relação aos grupos CTRL-M e CTRL-F

Tabela 9- Variação da escala de Borg nos diferentes grupos

Grupos	n	EBI	EBF	Δ EB
CTRL-F	43	0,12 \pm 0,24	1,41 \pm 1,30	1,29 \pm 1,27
CTRL-M	54	0,13 \pm 0,22	1,09 \pm 1,04	0,95 \pm 1,08
Asma-F	36	0,30 \pm 0,52	2,01 \pm 1,09*	1,70 \pm 1,21**
Asma-M	64	0,14 \pm 0,30	1,97 \pm 0,85*	1,82 \pm 0,80*

Valores expressos em media \pm desvio padrão. CTRL-F: grupo controle feminino; CTRL-M: grupo controle masculino; Asma-F: grupo de asma feminino; Asma-M: grupo de asma masculino. EBI: escala Borg inicial, EBF: escala de Borg final, Δ EB: Variação da escala de Borg.

* $p < 0,05$ em relação ao grupo CTRL-M e CTRL-F

** $p < 0,05$ em relação ao grupo CTRL-M

Tabela 10- Variação da frequência respiratória nos diferentes grupos

Grupos	n	FRI (irpm)	FRF (irpm)	Δ FR (irpm)
CTRL-F	43	15,44 \pm 0,82	21,30 \pm 1,50	5,86 \pm 1,52
CTRL-M	54	15,63 \pm 0,95	21,07 \pm 1,38	5,44 \pm 1,57
Asma-F	36	15,56 \pm 1,25	21,94 \pm 1,58	6,38 \pm 1,37*
Asma-M	64	16,47 \pm 2,01**	22,30 \pm 1,86***	5,82 \pm 1,58

Valores expressos em media \pm desvio padrão. CTRL-F: grupo controle feminino; CTRL-M: grupo controle masculino; Asma-F: grupo de asma feminino; Asma-M: grupo de asma masculino. FRI: frequência respiratória inicial, FRF: frequência respiratória final, Δ FR: variação da frequência respiratória.

* $p < 0,05$ em relação ao grupo CTRL-M

** $p < 0,05$ em relação ao grupo CTRL-F

*** $p < 0,05$ em relação ao grupo CTRL-M e CTRL-F

O teste de caminhada foi realizado 2 vezes com intervalo de 30 minutos para que as variáveis cardio-respiratórias pudessem retornar aos valores basais. Com relação à distância caminhada, não foi observada diferença significativa entre os dois testes realizados nos diferentes grupos. Os grupos Asma-M (557,1 \pm 57,40; 576,9 \pm 60,30 m), Asma-F (522,7 \pm 55,97; 537,7 \pm 58,41 m), CTRL-M (569,7 \pm 76,31; 576,2 \pm 83,92 m) e CTRL-F (558,3 \pm 70,84; 569,2 \pm 70,42 m) percorreram distâncias similares no primeiro e segundo teste, respectivamente.

Apesar da maior distância percorrida no segundo teste, observou-se que não houve diferença significativa entre eles, nos diferentes grupos, demonstrando a reprodutibilidade do TC6min em crianças e adolescentes (Teste *t* pareado)(Tabela 11). Observou-se também, forte correlação entre as distâncias caminhadas entre primeiro e segundo teste (Fig 14) nos diferentes grupos avaliados.

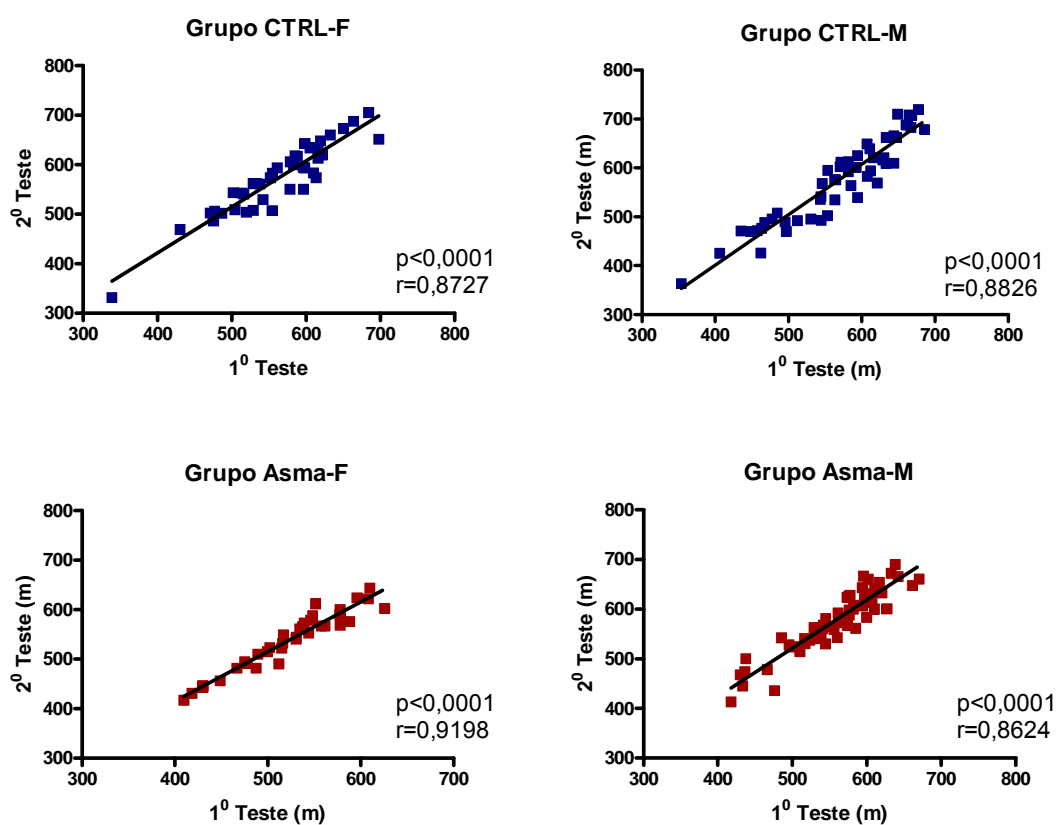


Fig 14- Correlação da distância caminhada no primeiro e segundo teste dos diferentes grupos pela correlação de Pearson.

O índice de custo fisiológico apresentou diferença estatística significativa nos grupos Asma-M ($0,40 \pm 0,08$ bpm/m/m) e Asma-F ($0,40 \pm 0,07$ bpm/m/m) em relação aos grupos CTRL-M ($0,47 \pm 0,13$ bpm/m/m) e CTRL-F ($0,50 \pm 0,11$ bpm/m/m) em ambos os sexos.

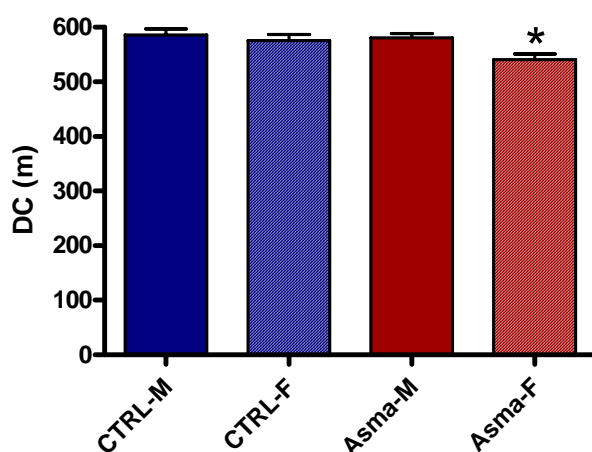
Tabela 11 - Distância caminhada e Índice de Custo Fisiológico

Grupo	Distância		p	r^2	Custo Fisiológico	
	1º teste	2º teste				
CTRL-F	43	558,3 ± 70,84	569,2 ± 70,42	P < 0,001	0,87	0,50 ± 0,11
CTRL-M	54	569,7 ± 76,31	576,2 ± 83,92	P < 0,001	0,88	0,47 ± 0,13
Asma- F	36	522,7 ± 55,97	537,7 ± 58,41	P < 0,001	0,91	0,40 ± 0,07*
Asma- M	64	557,1 ± 57,40	576,9 ± 60,30	P < 0,001	0,86	0,40 ± 0,08*

Valores expressos em média ± desvio padrão. CTRL-F: grupo controle feminino; CTRL-M: grupo controle masculino; Asma-F: grupo de asma feminino; Asma-M: grupo de asma masculino. r^2 : coeficiente de correlação

*p < 0,05 em relação ao grupo controle

A distância caminhada como demonstrado na tabela 8 e figura 15, não apresentou diferença significativa em relação aos grupos, exceto no grupo de asma feminino, o qual apresentou menor distância percorrida com diferença estatística em relação aos grupos CTRL-M e Asma-M.



*p < 0,05 em relação aos grupos CTRL-M e Asma-M

Fig 15- Comportamento da distância caminhada nos diferentes grupos

O trabalho calculado pelo produto da distância caminhada e o peso não diferiu entre os grupos (CHUANG e cols, 2001 e CUNHA e cols, 2006) (fig 16), apesar da avaliação da dispnéia através da escala de Borg, ter demonstrado maior percepção ao esforço no grupo de asma em relação ao controle. (fig 17)

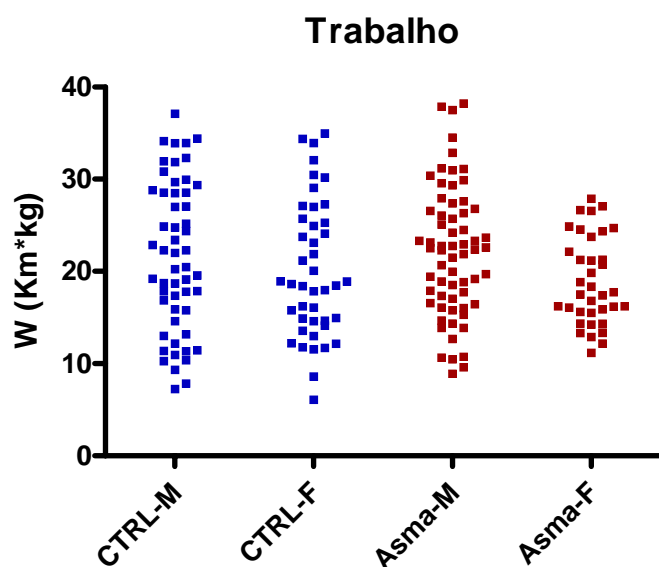


Fig 16 – Trabalho realizado durante o teste de caminhada de seis minutos em ambos os grupos.

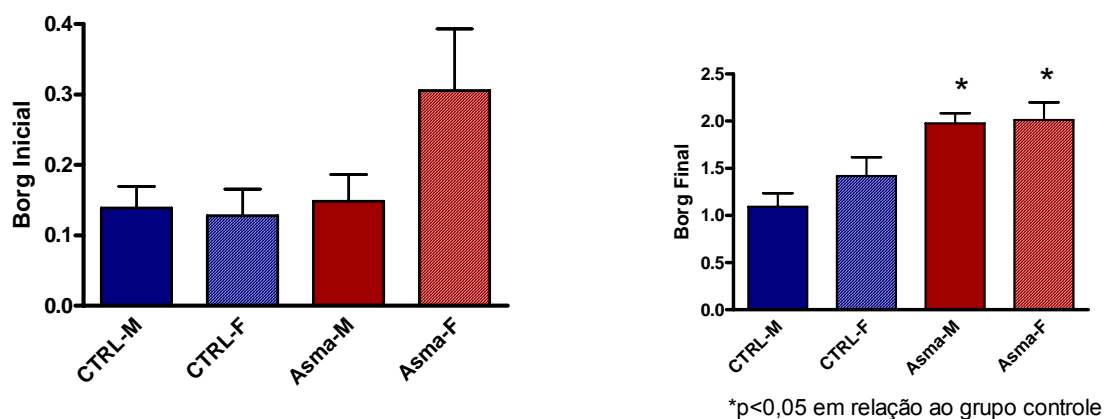


Fig 17 – Percepção de esforço através da Escala de Borg inicial e final nos diferentes grupos.

A Tabela 12 apresenta distância caminhada e a distância predita pela equação de referência proposta por Costa-Oliveira (2007) no grupo de asmático e controle, como descrita a seguir:

$$DC6 \text{ min (m)} = 640,7 + (0,86 \times \text{idade (meses)}) - (5,41 \times \text{IMC}) - (20,07 \times G)$$

Onde: G=0, se gênero masculino

G=1, se gênero feminino

Onde DC6min é a distância caminhada.

Os grupos de asma e controle apresentaram reduções de distância caminhada em relação à equação de referência, sendo o grupo de crianças com asma o detentor de maior grau de redução.

A Tabela 13 apresenta as estatísticas descritivas das diferenças das distâncias preditas por grupo, controle e asmático, estratificado por sexo.

Tabela 12 - Estatística descritiva da diferença entre a distância observada e a predita pela equação de referência proposta por Oliveira (2007).

Variável	n	Média	D.P.	Mínimo	Máximo	Mediana
Diferença (Asma)	100	87,22	50,51	206,23	21,92	86,89
Diferença (Controle)	97	63,37	68,04	285,42	57,30	57,22

Tabela 13 - Estatística descritiva da Diferença das distâncias para aqueles com asma e sem asma estratificados por sexo

Covariável	Feminino			Masculino		
	Média	Dp	Mediana	Média	Dp	Mediana
Diferença (Asma)	96,63	51,61	96,49	82,01	49,52	84,45
Diferença (Controle)	56,63	65,40	54,96	68,73	70,22	62,14

As principais correlações encontradas entre maior distância caminhada e as variáveis estudadas estão representadas na tabela abaixo. (Tabela 14)

Tabela 14: Correlação entre maior distância caminhada e principais variáveis cárdio-pulmonares.

Variáveis		Asma		Controle	
		r	p	r	p
FCF	Masc	0,09968	0,0110		
	Fem			0,1502	0,0102
PASF	Masc	0,1244	0,0043	0,2839	0,0001
	Fem	0,1242	0,0350	0,4529	0,0001
PADF	Masc	0,09789	0,0118	0,1060	0,0163
	Fem			0,3983	0,0001
PAMF	Masc	0,1303	0,0034	0,2129	0,0004
	Fem			0,4691	0,0001
FRI	Masc	0,1089	0,0077		
	Fem	0,1521	0,0187	0,2077	0,0021
FRF	Masc			0,0940	0,0234
	Fem			0,1635	0,0072
ICF	Masc	0,1640	-0,0009	0,1792	-0,0014
	Fem			0,2438	0,0008

FCF: frequência cardíaca final, PASF: pressão arterial final, PADF: pressão arterial diastólica final, PAMF: pressão arterial média final, FRI: frequência respiratória inicial, FRF: frequência respiratória final, ICF: índice de custo fisiológico. Masc: masculino, Fem: feminino

10- Discussão:

No presente estudo foram avaliadas e comparadas as pressões respiratórias máximas, força dos músculos respiratórios e *endurance* dos músculos inspiratórios e a capacidade funcional de crianças e adolescentes saudáveis e asmáticos. O aumento mundial da incidência de asma justifica o crescente número de pesquisas relacionadas à asma nos últimos anos, em diversas áreas (ATS, 2002, BARNES, 2004; ALVIM e cols, 2007; CASAGRANDE e cols, 2008).

Os principais achados nesse estudo foram: 1) menor força e *endurance* da musculatura inspiratória nos pacientes asmáticos no grupo masculino, 2) menores níveis basais de FC e aumento dos níveis basais da PAS, 3) menor variação da FC no esforço e 4) aumento da pressão arterial durante o esforço nesses pacientes. Esses resultados sugerem, pela primeira vez, que pacientes asmáticos apresentam disfunção autonômica da frequência cardíaca e do controle da pressão arterial durante o esforço, avaliado pelo TC6min.

As variáveis antropométricas como o peso, a altura e o IMC não diferiram entre os diferentes grupos. Entretanto, a idade das crianças e adolescentes do grupo Asma-M foi significativamente superior ao grupo CTRL-F. A literatura apresenta o peso e o IMC em adultos com correlação negativa com a distância caminhada, uma vez que a obesidade aumenta o esforço do exercício e diminui a eficiência da mesma. Foram excluídos desse estudo crianças com IMC acima de 25, buscando redução de interferência de variáveis influenciadoras. Mallori e cols (1989) observaram alterações funcionais em crianças obesas, sendo o distúrbio ventilatório obstrutivo a principal

alteração encontrada. Diferentemente Inselman e cols (1993) observaram distúrbio ventilatório restritivo em crianças obesas.

O estado nutricional de um indivíduo, que pode ser obtido pela antropometria, com informações básicas de peso, altura, sexo e idade pode influenciar a função pulmonar, a força e a *endurance* da musculatura respiratória e capacidade funcional (OMS, 1995). SCHOENBERG e cols (1978) observaram que inicialmente ocorria aumento na função pulmonar com o ganho de peso devido ao aumento na força muscular. Porém, secundariamente, era observada redução devido ao comprometimento de mobilidade da parede torácica.

A transição de criança para a adolescência complica a relação entre função pulmonar e estatura, pois na adolescência o crescimento pulmonar atrasa em relação à altura (JAEGER-DENAVIT, 1990; BORSBOON e cols, 1993). A padronização do equipamento a ser utilizado, bem como adequação da melhor equação de referência proposta para cada indivíduo, embasados em suas principais variáveis intervenientes, precisam ser consideradas (POLGAR, 1971)

Medidas de pressões respiratórias máximas frequentemente são realizadas em pacientes cujo volume pulmonar é alterado. O aumento de volume pulmonar, como ocorre nas síndromes obstrutivas com hiperinsuflação pulmonar, desloca o diafragma caudalmente, reduzindo seu comprimento de repouso e conseqüentemente sua capacidade de gerar pressão (ROCHESTER, 1988). Na asma aguda a geração de pressão pode estar comprometida por hiperinsuflação e potencialmente por fadiga dos músculos respiratórios. Entretanto, estudos realizados não evidenciam redução

de força dos músculos respiratórios nesses pacientes (STEEL e cols, 2001). Os pacientes asmáticos desse estudo apresentaram redução de força da musculatura inspiratória no grupo Asma-M em relação ao grupo CTRL-M e reduções de força da musculatura expiratória no grupo Asma-M em relação aos grupos CTRL-F e CTRL-M.

Alguns autores observaram padrões diferentes de redução de força da musculatura respiratória em diferentes grupos estudados. Rochester e Braun (1985) demonstraram em doentes com DPOC, que a $P_{l\acute{m}ax}$ é afetada pela fraqueza muscular generalizada e pela desvantagem mecânica dos músculos respiratórios (hiperinsuflação). Por outro lado, a $P_{Em\acute{a}x}$ foi afetada pela fraqueza muscular generalizada. Desse modo, esses resultados sugerem que em presença de P_{Emax} normal e redução de $P_{l\acute{m}ax}$, essa redução pode ser devido exclusivamente à insuflação pulmonar.

A disfunção mecânica de pacientes com asma se assemelha aquelas observadas em pacientes com DPOC, com algumas diferenças importantes. Nos asmáticos, existe menor redução na pressão de recolhimento elástico pulmonar e maior estreitamento generalizado das vias aéreas intratorácicas (PRIDE e cols, 1986). Ou seja, o aumento do colapso de via aérea em pacientes com DPOC não é visto na asma. A reversibilidade natural da obstrução da via aérea na asma induz a um relativo período de estresse sobre os músculos inspiratórios. (LEVINE e cols, 1977).

Não existe consenso sobre a relação da força da musculatura respiratória na asma em comparação a indivíduos saudáveis, mas é universalmente aceito que a broncoconstrição induzida por hiperinsuflação está associada com déficit funcional de força da musculatura inspiratória (WEINER e cols, 1990). Estudos

recentes confirmaram que a hiperinsuflação é o maior determinante de dispnéia em pacientes com asma (LOUGHEED e cols, 1993; MARTINEZ-MORAGON e cols, 2003). Mudanças mecânicas associadas a broncoconstrição parece aumentar a intensidade da dispnéia por seus efeitos sobre o *drive* motor inspiratório (estímulo central com resposta motora dos músculos inspiratórios). O *drive* respiratório é avaliado pela medida da pressão de oclusão de boca nos primeiros milissegundos da inspiração. Bellofiore e cols (1996) afirmam ser o *drive* motor respiratório (P0.1- pressão de oclusão da boca), um forte determinante de dispnéia durante a broncoconstrição induzida por metacolina.

Estreitamento da via aérea está associado com sensações de esforço respiratório aumentado e aperto no peito (MOY e cols, 2000), os quais possuem mecanismos diferentes e provavelmente são transmitidos por diferentes receptores (KILLIAN e cols, 2000). A sensação que traduz a intolerância ao exercício é comumente o esforço respiratório, o que sugere que esse deva ser o foco de intervenções terapêuticas. A demanda aumentada de trabalho da musculatura inspiratória pode ser aliviada por intervenções não farmacológicas que reforçam a musculatura respiratória e/ou reduz as taxas ventilatórias necessárias (McCONNEL, 2005).

Além da desvantagem mecânica, pacientes asmáticos apresentam o risco de desenvolver miopatia relacionada ao uso de corticóide. O efeito desse medicamento em longo prazo é controverso. A maior parte da amostra analisada nesse estudo foi constituída de crianças com asma leve (64%), sendo que 54% da asma iniciou em crianças no primeiro ano de vida. Em relação à terapia

farmacológica utilizada 87% do grupo avaliado já havia feito uso de β_2 agonista desde o diagnóstico da asma, e 92% do grupo havia utilizado corticoterapia inalatória no último ano, sendo 42% com uso superior a três anos.

Akkoca e cols (1999) avaliaram o efeito de moderadas e altas doses inaladas de corticóide sobre as pressões respiratórias máximas em dois grupos de asmáticos com níveis similares de hiperinsuflação. Esses autores não encontraram diferenças significativas no teste de função pulmonar e nos gases sanguíneos desses grupos. A $P_{l\acute{m}ax}$ foi considerada significativamente inferior no grupo de asmáticos dependentes de esteróides em relação aos pacientes que usaram beclometasona e o grupo controle ($p < 0,01$). Uma importante correlação negativa ($r = -0,44$) foi encontrada entre a % $P_{l\acute{m}ax}$, % VEF1, % CRF, e % VR em todos os pacientes asmáticos. Esses autores acreditam que a hiperinsuflação desempenha o maior papel nas disfunções musculares em pacientes asmáticos. Entretanto, o achado de $P_{l\acute{m}ax}$ significativamente reduzida no grupo de asmáticos dependentes de esteróides quando comparados com pacientes com altas doses de beclometasona inalada com níveis similares de hiperinsuflação aponta para um efeito deletério de doses moderadas de corticóide sistêmico sobre a função da musculatura inspiratória de asmáticos, quando utilizado em longo prazo. Noventa e dois por cento da amostra de crianças asmáticas desse estudo utilizaram corticoterapia no último ano (período de avaliação do estudo), com 40% dessas em uso há mais de três anos. Esses dados não são suficientes para afirmar que a corticoterapia seja responsável pela redução de força da musculatura respiratória observada em alguns grupos. Para tanto, é necessário um acompanhamento mais específico

da função pulmonar e, sobretudo instituir uma avaliação de grupos musculares específicos em pacientes com diferentes níveis de utilização de corticoterapia (AKKOCA e cols, 1999).

A hiperinsuflação em pacientes asmáticos pode afetar também a *endurance* dos músculos respiratórios dessas crianças e adolescentes. Ramirez-Sarmiento e cols (2002) demonstraram que a redução da *endurance* dos músculos respiratórios correlacionou com a gravidade da obstrução e estava associada com a redução da força de diferentes grupos musculares. Esse estudo demonstrou redução significativa de *endurance* nos grupos de Asma-F e Asma-M em relação aos grupos CTRL-M e CTRL-F. Como esperado, foi observado também, que a *endurance* foi maior quando avaliada pela carga de 30% da P_{Imáx} em comparação com 70% dessa mesma força. Tem sido demonstrado que cargas inferiores a 60% podem ser mantidas por tempo prolongado.

Apesar de força e *endurance* da musculatura respiratória estarem correlacionadas em muitas condições, existem exemplos de disfunções onde a *endurance* não pode ser correlacionada diretamente a estimativas de pressões respiratórias ou capacidade ventilatória máxima. Características de curva de *endurance* para um dado músculo podem mudar com treinamento, desuso e terapia farmacológica. Por exemplo, em pacientes cardíacos ou indivíduos saudáveis alguns protocolos de treinamento muscular demonstram grande efeito na *endurance* em relação à força da musculatura respiratória. Alguns pacientes com asma demonstraram elevação da *endurance* enquanto

trabalhado a carga, ou força desses músculos (GRAVELY e cols, 1980) assim como pacientes com fibrose cística (McFADDEN e cols, 1982), sugerindo que esses pacientes naturalmente treinam sua *endurance* durante períodos de obstrução. Em contraste, pacientes com DPOC (O' Donnell e cols, 1998) ou pacientes em tratamento agudo de esteróides (Gilbert e cols, 1972) demonstraram acentuada redução de propriedades de *endurance* em relação à força. Assim medidas de *endurance* podem ser úteis em algumas investigações clínicas para avaliação de pacientes e respostas ao tratamento e reabilitação.

Indivíduos submetidos à realização de teste de *endurance* podem ajustar o padrão respiratório ao longo do tempo em resposta à resistência imposta (MARINI e cols, 1986). Mudanças pequenas do ciclo respiratório (SASSOON e cols, 1991), taxa de fluxo inspiratório (STRICKLAND e cols, 1991; SASSOON e cols, 1991) e volume corrente (TOBIN e cols, 1986) podem afetar amplamente as medidas de *endurance* da musculatura respiratória. Assim, parece ser apropriado monitorizar algumas variáveis do padrão respiratório. Nesse trabalho, as crianças foram monitorizadas e receberam orientações quando necessário para não ultrapassar uma frequência respiratória 20 irpm, sem grandes esforços inspiratórios. A SpO₂ foi mantida acima de 90%. Houve uma pequena variação entre início e final do teste, sem ultrapassar a frequência respiratória referida, contribuindo positivamente para a credibilidade dos resultados apresentados de *endurance*.

McKenzie e Gandevia, (1986) desenvolveram uma técnica de mensuração de *endurance* através de medidas repetidas da P_{Imáx} (18 manobras). A melhor

técnica referida foi quando utilizado dez segundos de realização da manobra, com 5 segundos de descanso entre as contrações. Em indivíduos jovens saudáveis com ciclo de 0,67, a média de pressão inspiratória alcançada na última contração foi de $87 \pm 3\%$ de P_{Imax} (GRAVELYN e cols, 1980). A pressão em nível da boca nesse ponto é de aproximadamente 0,58. Utilizando um protocolo similar, mas com frequência inferior, as pressões somente alcançaram 77%. De forma interessante quando o ciclo respiratório era reduzido a 0,5 nenhuma queda na geração de pressão era observada ao longo das 18 contrações em sujeitos normais (GRAVELYN e cols, 1980). A pressão em nível da boca era de 0,25, que pode estar logo abaixo da taxa de fadiga para os músculos da caixa torácica. (KATZ e cols, 1981; LESSARD e cols, 1996). Desvantagens potenciais incluem o fato de características de *endurance* poderem refletir capacidade anaeróbica muscular de sustentar força, mais que *endurance* aeróbica, pois o fluxo sanguíneo pode estar comprometido aos músculos durante contrações prolongadas (MARINI e cols. 1986). Pacientes com grave obstrução de via aérea podem achar o teste de difícil execução com graus variados de dispnéia. Técnicas similares devem ser testadas independentemente em pacientes.

Existem algumas equações de referência para comparação da *endurance* dos músculos respiratórios em pacientes adultos (MARTYN e cols, 1986; McElvaney e cols, 1995; Eastwood e cols, 1996). Entretanto, a literatura referente a criança ainda é inconsistente e escassa, com uma equação avaliada em população chinesa (LI e cols, 2007) e uma em população brasileira ainda sem validação (Costa-Oliveira, 2007).

Instrumentos precisos para correta avaliação de endurance, sem limitação de carga, precisam ser construídos, para fidedigna acurácia de mensuração sem sub ou super-estimar os resultados. Esse trabalho pôde contribuir com uma abrangência maior de cargas avaliadas. A alteração das propriedades da mola, triplicando sua constante elástica e possibilitou a avaliação de endurance com cargas superiores.

Alterações de força da musculatura respiratória e função pulmonar podem influenciar a capacidade funcional de indivíduos asmáticos. Esse estudo apresentou reduções de valores de P_{Imáx} no grupo de Asma-M em relação ao grupo CTRL-M e reduções de P_{Emáx} no grupo Asma-M aos grupos CTRL-M e CTRL-F. A redução de força dos músculos inspiratórios nos grupos citados não afetou a capacidade funcional dessas crianças e adolescentes. Não foi observada diferença significativa entre as distâncias caminhadas nos diferentes grupos, como mostrado na Tabela 8. Alterações de função pulmonar (Tabela 2) também não afetaram a distância caminhada.

Com o objetivo de avaliar a reprodutibilidade foram realizados dois testes com intervalo de 30 minutos entre eles. Diferentemente do observado para adultos (SOLWAY e cols, 2001), as médias das distâncias caminhadas não diferiram entre si, indicando boa reprodutibilidade do mesmo em todos os grupos estudados. Li e cols, (2005) e Gulmans e cols (1996) avaliaram crianças saudáveis e meninos com fibrose cística, respectivamente, e observaram resultados semelhantes, sugerindo que não há efeito de aprendizagem no TC6

min para crianças. Esses autores também demonstraram validade do teste por encontrarem uma correlação significativa entre o TC6 minutos e o consumo máximo de oxigênio obtido durante o teste.

O TC6 min é utilizado em crianças e adolescentes com o mesmo propósito clínico que em adultos..Butler e cols (1984), em um dos primeiros estudos realizados em pacientes com essa faixa etária, mostraram através do TC6 min realizado em crianças de 3 a 12 anos que o índice de custo fisiológico (frequência cardíaca durante a caminhada – frequência cardíaca de repouso) / (velocidade média/min) é maior em caminhadas realizadas com sapatos no que nas realizadas por crianças descalças. Oliveira (2007) realizou um estudo com o objetivo de propor uma equação de referência do TC6 min para crianças, e avaliou também o índice de custo fisiológico, como descrito a seguir:

$$CF = \{FC \text{ final} - FC \text{ inicial (bpm)}\} / \{velocidade \text{ média (m/min)}\}.$$

Costa-Oliveira substituiu a velocidade média para velocidade final, como descrito a seguir::

$$CF = \{FC \text{ final} - FC \text{ inicial (bpm)}\} / \{velocidade \text{ final (m/min)}\}.$$

Oliveira (2007) não observou diferença significativa entres os testes. Era esperado que o índice de custo fisiológico fosse maior nas crianças asmáticas por maior variação da FC durante o esforço ou menor distância caminhada.

O presente estudo, também adotou essa última forma de avaliação do índice. Contrariamente ao que se esperava o índice de custo fisiológico no grupo

asmático, para os sexos masculino ($0,40 \pm 0,08$ bpm/m/s) e feminino ($0,40 \pm 0,07$ bpm/m/s) foi menor que o grupo controle dos sexos masculino ($0,47 \pm 0,13$ bpm/m/s) e feminino ($0,50 \pm 0,1$ bpm/m/s). Esse resultado pode ser justificado pela FC basal de crianças e adolescentes asmáticos, nos sexos feminino ($82,56 \pm 7,67$ bpm) e masculino ($84,56 \pm 10,31$ bpm) ter sido menor que a FC basal do grupo controle, feminino ($91,72 \pm 11,05$ bpm) e masculino ($93,07 \pm 10,79$ bpm). Foi observado também que a variação da FC foi menor no grupo de asmático em relação ao controle, para ambos os sexos. Novamente, contrariamente ao que se esperava, a distância caminhada durante o TC6 min não apresentou diferença entre os diferentes grupos avaliados.

O escore de dispnéia, avaliado pela escala de Borg, não apresentou diferença significativa intra e intergrupos. Os grupos de Asma-M ($1,97 \pm 0,85$) e Asma-F ($2,01 \pm 1,09$) apresentaram aumento significativo de escore na escala de Borg ao final do teste em relação aos grupos CTRL-M ($1,09 \pm 1,04$) e CTRL-F ($1,41 \pm 1,30$). A maior percepção de esforço nas crianças e adolescentes asmáticos está de acordo com a literatura. Esse resultado pode estar associado a algum grau de disfunção de musculatura respiratória, principalmente de musculatura inspiratória (LESSARD e cols, 1996). O grupo Asma-M apresentou redução de força da musculatura respiratória em relação ao controle, como demonstrado na Tabela 6.

Li e cols (2007) desenvolveram equações de referência para o TC6 min em crianças chinesas saudáveis, entre 7 a 16 anos de idade. Esses autores observaram que os voluntários do sexo masculino apresentaram melhor desempenho em relação à distância caminhada, provavelmente pela maior massa

muscular e habilidade de alcançar altos níveis de atividade física. A validade dessa equação e da equação adotada nesse estudo (Oliveira, 2007), com características da população brasileira, precisa ser ainda testada. Nesse estudo foi observado que a distância caminhada pelos diferentes grupos foi inferior quando comparada com os valores previstos pela equação de Costa-Oliveira Tabelas 9 e 10.

Níveis de pressão arterial mais alta e frequência cardíaca basal menor foram encontrados nas crianças asmáticas em relação ao grupo controle. Esses resultados sugerem disfunção autonômica da FC e do controle da PA.

Receptores muscarínicos estão envolvidos na regulação de várias funções periféricas e centrais. Os receptores M1, M3 e M5 aumentam a contração da fibra muscular lisa por aumento de Ca^{++} intracelular. Diferentemente, os receptores M2 e M4 inibem a adenilciclase (KINGHAM e cols, 2003). Perifericamente, os receptores muscarínicos apresentam papel importante na regulação da função cardíaca (BRODDE & MICHEL, 1999) e pulmonar (FRYER & JACOBY, 1998). O coração expressa todos os tipos de receptores, mas o M2 apresenta o papel chave nas respostas cronotrópicas e ionotrópicas do coração.

Os nervos parassimpáticos também promovem inervação autonômica dominante nas vias aéreas e representam a via de broncoconstrição neural predominante em humanos e animais. A acetilcolina, liberada pelas terminações nervosas, interage com os receptores muscarínicos localizados nas vias aéreas promovendo a broncoobstrução. Apesar das vias aéreas expressarem os receptores M2 e M3,

esse último parece exercer o papel chave na broncoconstrição modulada pela acetilcolina. Estudos recentes sugerem que a bradicardia induzida pela ativação de receptores muscarínicos é mediada pelo receptor autoregulatório M2 e que na ausência desse receptor o tônus broncomotor aumenta significativamente (KINGHAM e cols, 2003). Pacientes com DPOC e asma têm regulação aumentada desses receptores devido ao aumento de sua expressão e aumento da acetilcolina pela inflamação.

Nesse estudo foi demonstrada pela primeira vez a disfunção autonômica da frequência cardíaca em pacientes asmáticos em repouso e durante a avaliação da capacidade funcional pelo TC6min. Como a alteração do tônus vagal está envolvida em doenças pulmonares (asma e DPOC) e cardíacas (arritmias) nós postulamos que a menor frequência cardíaca observada nesse grupo de pacientes em relação ao grupo controle, poderia estar relacionada ao aumento da atividade parassimpática, secundária ao processo inflamatório, geralmente presente nesse grupo de pacientes. Estudos posteriores são necessários para elucidar os mecanismos envolvidos nessa resposta.

A pressão arterial também se apresentou alterada no grupo de pacientes asmáticos, em repouso e no exercício. A PAS inicial dos grupos Asma-M ($105,9 \pm 11,43$ mmHg) e Asma-F ($100,6 \pm 8,6$ mmHg) foi significativamente maior que nos grupos CTRL-M ($95,0 \pm 6,93$ mmHg) e CTRL-F ($94,65 \pm 8,26$ mmHg). Houve aumento significativo de PAS final no grupo de Asma-M ($117,6 \pm 13,48$ mmHg) e Asma-F ($111,1 \pm 10,36$ mmHg) em relação aos grupos CTRL-M ($105,0 \pm 7,70$ mmHg) e CTRL-F ($105,3 \pm 8,82$ mmHg).

Estudos clínicos e epidemiológicos reconhecem a coexistência de doenças cardiovasculares e do sistema respiratório. As áreas envolvidas com o controle neural da respiração e função cardiovascular estão localizadas em regiões similares, tais como: presso- e barorreceptores. Adicionalmente, áreas de integração no tronco cerebral recebem impulsos similares de ambos os sensores. Finalmente, o tráfico de eferências neurais e seus elementos de controle, principalmente o sistema nervoso autônomo, fatores humorais e mecânicos, influenciam simultaneamente os parâmetros respiratórios e cardiovasculares.

A respiração influencia de forma importante o controle autônomo do sistema cardiovascular. A impedância à ventilação por aumento de pressão resistiva imposta ao sistema respiratório e a hiperinsuflação podem induzir ajustes autônômicos com repercussões sobre o coração e o sistema cardiovascular. O aumento da negatividade intrapleural pode aumentar o retorno venoso. Adicionalmente, a hiperinsuflação pulmonar pode aumentar a pressão arterial pulmonar e conseqüentemente, a pós-carga do ventrículo direito. Esses fatores em conjunto podem aumentar o volume diastólico final do ventrículo direito e diminuir o débito cardíaco esquerdo (RODRIGUES-MACHADO, 2008). Acreditamos que esse mecanismo não esteja envolvido na resposta da pressão arterial observado no grupo de pacientes asmáticos. Normalmente essas interações pulmão–coração culminam com redução da pressão arterial sistêmica e não com aumento como observado no grupo de pacientes asmáticos.

O aumento da pressão arterial observado nesse estudo pode ser atribuído ao uso de corticosteróide. Wang e cols (2001) avaliaram descargas espontâneas em neurônios da

região RVLM (*rostral ventro lateral medulla*) em ratos anestesiados. A RVLM apresenta um papel crítico na manutenção da pressão arterial normal. Os neurônios dessa região projetam para a região de neurônios preganglionares simpáticos situados na medula espinhal (Sved, 2004). Esses autores observaram que 76% dos neurônios avaliados apresentaram aumento na taxa de disparo com aplicação de sulfato de corticosteróide. Vinte quatro por cento não responderam a essa estimulação. Esses resultados sugerem que o corticóide pode modular a atividade de neurônios na RVLM através de um efeito rápido e, conseqüentemente, pode exercer um papel importante na integração cardiovascular.

11- CONCLUSÃO:

Os grupos avaliados nesse estudo eram semelhantes em relação à altura, peso, IMC e idade, com exceção da idade no grupo masculino de asma em relação ao grupo controle feminino.

Apesar da disfunção ventilatória e uso prolongado de corticóide no grupo de asma avaliado a relação $PE_{máx}/PI_{máx}$ não evidenciou comprometimento dos músculos inspiratórios. A $PI_{máx}$ e $PE_{máx}$ foram significativamente menor no grupo de asma masculino em relação ao grupo controle.

A redução da endurance do grupo de asmáticos, avaliada com carga de 30 e 70% da $PI_{máx}$, em relação ao grupo controle, confirmam a diferença entre a fisiopatologia da redução de força e endurance dos músculos inspiratórios. A endurance avaliada com 30% da $PI_{máx}$ foi significativamente maior que a avaliada com 70% da $PI_{máx}$, confirmando que a sobrecarga diminui o tempo de endurance para ambos os grupos.

Em relação à distância caminhada, a correlação entre distâncias foi alta em todos os grupos. A frequência cardíaca avaliada no final do teste não atingiu a FC submáxima prevista. À comparação entre os grupos observou-se que a FC do grupo de asmático foi inferior ao grupo controle. Esses pacientes apresentaram níveis basais e variação de FC após esforço significativamente menor que o grupo controle. O custo fisiológico foi significativamente inferior no grupo de asmáticos sugerindo uma disfunção autonômica da FC nesse grupo. Ainda durante a caminhada, a pressão arterial basal e após esforço

foi significativamente maior no grupo de asmáticos, sugerindo déficit de controle da pressão arterial.

O trabalho calculado pelo produto da distância caminhada e o peso não diferiu entre os diferentes grupos. Entretanto, a avaliação da dispnéia, pela escala de Borg, demonstrou que o grupo de asmático, apresentou maior percepção de esforço em relação ao grupo controle.

Em suma, houve redução de força da musculatura respiratória e *endurance* da musculatura inspiratória. A dispnéia ao exercício, o comprometimento da função pulmonar, a redução da força e *endurance* dos músculos respiratórios não modularam o desempenho funcional dos pacientes asmáticos, avaliado pelo TC6`. Entretanto, os níveis basais e o comportamento da FC e da PAM durante o esforço dos pacientes asmáticos sugerem disfunção autonômica da frequência cardíaca e do controle da pressão arterial.

12 – Referência Bibliográfica:

II CONSENSO BRASILEIRO NO MANEJO DE ASMA. J Pneumologia. 24:171-276; 1998. Disponível em: www.sbpt.org.br/publicações/consensos.

III CONSENSO BRASILEIRO NO MANEJO DE ASMA. Revista AMRIGS. 46(3,4): 151-72, 2002.

ABRANTES, MM; LAMOUNIER JÁ; COLOSIMO EA. Índice de massa corporal para identificar obesidade na infância e adolescência: indicações e controvérsias. Rev. Med. Minas Gerais, Belo Horizonte v. 12 n.3 p: 150-4, 2002.

AKKOCA O, MUNGAN D, KARABIYIKOGLU G, MISIRLIGIL Z. Inhaled and systemic corticosteroid therapies: do they contribute to inspiratory muscle weakness in asthma? Respiration. 66: 332-337, 1999.

ALDRICH TK. Respiratory muscle fatigue. Clinics in Chest Medicine; 9(2): 255-36, 1988.

ALDRICH TK, HENDLER JM, VIZIOLI LD, PARK M, MULTZ AS, SHAPIRO SM. Intrinsic positive end-expiratory pressure in ambulatory patients with airways obstruction. Am Rev Respir Dis. 147(4): 845-9, 1993.

ALDRICH TK, SPIRO P. Maximal inspiratory pressure: Does reproducibility indicate full effort? Thorax. 50: 40-43, 1995.

ALEXANDRE BA, ARAÚJO SG., RODRIGUES-MACHADO MG. Pressões Respiratórias Máximas. In: RODRIGUES-MACHADO MG. Bases da Fisioterapia Respiratória: Terapia Intensiva e Reabilitação. Guanabara Koogan. 111-123, 2008.

ALVIM CG, RICAS J, CAMARGOS PAM, LASMAR LMBLF, ANDRADE CR, IBIAPINA CC. Prevalência de transtornos emocionais e comportamentais em adolescentes com asma. J Bras Pneumol. 34(4):196-204; 2008.

AMERICAN THORACIC SOCIETY. Lung function testing: selection of reference values and interpretative strategies. Am Rev Respir Dis.144: p.1202-18, 1991.

American Thoracic Society/European Respiratory Society Statement on Pulmonary Rehabilitation. Am J Respir Crit Care Med. Vol.173 p.1390-413, 2006.

AMERICAN THORACIC SOCIETY DOCUMENTS. An official American Thoracic Society/ European Respiratory Society Statement: pulmonary function testing in preschool children. Am J Respir Crit Care Med. vol. 175, p. 1304-345, 2007.

ARMAGANIDIS A, ROUSSOS C. Measurement of the work of breathing in the critically ill patient. In: Roussos C. The Thorax vol85. Marcel Dekker; p.1231-1274; 1995.

BARNES PJ. Chronic obstructive pulmonary disease. N Engl J Méd 343: 269-280; 2000.

BARNES PJ. Distribution of receptor targets in the lung. Proc Am Thoracic Society. vol 1, p.345-351; 2004.

BARBARA C, MOTA CM, SILVA IR, RENDAS AB. Validação de um manômetro aneróide para medição das pressões respiratórias máximas. Arq SPPR. 10(3): 171-174, 1993.

BELLEMARE F, GRASSINO A. Effect of pressure and timing of contraction on human diaphragm fatigue. *J Appl Physiol.* 53: 1190-5, 1982.

BELLOFIORE S, RICCIARDOLO FL, CIANCIO N. Changes in respiratory drive account for the magnitude of dyspnea during bronchoconstriction in asthmatics. *Eur Respir J* 9(6): 1155-9, 1996.

BELMAN MJ, MITTMAN C. Ventilatory muscle training improves exercise capacity in chronic obstructive pulmonary disease patients. *American Review of Respiratory Disease.* 121: 273-80, 1980.

BELMAN MJ, THOMAS SG, LEWIS MI. Resistive breathing training in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Chest.* 90: 662-9, 1986.

BITTNER V, WEINER DH, YUSUF S. Prediction of mortality and morbidity with a 6-minute walk test in patients with left ventricular dysfunction. SOLVD Investigators. *JAMA.* 270(14): 1702-7; 1993.

BLACK FL, HYATT RE. Maximal Respiratory Pressures: Normal values and Relationships to age and sex. *American review of Respiratory Disease.* 99: 696 – 702, 1969.

BLACK LF, HYATT RE. Maximal Static Respiratory Pressure in generalized neuromuscular disease. *Am Rev Resp Dis.* 103: 641-650, 1971.

BOHN D, KISSON N. Acute asthma. *Pediatr Crit Care Med.* 2: 151-63; 2001.

BORBA A, GUIL D, NAVESCO G, MAGRO E, OLIVEIRA C, CARDOSO J, SEMEDO L. Oral steroids effects on the respiratory muscles function in severe asthmatic patients. *Rev Port Pneumol* 12(6): 39-40, 2006.

BORG G A. Psychophysical bases of perceived exertion. *Medical Science Sports Exercise.* 14(5): p.377-81, 1982.

BRADLEY ME, LEITH DE. Ventilatory muscle training and the oxygen cost of sustained hyperpnea. *J Appl Physiol. Respir Environ Exerc Physiol.* 45: 885-892, 1978.

BRITO MC, BEZERRA PG, BRITO RC, REGO JC, BURITY EF, ALVES JG. Asma em escolares do Recife – comparação de prevalências: 1994-95 e 2002. *J Pediatr.* 80: 391-400, 2004.

BRODDE OE, MICHEL MC. Adrenergic and muscarinic receptors in the human heart. *Pharmacol Rev* 51, 651-690.

BRUSCHI C, CERVERI I, ZOIA MC, FANFULLA F, FIORENTINI M, CASALI L, GRASSI M, GRASSI C. Reference values of maximal respiratory mouth pressures: a population-based study. *Am Rev Respir Dis.* 146: 790-793, 1992.

BUSSE W W , LEMANSKE R F. Asthma. *N Engl J Méd.* 344(5): p.350-62, 2001.

BUTLAND RJA, PANG J, GROSS ER, WOODCOCK AA, GEDDES DM. Two, six and 12-minute walking tests in respiratory disease. *Brit Med J*, v. 284; p. 1607-1608, 1982.

BUTLER P, ENGELBRECHT M, MAJOR RE, TAIT JH, STALLARD J, PATRICK JH. Physiological cost index of walking for normal children and its use as an indicator of physical handicap. *Devel. Med Child Neurol*, v.26, p 607-612, 1984.

CAHALIN LP, MATHIER MA, SEMIGRAN MJ, DEC GW, DiSALVO TG. The six minute walk test predicts peak oxygen uptake and survival in patients with advanced heart failure. *Chest.* 110(2): 325-32, 1996.

CARDOSO WV. Relações volume-pressão no sistema respiratório. *J Pneumologia.* 13: 27-38; 1987.

CASAGRANDE RRD, PASTORINO AC, SOUZA RGL, LEONE C, SOLÉ D, JACOB CMA. Prevalência de asma e fatores de risco em escolares da cidade de São Paulo. *Rev Saúde Pública*. 42(3); 517- 23, 2008.

CAMELO J R J S, FILHO J T, MANCHA J C. Pressões respiratórias máximas em adultos normais. *Jornal de Pneumologia*.11(4): p.181-184, 1985.

CHARFI MR, MATRAN R, REGNARD J, RICHARD MO, CHAMPEAU J, DALLAVA M, LOCKHART A. Les pressions ventilators maximales á la bouche chez l'adulte: Valeurs normales et variables explicatives. *Rev Mal Resp*. 8: 367-374; 1991.

CHATKIN JM, MENNA BS, FONSECA S. Trends in asthma mortality in young people in Southern Brazil. *Ann Allergy Asthma Immunol*, 82: 287-92; 1999.

CHEN HI, KVO CS. Relationship between respiratory muscle function and age, sex and other factors. *J Appl Physiol*. 66(2): 943-948, 1989.

CHUNG KF. Non-invasive biomarkers of asthma. *Pediatr Pulmonol Suppl*. 18: 41 – 44; 1999.

CLANTON TL, DIAZ PT. Clinical Assessment of the respiratory muscles. *Physical Therapy*. 75: 983-93, 1995.

CLANTON T L, DIXON G F, DRAKE J, GADEK J E. Effects of breathing pattern on inspiratory muscle endurance in humans. *J Appl Physiol*. 59: 1841-41, 1985.

COLE T J, BELLIZZI M C, FLEGAL K M, DIETZ W H. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *Br Med J*.320: p.1-6, 2000.

COOKSON W. The alliance of genes and environment in asthma and allergy. *Nature*. 402(suppl):B5-B11, 1999.

CUMMING R G, MITCHELL D J, LEEDSEE S R. Use the inhaled corticosteroids and risk of cataracts. *N Engl J Med*. 337: p.8-140, 1997.

DELATEUR BJ, LEHMAN JF, GRANCONI R. Mechanical work and fatigue: Their role in the development of muscle work capacity. *Arch Phys Med Rehabil*. 57: 319-324, 1976.

EIGEN H, BIELER H, GRANT D. Spirometric pulmonary function in healthy preschool children. *Am J Respir Crit Care Med*, 163: 619-623, 2001.

ENRIGHT PL, KRONMAL RA, MANOLIO TA, SCHENKER MB, HYATT RE. Respiratory muscle strength in the elderly – Correlates and reference values. *Am J Respir Crit Care Med*. 149 (2): 430-438, 1994.

ENRIGHT PL. Quality of spirometry test performance in children and adolescents: experience in a large field study. *Chest*, Park Ridge, v. 118, n.3, p. 665-71, 2000.

ENRIGHT PL. The six minute walk test. *Respir Care*. 48(8): 783-5, 2004.

ENRIGHT PL, McBURNIE A, BITTNER V. The 6-minute walk test: a quick measure of functional status in elderly adults. *Chest*. 123(2): 387-98; 2003.

ENRIGHT PL, SHERRIL DL. Reference equations for the six minute walk in healthy adults. *Am J Respir Crit Care Med*, v. 158, p. 1384-1387, 1988.

FERRER A, OROZCO-LEVI M, GEA J, MÉNDEZ R, BROQUETAS JM. Mechanical and metabolic reproducibility of the expiratory muscle endurance test using incremental threshold loading. *Arch Broncopneumol*. 36: 303-12, 2000.

FIGLIO RW, COMPARI AB, RECK CL, OLIVEIRA JK, PAMPANELLI KB, FRISTCHER CC. Variação na prevalência de asma e atopia em um grupo de escolares de Porto Alegre/RS. *J Pneumol*, 27: 237-42; 2001.

FITTING JW, BRADLEY TD, EASTON PA, LINCOLN MJ, GOLDMAN MD, GRASSINO A. Dissociation between diaphragmatic and rib cage muscle fatigue. *J Appl Physiol* 64: 959-65, 1988.

FIZ JA, MONTSERRAT JM, PICADO C, PLAZA V, AGUSTI-VIDAL A. How many manoeuvres should be done to measure maximal inspiratory mouth pressure in patients with chronic airflow obstruction? *Thorax*. 44: 419-421, 1989.

FIZ JA, TEXIDO A, IZQUIERDO J, RUIZ J, ROIG J, MOREIRA J. Postural variation of the maximum inspiratory and expiratory pressures in normal subjects. *Chest*. 97: 313-314, 1990.

FIZ J A, ROMERO P, GOMEZ R, HERNANDEZ M C, RUIZ J et al. Indices of Respiratory Endurance in Healthy Subjects. *Respiration*. 65: p.21-27, 1998.

FRYER AD, JACOBY DB. Muscarinic receptors and control of airway smooth muscle. *Am J Respir Crit Care Med*. 158, 154-160, 1998.

GAULTIER C. Respiratory muscle function in infants. *Eur Respir J*. 8: 150-153, 1995.

GERGEN PJ, MULLALLY DI, RICHARD E. National survey of prevalence of asthma among children in the United States, 1976 to 1980. *Pediatrics*, 88: 1-7, 1988.

GIBBONS WJ, FRUCHTER N, SLOAN S, LEVY RD. Reference values for a multiple repetition 6-minute walk test in healthy adults older than 20 years. *J Cardipulm Rehabil* v.21 p.87-93, 2001.

GIFT,G H. Efect of encouragement on walking test performance. *American Journal of Critical Care Medicine*.7(5): p.2200-204, 1998.

GINA: Global strategy for asthma management and prevention. National Heart, Lung and Blood Institute – USA/ World Health Organization Workshop Report, 1997. Disponível em: www.ginasthama.com

GINA: Global strategy for asthma management and prevention. National Heart, Lung and Blood Institute – USA/ World Health Organization Workshop Report. Disponível em: www.ginasthma.org.

GRAVELYN TR, WEG JR. Respiratory rate as an indicator of acute respiratory dysfunction. JAMA. 244: 1123-1125, 1980.

GULMANS VAM, VAN VELDHOVEM NHMJ, DE MEER K, HELDERS PJ M. The six minute walk test in children with cystic fibrosis: reliability and validity. Pediatr Pulmonol, v. 22, p.85-89, 1996.

HAMILTON DM, HAENNEL RG. Validity and reliability of the 6-minute walk test in cardiac rehabilitation population. J Cardiopulm Rehabil. 20(3): 156-64; 2000.

HAMNEGARD CH, WRAGG S, KYROUSSIS D, AQUILINA R, MOXHAM J, GREEN M. Portable measurement of maximum mouth pressures. Eur Respir J. 7: 398-401, 1994.

HARIK-KHAN RI, Wise RA, FOZARD JL. Determinants of maximal inspiratory pressure: the Baltimore longitudinal study of aging. Am J Respir Crit Care Med (158): 1459-1464, 1998.

HEGEWALD M J, CRAPO R O, JENSEN R L. Intraindividual peak flow variability. Chest.107: p.156-161, 1995.

HEIJDRA YF, DEKHUNZEN PNR, VAN HERWAARDEN CLA, FOLGERING HTM. Effects of body position, hyperinflation and blood gas tension on maximal respiratory pressures in patient with COPD. Thorax. 49: 453-458, 1994.

HENDERSON AC, INGENITO EP, ATILEH H, ISRAEL E, SUKI B, LUTCHEN KR. Airway Hiperresponsiveness: From Molecules to Bedside Selected Contribution: How does airway inflammation modulate asthmatic airway constriction? An antigen challenge study. *J Appl Physiol.* 95: 873-82; 2003.

ISAAC Steering Committee (The International Study of Asthma and Allergies in Childhood Steering Committee) - Worldwide variations in the prevalence of asthma symptoms: the International Study of Asthma and Allergies in Childhood (ISAAC). *Eur Respir J.*12: p.315-353, 1998.

JACKSON A C. Accuracy, reproducibility, and variability of portable peak flowmeters. *Chest.*107: p.648-651, 1995.

JAMES A. Airway remodeling in asthma. *Curr Opin Pulm Med.* 11(1): 1-6, 2005.

JARDIM JBR. Ação dos músculos respiratórios. *Jornal de Pneumologia.* 8(2): 118 – 124, 1982.

JEFFERY PK. Comparison of the structural and inflammatory features of COPD and asthma. *Chest* 117: 251-60S; 2000.

JOHNSON PH, COWLEY AJ, KINNEAR WJM. Evaluation of Threshol® trainer for inspiratory muscle endurance training: comparison with the weighted plunger method. *Eur Respir J.* 9: 2681-4, 1996.

JOHNSON PH, COWLEY AJ, KINNEAR WJM. Incremental threshold loading: a standard protocol and establishment of a reference range in naïve normal subjects. *Eur Respir J* 10: p.2868-2871, 1997.

KACMAREK RM, CYCYK MC, Chapman BS, Young PJ, Palazzo BS, Romagnoli DM. Determination of Maximal Inspiratory Pressure. A clinical study and Literature Review. *Respiratory Care.* 34: 868 – 878, 1989.

KARVONEN J, SAARELAINEN S, NIEMINEN MM. Measurement of respiratory Muscles Forces Based on maximal Inspiratory and Expiratory Pressures. *Respiration* 61: 28 – 31, 1994.

KILIAN KJ, WATSON R, OTIS J, St AMAND TA, O'BYRNE PM. Symptom perception during acute bronchoconstriction. *Am J Respir Crit Care Med.* 162(2): 490-6; 2000.

KOLOURIS N, MULNEY DA, LAROCHE CM, GOLDSTONE J, MOXHAN J, GREEN M. The effects of posture and abdominal binding on respiratory pressures. *Eur Resp J* 2: 961 – 965, 1989.

KOSEK DJ, BAMMAN MM. Modulation of the dystrophin-associated protein complex in response to resistance training in young and older men. *J Appl Physiol.* 104: 1476-1484, 2008.

LAMBERT RK. Functional significance of increased airway smooth muscle in asthma and COPD. *J Appl Physiol*; 74: 2771-81; 1993.

LEECH JA, GHEZZO H, STEVENS D, BECHLAKE MR. Respiratory pressures and function in young adults. *Am Rev Respir Dis.*128: 17-23, 1983.

LEITH DE, BRADLEY M. Ventilatory muscle strength and endurance training. *J Appl Physiol.* 41: 508-516, 1976.

LEVINE S, Kaiser P, LEFEROVICH J, TIKUNOV B. Celular adaptations in the diaphragm in chronic obstructive pulmonary disease. *N Engl J Med,* 337(25):1799-806, 1997.

LI AM, YIN J, YU CCW, TSANG T, SO HK, WONG E, CHAN D, HON EKL, SUNG R. The six minute walk test in healthy children: reliability and validity. *Eur Respir J.* v.25, p. 1057-1060, 2005.

LI AM, Yin J, AU JT, SO HK, TSANG T, WONG E, FOK TF, NG PC. Standard reference for the six-minute-walk test in healthy children aged 7 to 16 years. *Am J Respir Crit Care Med* vol 176, pp 174-180, 2007.

LIPWORTH R J. Systemic adverse effects of inhaled corticosteroid therapy: a systematic review and meta-analysis. *Arch Intern Med.*10: p.941-55, 1999.

LOUGHEED MD, LAM M, FORKERT L, WEBB KA, O'DONNELL DE. Breathlessness during acute bronchoconstriction in asthma. Pathophysiologic mechanisms. *Am Rev Respir Dis*; 148: 1452-9, 1993.

LUCAS C, STEVENSON LW, JOHNSON W. The 6-minute walk and peak oxygen consumption in advanced heart failure: aerobic capacity and survival. *Am Heart J.* 138 (4): 618-24, 1999.

MAK J R B. Effect of arterial oxygen desaturation on six-minute walk distance: perceived effort and perceived breathlessness in patients with airflow limitation. *Thorax.* v.48. p33-8, 1993.

MALLOZI MC. Valores de referência para espirometria em crianças e adolescentes, calculados a partir de uma amostra da cidade de São Paulo. 1995. 124f. Tese (Doutorado em Pediatria) – Escola Paulista de Medicina, Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 1995.

MANSON JE. A prospective study of obesity and risk of coronary heart disease in women. *N Engl J Med.* 322:882-9,1999.

MARINI JJ, SMITH TC, LAMB V. Evaluation of Inspiratory Muscles strength in Mechanically ventilated Patients: the measurement of maximal Inspiratory Pressure. *J crit care* 1: 32 – 38, 1986.

MARINI JJ, RODRIGUES RM, LAMB VJ. The inspiratory workload of patient-initiated mechanical ventilation. *Am Rev Respir Dis*; 134: 902-909, 1986.

MARTINEZ, F.J. Factors influencing ventilatory muscle recruitment in patient with C.A.O. *Am. Rev. Respir. Dis*, 142: 276-282, 1990.

MARTINEZ-MORAGON E, PERPINA M, BELLOCH A, DE DIEGO A, MARTINEZ-FRANCES M. Determinants of dyspnea in patients with different grades of stable asthma. *J Asthma*; 40(4): 375-82, 2003.

MARTYN JB, MORENO RH, PARÉ PD, PARDY RL. Measurement of inspiratory muscle performance with incremental threshold loading. *Am Respir Dis* 135: 919-23, 1987.

McCONNELL AK, ROMER LM. Inspiratory muscle training in healthy humans: resolving the controversy. (Review) *Int J Sports Med*, 25: 284-93, 2004.

McCONNEL AK. The role of inspiratory muscle function and training in the genesis of dyspnea in asthma and COPD. *Primary Care Respiratory Journal*. 14, 186-194, 2005.

McCOOL F D, McCANN D R, LEITH D E, HOPPIN F G. Pressure-flow effects on endurance of inspiratory muscles. *J Appl Physiol* 60: 299-303, 1986.

Mc ELVANEY G, BLACKIE S, MORRISON NJ, WILCOX PG, FAIRBARN MS, PARDY RL. Maximal static respiratory pressures in the normal elderly. *Am Rev Respir Dis*. 139: 277-281, 1989.

McFADDEN JP, PRICE RC, EASTWOOD HD, BRIGGS RS. Raised respiratory rate in elderly patients: a valuable physical sign. *BMJ*. 284: 626-627, 1982.

MC GAVIN C R. GRUPTA S P. MCHARDY G J R. Twelve – minute walking test for assessing disability in chronic bronchitis. *BMJ*. p.822-3, 1976.

MCKENZIE DK, GANDEVIA SC. Influence of muscle length on human inspiratory an limb muscle endurance. *Respiration Physiology* 67: 171-82, 1987.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Secretaria Nacional de Ações Básicas de Saúde, Estatísticas de Mortalidade, 2000.

MOY ML, WOODROW W J, SPARROW D, ISRAEL E, SCHWARTZSTEIN RM. Quality of dyspnea in bronchoconstriction differs from external resistive loads. *Am J Respir Crit Care Med*; 162(2): 451-5, 2000.

MOREIRA M A C. MORAES M R, TANNUS R. Teste de caminhada de seis minutos em pacientes com DPOC durante programa de reabilitação. *J Pneumol*.27: p.295-300, 2002.

MORRISON NJ, FAIRBARN MS, PARDY RL. The effect of breathing frequency on inspiratory muscle endurance during incremental threshold loading. *Chest*; 96: 85-88; 1989.

NEDER J A, ANDREONI S, LERANO M C, NERY L E. Reference values for lung function tests. II. Maximal Respiratory Pressures and Voluntary Ventilation. *Braz J Med Biol Res*.32: p.719-729, 1999.

NG GY, STOKES MJ. Maximal Inspiratory and Expiratory Mouth pressures in sitting and half-lying position in normal subjects. *Respiratory Medicine* 85: 209 – 211, 1991.

NICKERSONS BG, KEENS TG. Measuring ventilatory muscle endurance in humans as sustainable inspiratory pressure. *J Appl Physiol*. 52 (3): 768-72, 1982.

NIXON P A. JOSWIAK M L. FRICKER F J. A six-minute walk test for assessing exercise tolerance in severely ill children. *The journal of pediatrics*.v.129, p.362-6, 1996. .

O'DONNELL DE, LANN M, WEBB KA. Spirometric correlates of improvement in exercise performance after anticholinergic therapy in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care*; 160: 542-549, 1999.

O'DONNELL DE, WEBB KA. Measurement of respired volume and flow. In: Tobin MJ. Principles and practice of intensive care monitoring. McGraw-Hill p.63-80,1998.

O'KEEFFE ST, LYE M, DONNELLAN C, CARMICHAEL DN. Reproducibility and responsiveness of quality of life assessment and six minute walk test in elderly heart failure patients. Heart. 80(4): 377-82; 1998.

OLIVEIRA AC. Dissertação de Mestrado: Equação de Referência do Teste de Caminhada de Seis Minutos em Crianças e Adolescentes Saudáveis. UFMG, 2007.

OLIVEIRA A M A, CERQUEIRA E M M, SOUZA J S, OLIVEIRA A C. Sobrepeso e obesidade infantil: Influência de fatores biológicos e ambientais em Feira de Santana, BA. Arq Brás Endocrinol Metab v.47, n.2, p.144-150, 2003.

OROZOCO-LEVI M, GEA J, FERRER A, et al. Expiratory Muscle Endurance in Middle-Aged Healthy Subjects. Lung.179: p.93-103, 2001.

PARDY RL, LEITH DE. Ventilatory muscle training. In: The thorax (Part B). Roussos C, Macklem PT. Marcel Dekker Inc, 1353-65; 1985.

PAGANO M; GAUVREAU K. Princípios de Bioestatística. São Paulo: Pioneira Thompson Learning, 506p, 2004.

PEREIRA CAC. Espirometria. J Pneumol, Brasília, v. 28, n.3, p. 1-82, 2002.

PEREIRA CAC, NASPITZ C, SOLÉ D. II Consenso Brasileiro no Manejo de Asma. J Pneumologia. 28: S1-S28; 2002.

PEREIRA CAC. Valores de referência para a espirometria em uma amostra da população brasileira adulta. J Pneumol, Brasília, v. 18, n.1, p. 10-22, 1992.

PIRES SR, OLIVEIRA AC, PARREIRA VF e BRITO RR. Teste de Caminhada de Seis Minutos em Diferentes Faixas Etárias e Índices de Massa Corporal. Rev. Bras. Fisiter. v.11, n2, p. 147-151, 2007.

POLGAR G; PROMADHAT V. Pulmonary function testing in children: techniques and standards. Philadelphia: Saunders, 273p, 1971.

POLGAR G; WENG TR. The functional development of the respiratory system from the period of gestation to adulthood. Am Rev Respir Dis, New York, v.120, n.3, p.625-95, 1979.

PRIDE NB, MACKLEN PT. Lung mechanics in disease. In: Fishman AP. Handbook of Physiology. Bethesda, Md. American Physiological Society. 659-92, 1986.

QUANJER PH et al. Compilation of reference values for lung function measurements in children. Eur Respir J Suppl, Copenhagen, v.4, p. 184S-261S, 1989.

QUANJER PH; DALHUIJEN A; ZOMEREN BC. Summary equations of reference values. Bull. Eur. Physiopathol Respir. Oxford, v. 19, n.5, p.45-51, 1983.

RAMIREZ-SARMIENTO A, OROZCO-LEVI M, BARREIRO E, MÉNDEZ R, FERRER A, BROQUETAS J, GEA J. Expiratory muscle endurance in chronic obstructive pulmonary disease. Thorax 57: 132-136, 2002.

RAMIREZ-SARMIENTO A, OROZCO-LEVI M, GUELL R. Inspiratory muscle training in patients with chronic obstructive pulmonary disease: structural adaptation and physiologic outcomes. Am J Respir Crit Care Med, 166(11):1491-7.

RANDON MUPB, FORJAZ CLM, NUNES M, AMARAL SL, BARRETO ACP, NEGRÃO CE. Comparação entre a prescrição de intensidade de treinamento

físico baseada na avaliação ergométrica convencional e na ergoespirométrica. *Arq Bras Cardiol.* 70 (3): 159-66; 1998.

REDELMEIER DA, BAYOUMI AM, GOLDSTEIN RS, GUYATT GH. Interpreting small differences in functional status: the six minute walk test in chronic lung disease patients. *Am J Respir Crit Care Med.* 155(4): 1278-82; 1997.

RENDAS AB, GAMBOA T, RAMILO T, BOTELHO AS, BARBARA C, MOTA CM. Respiratory muscle function in physically active elderly women. *Archives of Gerontology and Geriatrics.* 22: 123-130, 1996.

RINGQVIST T. The Ventilatory capacity in Healthy Subjects: An Analysis of causal Factors with special reference to the Respiratory Forces. *Scand J clin Invest* 18 (suppl.): 87 – 93, 1996.

ROCHESTER DF. Tests of respiratory muscle function. *Clinic in chest medicine* 9 (2): 249-261, 1988.

RODRIGUES F, BARBARA C. Pressões máximas respiratórias: proposta de um protocolo de procedimentos. *Revista Portuguesa de Pneumologia.* VI(4): p.297-307, 2000.

RODRIGUES JC et al. Provas de função pulmonar em crianças e adolescentes. *J Pneumol, Brasília,* v. 28, n.3, p. 207-21, 2002.

RODRIGUES-MACHADO MG. Bases da fisioterapia respiratória: Terapia intensiva e reabilitação. Guanabara Koogan, 2008.

RODRIGUES-MACHADO MG, PEREIRA LM, CHAVES MR, RIBAS VL, TAVARES TB, NACARETTI PRA, ANDRADE AD, MACHADO AV. Ultrasound evaluation of diaphragm during respiratory muscle endurance test in healthy volunteers. *European Respiratory Journal* v. 24, p. 407s, 2004.

RODRIGUES-MACHADO MG. Efeitos Hemodinâmicos da ventilação mecânica. In: Rodrigues-Machado MG. Bases da fisioterapia respiratória: Terapia intensiva e reabilitação. Guanabara Koogan, 2008.

RODRIGUES LR. Avaliação do programa de reabilitação pulmonar. In: Rodrigues LR. Reabilitação pulmonar: conceitos básicos. São Paulo: Manole, 2003.

RODRIGUES SL, MENDES HF, VIEGAS CAA. Teste de caminhada de seis minutos: estudo do efeito do aprendizado em portadores de doença pulmonar obstrutiva crônica. J Bras Pneumol; 30 (2): 121-5; 2004.

RODRIGUES SL, VIEGAS CAA. Estudo da correlação entre provas funcionais respiratórias e o teste de caminhada de seis minutos em pacientes portadores de doença pulmonar obstrutiva crônica. J Pneumol. 28(6): 324-8; 2002.

ROMER LM, McCONNEL AK. Specific and reversibility of inspiratory muscle training. Med Sci Sports Exerc; 35(2): 237-44.

ROSENDO AB, STEFLI GS, BOLAN RS, SILVEIRA LVS. Avaliação da eficiência do grupo de apoio a pacientes obesos em Tubarão-SC. Arquivos Catarinenses de Santa Catarina v. 34, n.4, p.28-34, 2005.

ROSTAGNO C, OLIVIO G, COMEGLIO M. Prognostic value of 6-minute walk corridor test in patients with mild to moderate heart failure: comparison with other methods of functional evaluation. Eur J Heart Fail. 5(3): 247-52; 2003.

ROWE B H , SPOONER C H , DUCHARNE F M ,et al. Corticosteroids for preventing relapse following acute exacerbation asthma. Cochrane Database Syst Rev.2(CD000195), 2000.

ROUL G, GERMAIN P, BAREISS P. Does the six minute walk test predict the prognosis in patients with NYHA class II or III chronic heart failure? Am Heart J. 136 (3): 449-57, 1998.

RUBINSTEIN I, SLUTSKY AS, REBUCK AS, MCC-LEAN PA, BOUCHER R, SZEINBERG A, ZAMEL N. Assessment of maximal expiratory pressure in healthy adults. *J Appl Physiol.* 64: 2215-2219; 1988.

SASSON CSH, LIGHT RW, LODIA R, SIECK GC, MAHUTTE CK. Pressure-time product during continuous positive airway pressure, pressure support ventilation, and T-piece during weaning from mechanical ventilation. *Am Rev Respir Dis;* 143: 469-475, 1991.

SHAH MR, HASSELBLAD V, GHEORGHIAD E M. Prognostic usefulness of the six minute walk in patients with advanced congestive heart failure secondary to ischemic or nonischemic cardiomyopathy. *Am J Cardiol.* 88 (9): 987-93; 2001.

SCHOEMBERG JB, BECK GL, BOUHUYS A. Growth and decay of pulmonary function in healthy blacks and whites. *Respir Physiol.* V.33, n.3. p.367-93, 1978.

SCHMIDT R, DONATO C R F, VALLE P H C, COSTA D. Avaliação da força muscular respiratória em crianças e adolescentes. *Revista de Fisioterapia da Universidade Cruz Alta.* 1: p.41-54, 1999.

SCHWARTZ JD et al. Analysis of spirometric data from a national sample of healthy 6 to 24-year-olds (NHANES II). *Am Rev Respir Dis, New York,* v. 138, n.6, p. 1405-14, 1988.

SCLAUSER P IMB, PARREIRA VF, LORENZO VAP, REIS MAS, COSTA D. Análise da hiperinsuflação pulmonar dinâmica (HD) após atividade de vida diária em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica. *Rev Bras Fisioterapia.* V. 11 n 6, 469-74; 2007.

SHARDONOFFSKY F. Airway pressures during crying in health infants. *Pediatr Pulmonol.* 6: 14-18, 1989.

SMYTH RJ, CHAPMAN KR, REBUCK AS. Maximal inspiratory and expiratory pressures in adolescents. Normal values. *Chest.* 86: 568-572; 1984.

SOARES CPS, PIRES SR, BRITO RR, PARREIRA VF. Avaliação da aplicabilidade da equação de referência para estimativa de performance no teste de caminhada de seis minutos. Rev Soc Cardiol São Paulo. 14 (2): 1-8; 2004.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE PNEUMOLOGIA E TISIOLOGIA – SBPT. Consenso Brasileiro de Espirometria. J Pneumol, Brasília, v. 22, n.3, p. 105- 64, 1996.

SOLÉ D, WANDALSEN GF, CAMELO-NUNES IC, NASPITZ CK (ISSAC-Grupo brasileiro). Prevalência de sintomas de asma, rinite e eczema atópico entre crianças e adolescentes brasileiros identificados pelo International Study of Asthma and Allergies (ISAAC) - Fase 3. J Pediatr; 82 (5): 341-6, 2006.

SOLWAY S, BROOKS D, LACASSE Y, THOMAS S. A qualitative systematic overview of the measurement properties of functional walk test used in the cardiorespiratory domain. Chest v 119, p.256-70, 2001.

SOUZA R B. Pressões respiratórias estáticas máximas. In: Diretrizes para testes de função pulmonar. PEREIRA C A C, NEDER J A (Eds) Brasil. p.155-165, 2002.

STEELE B. Timed walking tests of exercise capacity in chronic cardiopulmonary illness. J Cardiopulm Rehabil, v.16 n.1, p. 25-33, 1996.

STRICKLAND JH, HASSON JH. A computer-controlled ventilator weaning system. Chest; 100: 1096-1099, 1991.

SVED AF. Tonic glutamatergic drive of RVLM vasomotor neurons? Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol 287: R1301-R1303, 2004.

SUISSA S, ERNST P. Inhaled corticosteroid: impact on asthma morbidity and mortality. J Allergy Clin Immunol.107: p.937-44, 2001.

TIFFENEAU R; PINELLI A. Air circulant et captif dans l'exploration de la fonction ventilatrice pulmonaire. *Paris Médical*, v. 37, p.624-28, 1947, apud PEREIRA CAC. Valores de referência para a espirometria em uma amostra da população brasileira adulta. 113f. Tese (Doutorado em Pneumologia)-Escola Paulista de Medicina, Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 1992.

THOMPSON WH, CARVALHO P, SOUZA JP, CHARAN NB. Effect of expiratory resistive loading on the noninvasive tension-time index in COPD. *J Appl Physiol* 89(5): 2007-14, 2000.

TOBIN, M.J. Respiratory muscle function. *Clin. Chest Med.*, 9: 263-286, 1988.

TOBIN MJ, PEREZ W, GUENTHER SM, SEMMES BJ, MADOR MJ, ALLEN SJ, LODATO RF, DANTZKER DR. The pattern of breathing during successful and unsuccessful trial of weaning from mechanical ventilation. *Am Rev Respir Dis*, 134: 1111-1118, 1986.

TRAVIS WD, BEASLEY MB, RUBIN E. Sistema respiratório. In: RUBIN E, GORSTEIN F, RUBIN R, SCHWARTING R, STRAYER D. *Patologia: bases clinicopatológicas da medicina*. Guanabara Koogan. 4 edição, 2006.

TRUWIT JD, MARINI JJ. Validation of Thechnique to Asses Maximal Inspiratory pressure in Poorly Cooperative Patients. *Chest* 102: 1216 – 19, 1992.

Tzelepis GE, Zakyntinos S, Vassilakopoulos T, Geroulanos S, Roussos C. Inspiratory manauver effects on Peak expiratory Flow: role of lung elastic Recoil and expiratory pressure. *Am Journal Respir Crit Care Med* 156: 1339 – 1404, 1997.

TULLY K, KOKE K, GARSHICK E, LIEBERMAN SL, TUN CG, BROWN R. Maximal expiratory pressures in spinal cord injury using two mouthpieces. *Chest*. 112: 113-116, 1997.

VERRIL DE, BARTON C, BEASLEY W, LIPPARD M, KING CN. Six minute walk performance and quality of life comparisons in North Carolina cardiac rehabilitation programs. *Heart Lung*. 32 (1): 41-51; 2003.

VINCKEN GH, GHEZZO H, COSIO MG. Maximal static respiratory pressures in adults: normal values and their relationship to determinants of respiratory function. *Bull Eur Physiopath Respir*. 23: 435-439, 1987.

VIGNOLA AM, MIRABELLA F, COSTANZO G, Di GIORGI R, GJOMARKAJ M, BELLIA V. Airway remodeling in asthma. *Chest* 123 (3): 417S-22S; 2003.

III CONSENSO BRASILEIRO NO MANEJO DE ASMA. *J Pneumol*. 2002.

WANG WZ, RONG WF, WANG CM, WANG JW, WANG JJ, YUAN WJ. Effects of corticosterone on the activity of the neurons in the rostral ventrolateral medulla of rats. *Sheng Li Xue Bao*.53(4): 270-4, 2001.

WEINER P, SUO J, FERNANDEZ E, CHERNIAC RM. The effect of hyperinflation on respiratory muscle strength and efficiency in healthy subjects and patients with asthma. *Am Rev Respir Dis*. 141(6): 1501-5, 1990.

WEN AS, WOO MS, KEENS TG. How many maneuvers are required to measure maximal inspiratory pressure accurately? *Chest*; 111 (3): 802-807; 1997.

WENZEL SE. Bronchoscopic evaluation of severe asthma. Persistent inflammation associated with high dose glucocorticoids. *Am J Respir Crit Care Med*; 156: 737-43; 1997.

WILSON S H, COOKE N T, EDWARDS R H T, SPIRO S G. Predicted Normal Values for maximal respiratory pressures in caucasian adults and childrens. *Thorax*.39: p.535-538, 1984.

WINDISCH W, HENNINGS E, SORICHTER S, HAMM H, CRIÉE CP. Peak or plateau maximal inspiratory mouth pressure: Wich is best? Eur Respir J. 23:708-713, 2004.

ZAKYNTHINOS S, VASSILAKOPOULOS T, MAVROMMATIS A, ROUSSOUS C, TZELEPIS G. Effects of Different Expiratory Manauvers on Inspiratory Muscle Force Output. Am J Resp Crit Care Méd. 159: 892 – 895, 1999.

13 - Anexos

Anexo 01 – Termo de Consentimento pós-informação

1 – Informação aos pais e / ou responsáveis :

Esclarecemos através desta, aos pais e/ou responsáveis do participante, o objetivo deste estudo, de avaliar a resistência da musculatura respiratória em crianças e adolescentes sem e com asma persistente. Portanto, um estudo para verificar a capacidade de realizar exercício físico, sendo avaliado a resistência, ou seja, a forma de adaptação a stress cotidiano.

A criança com asma persistente apresenta-se, na maioria das vezes, com menos condição para tolerar exercícios físicos comuns, ou seja, cansam-se muito rápido quando realizam qualquer exercício ou simples tarefa do dia a dia.

A criança sem asma, realiza diariamente mais exercício físico, sem contudo ser comprovado que a criança utiliza corretamente seus músculos respiratórios durante o exercício.

Este estudo possui como objetivo, verificar o aparecimento de qualquer problema na musculatura respiratória destas crianças. Somente após melhor conhecimento de como trabalha estes músculos em cada criança, é que poderemos tratar corretamente cada uma delas. Esta pesquisa será útil ao participante do estudo, podendo ainda ajudar outras crianças com o mesmo tipo de problema.

Após verificação de dados como peso, altura e massa corporal, realizaremos alguns testes pulmonares, tais como:

- Espirometria: Avalia objetivamente o grau de dificuldade da respiração, sendo útil especialmente no acompanhamento de asmáticos moderados e graves. A criança irá puxar o máximo de ar que conseguir e imediatamente após, juntar devidamente os lábios ao bucal do aparelho e soltar todo o ar pelo bucal, em um sopro único e rápido.
- Peak flow: a medida do pico de fluxo expiratório (PFE), é especialmente importante no acompanhamento de crianças com asma grave e crianças com dificuldade de percepção dos sintomas. Utilizada também para avaliar o grau de dificuldade da respiração. A criança irá encher o peito de ar ao máximo, e a seguir em um sopro único e rápido soprar no bucal do aparelho.
- Teste de caminhada de seis minutos: Este teste avalia a capacidade de realizar exercícios físicos. A criança caminhará o mais rápido possível, sem correr, em uma pista plana e será registrado a distância máxima percorrida.
- Teste de força dos músculos expiratórios: Este teste utiliza um aparelho (manuvacuômetro) para avaliar a força dos músculos que fazem a criança soltar o ar. A criança será orientada a encher o peito de ar ao máximo e a seguir soprar o mais forte possível contra a via aérea fechada do aparelho.
- Teste de força dos músculos inspiratórios: Este teste avalia através do manovacuômetro a força dos músculos que fazem a criança puxar o ar. A criança será orientada a esvaziar o peito de ar ao máximo e a seguir puxar o ar o mais forte possível contra a via aérea fechada do aparelho.

- Teste de resistência dos músculos respiratórios: Este teste avalia a resistência dos músculos que fazem encher e esvaziar o peito de ar quando colocados em algum tipo de dificuldade para respirar. Após verificação da pressão máxima sob a qual a criança consegue respirar, ela respirará em um aparelho com o máximo desta força, pelo maior período de tempo possível, até que se sintam cansadas.

Durante a realização dos testes, se ocorrerem sintomas como zumbidos no ouvido, tonteira, dor de cabeça, falta de ar, a pesquisadora deverá ser informada. Após conhecimento, o teste será interrompido, a criança examinada e a assistência será dada imediatamente. Vale lembrar ainda que, a examinadora é capaz de perceber imediatamente os sintomas na criança que não a deixe continuar os testes, bem como de dar toda a assistência necessária.

As crianças admitidas no teste, receberão tratamento de fisioterapia respiratória especializada, caso necessitem, mesmo que por qualquer motivo tenham sido retiradas do estudo.

A criança ou o responsável poderá interromper qualquer um dos testes quando achar necessário, recusando-se a participar; ou retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem qualquer penalização ou dano a criança.

Serão avaliadas crianças com e sem asma persistente. O grupo de crianças sem asma não poderá ter qualquer doença pulmonar anterior, deformidade importante no tórax, doença neuromuscular, cardiovascular, reumatológica e osteoarticular.

As crianças com asma persistente não poderão apresentar outra doença pulmonar crônica e adquiridas ao nascimento (como fibrose cística, tuberculose e bronquiectasia), asma aguda, síndrome genética e, não poderão ter estado infectadas (vias aéreas) há menos de 30 dias ou qualquer um dos fatores citados para as crianças sem asma.

Os gastos com a pesquisa serão todos por conta da pesquisadora. Portanto o participante não pagará nada, em hipótese alguma para participar da pesquisa. Não haverá também nenhum tipo de pagamento, aos voluntários, à pesquisadora e à instituição.

Esta pesquisa não oferece riscos diretos ao examinado, podendo contudo, as crianças avaliados apresentarem desde desconfortos pequenos durante a realização dos testes ao um desencadear de asma aguda. A pesquisadora realizará os testes, com auxílio médico no local, sendo de total responsabilidade da pesquisadora todo o recurso utilizado para alívio e conforto da criança.

Após verificação do verdadeiro problema da musculatura respiratória da criança, ela poderá ser encaminhada a programas específicos de tratamento fisioterápico, visando melhora sua qualidade de vida.

Os dados obtidos neste estudo, serão analisados e publicados sob forma de pesquisa, sendo a privacidade quanto aos dados e a identidade dos participantes assegurada.

1.1- Declaração do termo de consentimento pós-informação

Declaro que concordo com a participação neste estudo, após ser suficientemente informado (a) a respeito da natureza, benefícios e objetivos da pesquisa , bem como, dos métodos que serão utilizados na avaliação. Afirmando ainda que não recebi nenhum tipo de pressão que pudesse influenciar minha decisão.

Ficou claro ainda, que poderei a qualquer momento, interromper os testes, se ocorrer dúvidas sobre o que me foi esclarecido sobre esta pesquisa, sem qualquer dano para o meu filho.

Após esclarecimento sobre a pesquisa, concordo em participar.

Assinatura:

Pai e/ou responsável

Pesquisadores responsáveis / telefones para esclarecimentos de qualquer dúvida pertinentes ao estudo:

Betânia Luiza Alexandre (pesquisadora) fone: (031) 3283-4317(resid.) / 3224-7879 / 9998-3783

Maria Jussara Fernandes Fontes (orientadora) fone: (031) 3248-9772 / 99785953

Maria da Glória Rodrigues Machado (co-orientadora) fone: (031) 3227-8453 / 99528453

Comitê de Ética em Pesquisa fone: 3248-9364 (para esclarecimento de dúvidas sobre seus direitos e aspecto ético deste estudo)

Anexo 2- Informação à criança :

Gostaríamos de contar, com a sua ajuda na realização deste trabalho.

Precisamos estudar aqui, se você apresenta cansaço fácil para a realização de exercícios comuns como caminhar, correr, tomar banho, jogar bola, brincadeiras em geral. Para isto, precisamos fazer algumas medidas, que você conseguirá facilmente realizar.

Primeiro, vamos medir a capacidade de seu pulmão. Para isto você precisará somente, encher o peito de ar e depois soprar todo o ar em um bucal, de uma só vez e rápido; em dois aparelhos diferentes.

Depois, você caminhará o mais rápido que conseguir, sem correr, em um lugar reto, para podermos ver o quanto você consegue andar.

Após estes dois testes, precisaremos medir a força dos seus músculos quando você puxar o ar, e depois quando você soltar o ar. E, por último, quando encontrarmos esta força do seu músculo, você respirará em um aparelho com quase o máximo desta força, pelo maior período de tempo possível, até que se sintam cansados.

Durante estes testes, nada de errado vai acontecer a você. O que pode ocorrer às vezes, é apenas uma tonteira leve e passageira, dor de cabeça, zumbido no ouvido. Você receberá atendimento imediato se ocorrer qualquer um destes fatos.

Com a sua vontade em nos ajudar, fazendo estes testes, você estará contribuindo para uma vida mais saudável de outras crianças também. Todos precisam e devem conseguir correr, brincar, pular, fazer qualquer atividade sem cansar.

Através destes testes, se vocês tiverem qualquer problema nos músculos respiratórios, que estejam fazendo vocês se cansarem facilmente durante exercícios simples, como tomar banho, caminhar e correr; poderemos tratá-los e diminuir este cansaço para que consiga fazer estes exercícios sem tanto esforço.

Se por qualquer motivo, você quiser interromper o teste em qualquer período da pesquisa, você pode; e não sofrerá nada com isto.

2,1- Declaração do termo de consentimento após informação:

Declaro que concordo em participar deste estudo, após terem sido dados a mim, todas as informações sobre esta pesquisa.

Afirmo ainda que não recebi nenhum tipo de pressão para aceitar a participar.

Ficou claro, que se eu quiser, posso interromper os testes a qualquer momento, sem qualquer dano.

Sendo assim, concordo em participar,

Assinatura:

_____ Criança (participante do estudo)

Pesquisadores responsáveis:

Betânia Luiza Alexandre (pesquisadora) fone: (031)3283-4317(resid.) / 3224-7879 / 9998-3783

Maria Jussara Fernandes Fontes (orientadora) fone: (031) 3248-9772 / 99785953

Maria da Glória Rodrigues Machado (co-orientadora) fone: (031) 3227-8453 /
9952-8453

Comitê de Ética em Pesquisa fone : 3248-9364

Anexo 3

TEMPO 1: IDENTIFICAÇÃO DA CRIANÇA	
01. Data da avaliação: ____ / ____ / ____	01 __ _ / __ _ / __ _ _
02. Nome: _____	
03. Registro: _____	03 __ _ _ _ _
04. Data de nascimento: ____ / ____ / ____	04 __ _ / __ _ / __ _ _
05. Sexo: 1. Masculino 2. Feminino	05 __
06. Idade: _____ anos	06 __ _
07. Raça: 1. Branca 2. Parda 3. Negra	07 __
08. Naturalidade: 1. BH 2. Interior do estado 3. Outro estado	08 __
08.1. Qual estado? _____	08.1 __ _
Endereço Completo	
09. Rua/Av. _____	
10. Bairro: _____	
11. Cidade: _____	
12. UF: _____	
13. CEP: _____ - _____	
14. Telefone de contato _____	
15. Médico: _____	
16. Escolaridade da criança:	16 __ _
1. Analfabeto	
2. 1ª série / 1º grau	
3. 2ª série / 1º grau	
4. 3ª série / 1º grau	
5. 4ª série / 1º grau	
6. 5ª série / 1º grau	
7. 6ª série / 1º grau	
8. 7ª série / 1º grau	
9. 8ª série / 1º grau	
10. 2º grau incompleto	
17. Peso (kg) : _____	17 __ _ , __
18. Altura (cm) : _____	18 __ _ _
19. Fumante: 1. Sim 2. Não 7. Sem informação 8. Não respondeu	19 __
19.1. <u>SE FUMANTE</u> :	19.1 __
1. Ativo 2. Passivo 7. Sem informação 8. Não respondeu 9. Não se aplica	
20. Atividade física? 1. Sim 2. Não 7. Sem informação 8. Não respondeu	20 __ _
20.1. Qual atividade?	20.1 __
1. Natação 2. futebol 3. corrida 4. ciclismo 5. Lutas marciais	
6. Outros	
9. Não se aplica	
20.2. Intensidade: 1. escassa 2. moderada 3. intensa 9. Não se aplica	20.2 __

TEMPO 2: IDENTIFICAÇÃO DA MÃE OU RESPONSÁVEL	
21. Nome da mãe ou responsável: _____	
22. Renda familiar:	22 __
0. Não sabe	
1. Menos de 1 salário mínimo	
2. 1 salário mínimo	
3. De 1 a 3 salários mínimos	
4. De 3 a 5 salários mínimos	
5. Mais que 5 salários mínimos	
7. Sem informação	
8. Não respondeu	
23. Total de habitantes no domicílio? _____	23 __ _
24. Nº total de cômodos? _____	24 __ _
25. Nº de cômodos utilizados para dormitório? _____	25 __ _
26. Banheiro? 1. Sim 2. Não 7. Sem informação 8. Não respondeu	26 __
27. Água encanada? 1. Sim 2. Não 7. Sem informação 8. Não respondeu	27 __

28. Grau de instrução da mãe			28		
1. Analfabeto	2. Ensino fundamental incompleto	3. Ensino fundamental completo			
4. Ensino médio incompleto	5. Ensino médio completo	6. Ensino superior			
7. Ensino superior completo	0. Não sabe				

29. Grau de instrução do pai			31		
1. Analfabeto	2. Ensino fundamental incompleto	3. Ensino fundamental completo			
4. Ensino médio incompleto	5. Ensino médio completo	6. Ensino superior			
7. Ensino superior completo	0. Não sabe				
30. Mãe fumou durante a gravidez?	1. Sim	2. Não	7. Sem informação	8. Não respondeu	31
0. Não sabe					
<u>SE A MAE FUMOU DURANTE A GRAVIDEZ:</u>					
31.1. Quantos cigarros/dia?	_____				31.1
31.2. Por quanto tempo?	_____				31.2
32. Outro fumante domiciliar durante a gravidez?			32		
1. Sim	2. Não	7. Sem informação	8. Não respondeu	0. Não sabe	
<u>SE OUTRO FUMANTE DOMICILIAR FUMOU DURANTE A GRAVIDEZ:</u>					
32.1. Quantos cigarros/dia?	_____				32.1
32.2. Por quanto tempo?	_____				32.2
33. Atualmente há algum fumante em contato direto com a criança no domicílio?			33		
1. Sim	2. Não	7. Sem informação	8. Não respondeu	0. Não sabe	
33.1. <u>SE SIM</u> : Especifique quem:	_____				
34. Mãe fuma atualmente?	1. Sim	2. Não	7. Sem informação	8. Não respondeu	34
0. Não sabe					
34.1. <u>SE SIM</u> : Quantos cigarros/dia?	_____				34.1
35. Mãe fuma NO domicílio?	1. Sim	2. Não	7. Sem informação	8. Não respondeu	35
0. Não sabe					
35.1. <u>SE SIM</u> : Há quanto tempo?	_____				35.1
36. Mãe fuma FORA DO domicílio?			36		
1. Sim	2. Não	7. Sem informação	8. Não respondeu	0. Não sabe	
36.1. <u>SE SIM</u> : Há quanto tempo?	_____				36.1

TEMPO 3: HISTÓRIA FAMILIAR

37. História familiar de asma?	1. Sim	2. Não	7. Sem informação	8. Não respondeu	37
0. Não sabe					
37.1. <u>SE SIM</u> : Especificar	_____				37.1

38. Amamentação no peito? respondeu 0. Não sabe 1. Sim 2. Não 7. Sem informação 8. Não	38 __
38.1. <u>SE SIM</u> : Quanto tempo (em meses)? _____	38.1 __
39. Número de pessoas que dormem no mesmo quarto da criança, excluindo a criança: _____	39 __
40. Usa o colchão atual há quanto tempo? _____	40 __
41. Usa o travesseiro atual há quanto tempo? _____	41 __
42. O travesseiro é encapado? (capa impermeável feita de napa, plástico...)?	42 __
1. Sim 2. Não 7. Sem informação 8. Não respondeu 0. Não sabe	
43. O colchão é encapado? 1. Sim 2. Não 7. Sem informação 8. Não respondeu 0. Não sabe	43 __
44. Possui plantas? 1. Sim 2. Não 7. Sem informação 8. Não respondeu 0. Não sabe	44 __
45. Fogão de lenha: 1. Sim 2. Não 7. Sem informação 8. Não respondeu 0. Não sabe	45 __
46. Gato(s)? 1. Sim 2. Não 7. Sem informação 8. Não respondeu 0. Não sabe	46 __
47. Pássaro(s)? 1. Sim 2. Não 7. Sem informação 8. Não respondeu 0. Não sabe	47 __
48. Cachorro(s)? 1. Sim 2. Não 7. Sem informação 8. Não respondeu 0. Não sabe	48 __
49. Em casa há objetos que acumulam pó? (cortina, livros, caixas, bicho de pelúcia) 1. Sim 2. Não 7. Sem informação 8. Não respondeu 0. Não sabe	49 __
50. Mofo em casa? 1. Sim 2. Não 7. Sem informação 8. Não respondeu 0. Não sabe	50 __
51. Ambiente úmido? 1. Sim 2. Não 7. Sem informação 8. Não respondeu 0. Não sabe	51 __

TEMPO 4: MONITORIZAÇÃO

52. Idade início do primeiro episódio de chieira? _____	52 __
53. Idade da asma (quando começou): _____	53 __
54. Nível da asma (graus): _____	54 __
55. A criança já foi a algum serviço de urgência por asma?	55 __
1. Sim 2. Não 7. Sem informação 8. Não respondeu 0. Não sabe	
55.1. <u>SE SIM</u> : Vezes/ano: _____	55.1 __
56. A criança já foi hospitalizada por asma?	56 __
1. Sim 2. Não 7. Sem informação 8. Não respondeu 0. Não sabe	
56.1. <u>SE SIM</u> : Vezes/ano: _____	56.1 __
57. Há quanto tempo foi a última internação? _____	57 __
58. A criança já foi hospitalizada por outras patologias?	58 __
1. Sim 2. Não 7. Sem informação 8. Não respondeu 0. Não sabe	
58.1. <u>SE SIM</u> : Especificar (pneumonia, cirurgias, bronquite, outros): _____	58.1 __
59. A criança já fez uso de β_2 agonista (micro, oral, spray ou pó seco) (salbutamol - aerolin, fenoterol - berotec, bricanyl)?	59 __
1. Sim 2. Não 7. Sem informação 8. Não respondeu 0. Não sabe	
60. Quantos tratamentos de CI (corticoterapia inalatória) persistente a criança já realizou até hoje?	60 __

61. Nome dos corticóides inalatórios já utilizados: (listar) clenil, becosol, busonide, flunitec, fluxotide, azmacorti, outros): _____	
62. Duração média dos tratamentos com CI persistente: _____ (dias)	62 __
63. Classificação da asma ao iniciar a CI: _____	63 __
63.1. dosagem: _____	63.1 __
64. A criança já fez uso de corticóide sistêmico (decadrom, celestamine, prednisolona, meticortem, outros)?	64 __
1. Sim 2. Não 7. Sem informação 8. Não respondeu 0. Não sabe	
SE SIM,	
64.1. Quantas vezes? _____	64.1 __
64.2 Última data: _____	64.2 __
64.3. Geralmente esses tratamentos duraram quanto tempo? _____	64.3 __
65. A criança fez uso de pomada ou creme de corticóide (tópico) (dexametasona)?	65 __
1. Sim 2. Não 7. Sem informação 8. Não respondeu 0. Não sabe	
66. Idade no primeiro episódio de sibilância:	66 __
1. De 0 a 6 meses 2. De 7 meses a 1 ano 3. De 1 a 2 anos	
4. De 2 a 3 anos	
5. De 3 a 4 anos 6. De 4 a 5 anos 7. Mais que 5 anos	
0. Não sabe	
67. Há quanto tempo havia ocorrido os primeiros sintomas da doença quando iniciou o primeiro tratamento com corticóide inalatório persistente? _____	67 __
68. A criança já apresentou rinite alérgica?	68 __
1. Sim 2. Não 7. Sem informação 8. Não respondeu 0. Não sabe	
68.1 SE SIM, com que idade? _____	68.1 __
69. A criança já apresentou conjuntivite alérgica?	69 __
1. Sim 2. Não 7. Sem informação 8. Não respondeu 0. Não sabe	
70. A criança já apresentou alergia de fonte a especificar:	70 __
1. picada de inseto 2. eczema 3. dermatite seborreica	
71. Tem azia (queimação)?	71 __
1. Sim 2. Não 7. Sem informação 8. Não respondeu	
0. Não sabe	
72. Dor torácica?	72 __
1. Sim 2. Não 7. Sem informação 8. Não respondeu	
0. Não sabe	
73. Vômitos freqüentes?	73 __
1. Sim 2. Não 7. Sem informação 8. Não respondeu	
0. Não sabe	
74. Tosse noturna?	74 __
1. Sim 2. Não 7. Sem informação 8. Não respondeu	
0. Não sabe	
75. Otite?	75 __
1. Sim 2. Não 7. Sem informação 8. Não respondeu	
0. Não sabe	
76. Faringite?	76 __
1. Sim 2. Não 7. Sem informação 8. Não respondeu	
0. Não sabe	
77. sinusite?	77 __
1. Sim 2. Não 7. Sem informação 8. Não respondeu	
0. Não sabe	
78. Laringite?	78 __
1. Sim 2. Não 7. Sem informação 8. Não respondeu	
0. Não sabe	
79. Usou corticóide?	79 __
1. Sim 2. Não 7. Sem informação 8. Não respondeu	
0. Não sabe	
80. Corticóide inalatório usado no momento: _____	80 __

81. Quando começou a usar o atual tratamento com CI persistente? _____	81	
81.1. Dose/dia: _____	81.1	
82. Duração do atual tratamento com CI persistente considerando a data da primeira prescrição até a data de hoje: _____	82	
83. Interrompeu este tratamento alguma vez?	83	
1. Sim 2. Não 7. Sem informação 8. Não respondeu 0. Não sabe		
<u>SE SIM,</u>		
83.1. Quantas vezes? _____	83.1	
83.2. Motivo: _____	83.2	
83.3. Por quanto tempo? _____	83.3	
84. Usa espaçador? 1. Sim 2. Não 7. Sem informação 8. Não respondeu	84	
0. Não sabe		
84.1 <u>SE SIM,</u> Qual o tipo? 1. Máscara 2. Bocal	84.1	
85. Data da última crise: ____ / ____ / _____		
85.1. Especificar tratamento: _____		
85.2. Local: 1. domicílio 2. centro de saúde 3. urgência hospitalar 4. outros	85.2	
Medicamento		
85.3. B ₂ adrenérgico? 1. Sim 2. Não 7. Sem informação 8. Não respondeu	85.3	
0. Não sabe		
85.3.1. Dose/dia: _____	85.3.1	
85.4. Corticóide? 1. Sim 2. Não 7. Sem informação 8. Não respondeu 0. Não sabe	85.4	
85.4.1. Dose/dia: _____	85.4.1	

Considere os últimos 12 meses e responda:

86. A criança possui sintomas atualmente (tosse, chieira e/ou dispnéia)?	86	
1. Sim 2. Não 7. Sem informação 8. Não respondeu 0. Não sabe		
87. Nível atual da asma (graus): _____	87	
88. Número de crises de asma nesse período? _____	88	
89. Número de visitas a urgências por asma? _____	89	
90. Número de internações por asma? _____	90	
91. Número de internações por outras patologias? _____	91	
92. Uso de corticóide sistêmico: 1. Sim 2. Não 7. Sem informação 8. Não respondeu 0. Não sabe	92	
92.1. Número de tratamentos: _____	93	
92.2. Duração média: _____	94	
93. Uso atual de corticóide inalatório:	95	
1. Sim 2. Não 7. Sem informação 8. Não respondeu 0. Não sabe		
93.1. Tempo de dosagem: 1. menos que 1 ano 2. 1 ano 3. mais do que 1 ano 4. mais que 2 anos	93.1	
93.2. Duração média: _____	93.2	
94. Uso atual de corticóide endovenoso:	94	
1. Sim 2. Não 7. Sem informação 8. Não respondeu 0. Não sabe		
94.1. Tempo de dosagem: 1. menos que 1 ano 2. 1 ano 3. mais do que 1 ano	94.1	
4. mais que 2 anos		
94.2. Duração média: _____	94.2	

95. Período intercrise nesse período foi sintomático (tosse, cansaça e/ou dispnéia): 1. Sim 2. Não 7. Sem informação 8. Não respondeu 0. Não sabe	95 __
96. Sintomas noturnos: 1. Sim 2. Não 7. Sem informação 8. Não respondeu 0. Não sabe	96 __
96.1. Frequência mensal: _____	96.1 __
96.2. Sintomas com exercícios: _____	96.2 __
97. Frequência mensal do uso do salbutamol ou berotec ou bricanyl? _____	97 __
97.1. Dosagem: _____	97.1 __
98. Classificação da asma atual (últimos 12 meses): _____	98 __

Sobre a rinite na época da espirometria:	
99. Coceira no nariz? respondeu 0. Não sabe	99 __
100. Nariz tampado? respondeu 0. Não sabe	100 __
101. Espirros? respondeu 0. Não sabe	101 __
102. Nariz escorrendo? respondeu 0. Não sabe	102 __
103. Já realizou teste cutâneo? respondeu 0. Não sabe	103 __
103.1. Resultado teste cutâneo: alérgico a que? _____	
104. Está usando anti-histamínico para rinite (polaramine, claritin, loratadina, ebastel, histamin...)? 1. Sim 2. Não 7. Sem informação 8. Não respondeu 0. Não sabe	104 __
<u>SE SIM:</u>	
104.1. Especificar: _____	
104.2 Tempo de uso: _____	104.2 __
105. Quantas vezes usou anti-histamínico no último ano? _____	105 __
106. Associado ao tratamento atual com CI persistente usou também o corticóide nasal (clenil nasal, becosol nasal, nasonex, nasacort, flixonase...)? 1. Sim 2. Não 7. Sem informação 8. Não respondeu 0. Não sabe	106 __
<u>SE SIM:</u>	
106.1. Especificar: _____	
106.2 Quanto tempo: _____	106.2 __
106.3 Dose/dia: _____	106.3 __

Protocolo de Medidas:**1ª medida****2ª medida****3ª medida****Dados vitais repouso:**

PA (mmHg)

FC (bpm)

T° (°C)

SpO₂ (%)**Dados antropométricos**

Peso

Altura

IMC

Circunf. Braço

5 cmH₂O10 cmH₂O

Meio braço

Espirometria

CVF

VEF₁FEF_{25-75%}VEF₁/CVF**Peak Flow****P_{lmáx}****P_{Emáx}****Endurance**T_{lim}T_{lim}**T C 6'**

FC

PA

SpO₂

FR

Borg