

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Faculdade de Medicina
Programa de Pós-Graduação em Medicina: Ciências Médicas

**PRESSÕES RESPIRATÓRIAS MÁXIMAS EM INDIVÍDUOS ADULTOS SAUDÁVEIS
ENTRE 20 E 59 ANOS DE IDADE: Valores de Referência**

Mariane Borba Monteiro

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Saldanha Menna Barreto

Dissertação de Mestrado

2003

M775a Monteiro, Mariane Borba

Análise das pressões respiratórias máximas em indivíduos adultos saudáveis entre 20 e 59 anos de idade / Mariane Borba Monteiro ; orient. Sérgio Saldanha Menna Barreto. – 2003.
122 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Faculdade de Medicina. Programa de Pós-Graduação Medicina: Ciências Médicas. Porto Alegre, BR-RS, 2003.

1. Ventilação voluntária máxima 2. Mecânica respiratória 3. Ventilação pulmonar 4. Testes de função respiratória 5. Adulto I. Menna Barreto, Sérgio Saldanha II. Título.

NLM: WF 102

Catálogo Biblioteca FAMED/HCPA

**“Na vida, só nos arrependemos do que deixamos de tentar fazer,
acertar ou errar são contingências.**

A nossa obrigação é dar o nosso melhor sempre.”

AGRADECIMENTOS

Ao professor Sérgio Menna Barreto pela oportunidade e disponibilização do Serviço de Pneumologia para a execução desta pesquisa.

Aos funcionários do Laboratório de Função Pulmonar do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA), em especial a Júlio César Salvador, pela incansável disposição para ajudar. À secretária Cleonisse Klann, pela colaboração no agendamento das avaliações.

Ao Grupo de Pesquisa e Pós-Graduação do HCPA, pelas orientações em estatística e metodologia deste estudo. Em especial, à Vânia Hirkata, que emprestou seu conhecimento estatístico e muitas horas de trabalho aos dados coletados.

Ao Fundo de Incentivo à Pesquisa e Eventos do HCPA, por disponibilizar recursos financeiros e possibilitar a compra dos equipamentos necessários para a realização deste estudo.

A todos os voluntários da pesquisa pela paciência, boa vontade e disponibilidade em colaborar.

Às instituições HCPA e Irmandade Santa Casa de Misericórdia de Porto Alegre, por permitirem a execução do estudo em suas dependências.

À Academia de Polícia Militar de Porto Alegre, em especial, à médica Cap. Sílvia Oliveira, pela colaboração e disponibilidade com esta pesquisa.

Aos profissionais exemplares que tive oportunidade de conhecer neste período: Drs.,

Sandra Fuchs, Sídia Maria Jacques, Marli Knorst e Mário Wagner.

À amizade e estímulo dos amigos que conviveram comigo durante a jornada: Luciane Dalcanale, Simone Nique, Caren Cervelin, Janice Lukrafka, Alexandre Simões, Adriane Dal Bosco, Mauren Moussalle, Ronaldo Ruschel, Alexander Peralles, Milene Liska, Adriana Raffone...

Aos familiares, que estão sempre na torcida. Em especial, a José Amaral Borba, Ernestina Santos, José Luiz Borba e aos meus irmãos Maurício Borba Monteiro e Marcelo Borba Monteiro. *In Memoriam*, com muita saudade, à minha avó, Ester Costa Borba.

Aos meus pais, pelo exemplo de terem sido incansáveis trabalhadores. Pelo amor, confiança e estímulo demonstrados, comprovando que devemos pensar grande e acreditar no que fazemos.

A Alan Soares da Silveira, por ser voluntário, investigador, orientador, amigo e namorado em todos os momentos dessa jornada.

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Alípio da Silva Monteiro e Gleci Borba Monteiro, e ao meu namorado, Alan Soares da Silveira, pelo estímulo, amor e apoio constante.

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS	8
LISTA DE FIGURAS.....	10
LISTA DE TABELAS.....	11
1. INTRODUÇÃO	12
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	15
2.1 MECÂNICA VENTILATÓRIA.....	15
2.2 MÚSCULOS VENTILATÓRIOS.....	18
2.2.1 FASE INSPIRATÓRIA.....	18
2.2.2 FASE EXPIRATÓRIA.....	21
2.3 AVALIAÇÃO DOS MÚSCULOS VENTILATÓRIOS.....	24
2.4 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA FORÇA MUSCULAR VENTILATÓRIA.....	25
2.4.1 PRESSÃO TRANSDIAFRAGMÁTICA MÁXIMA.....	25
2.4.2 CAPACIDADE VENTILATÓRIA MÁXIMA.....	26
2.4.3 CAPACIDADE VENTILATÓRIA MÁXIMA SUSTENTADA:.....	26
2.4.4 MANOBRA DE <i>SNIFF</i> (FUNGADELA).....	26
2.4.5 PRESSÃO RESPIRATÓRIA MÁXIMA.....	27
2.5 MANOVACUÔMETRO.....	34
2.6 TÉCNICA DE MENSURAÇÃO DAS <i>PRMAX</i>	36
2.6.1 MENSURAÇÃO DA <i>PIMAX</i> A PARTIR DO <i>VR</i>	37
2.6.2 MENSURAÇÃO DA <i>PEMAX</i> A PARTIR DA <i>CPT</i>	38
2.6.3 FATORES DETERMINANTES DAS <i>PRMAX</i>	38
3. OBJETIVOS	41
3.1 OBJETIVO GERAL.....	41

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	41
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DA REVISÃO DA LITERATURA	42
5. ARTIGO CIENTÍFICO EM LÍNGUA INGLESA	54
6. ARTIGO CIENTÍFICO VERSÃO EM PORTUGUÊS	84
7. ANEXOS.....	115
7.1 ANEXO 1: TERMO DE AUTORIZAÇÃO INSTITUCIONAL	115
7.2 ANEXO 2: TERMO DE CONSENTIMENTO INFORMADO.....	117
7.3 ANEXO 3: FICHA DE AVALIAÇÃO DO VOLUNTÁRIO.....	118
7.4 ANEXO 4: VALORES DE NORMALIDADE DE PRMAX SEGUNDO BLACK E HYATT.....	120
7.5 ANEXO 5: VALORES DE NORMALIDADE DE PRMAX SEGUNDO NEDER	121
7.6. ANEXO 6: DEMONSTRAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DO MANOVACUÔMETRO NO ESTUDO.....	122

LISTA DE ABREVIATURAS USADAS

AF – Atividade Física

ar – Atividade Física Regular

ATS – American Thoracic Society

CEF₁ – Coeficiente Expiratório Forçado no Primeiro Segundo

CPT – Capacidade Pulmonar Total

CRF- Capacidade Residual Funcional

CV –Capacidade Vital

CVF –Capacidade Vital Forçada

CVM – Capacidade Ventilatória Máxima

CVMS – Capacidade Ventilatória Máxima Sustentada

DPOC – Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica

ERS – European Respiratory Society

ESC – Escolaridade

f – Fumante

FEV₁ – Volume Expiratório Forçado no Primeiro Segundo

GOLD - Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease

HCPA – Hospital de Clínicas de Porto Alegre

IC_{95%} - Intervalo de Confiança de 95%

IMC – Índice de Massa Corporal

ISCMPA – Irmandade da Santa Casa de Porto Alegre

nf – Não Fumante

Pdi – Pressão Transdiafragmática

PEmax – Pressão Expiratória Máxima

Pg – Pressão Gástrica

PImax – Pressão Inspiratória Máxima

Ppl – Pressão Pleural

PRmax – Pressões Respiratórias Máximas

s – Sedentário

SC – Superfície Corporal

SPSS - Statistical Package for Social Sciences

TMR – Treinamento da Musculatura Respiratória

VR – Volume Residual

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 (DA DISSERTAÇÃO): MÚSCULOS VENTILATÓRIOS	23
FIGURA 2 (DA DISSERTAÇÃO): RELAÇÃO DOS MÚSCULOS E PRESSÕES RESPIRATÓRIAS EM DIFERENTES VOLUMES PULMONARES.....	31
FIGURA 3 (DA DISSERTAÇÃO): MANOVACUÔMETRO DIGITAL UTILIZADO	36
FIGURA 4 (DA DISSERTAÇÃO): ANEXO 6 - DEMONSTRAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DO MANOVACUÔMETRO NO ESTUDO.....	122
FIGURA 1 (DO ARTIGO): CORRELAÇÃO DA P_{lmax} COM A IDADE EM 445 INDIVÍDUOS ESTUDADOS.....	80 e 111
FIGURA 2 (DO ARTIGO): CORRELAÇÃO DA P_{Emax} COM A IDADE EM 445 INDIVÍDUOS ESTUDADOS.....	81 e 112
FIGURA 3 (DO ARTIGO): VALORES DE P_{lmax} OBSERVADOS NA AMOSTRA E PREDITOS DE ACORDO COM O PRESENTE ESTUDO E OS ESTUDOS ANTERIORES.....	82 e 113
FIGURA 4 (DO ARTIGO): VALORES DE P_{Emax} OBSERVADOS NA AMOSTRA E PREDITOS DE ACORDO COM O PRESENTE ESTUDO E OS ESTUDOS ANTERIORES.....	83 e 114

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 (DA DISSERTAÇÃO): VALORES NORMAIS DE PRMAX EM INDIVÍDUOS ADULTOS APRESENTADOS POR DIVERSOS AUTORES.....	33
TABELA 1 (DO ARTIGO): CARACTERÍSTICAS DA AMOSTRA ESTUDADA.....	75 e 106
TABELA 2 (DO ARTIGO):CORRELAÇÃO DAS VARIÁVEIS INDEPENDENTES COM AS PRmax.....	76 e 107
TABELA 3 (DO ARTIGO): VALORES DE NORMALIDADE IDENTIFICADOS NA AMOSTRA ESTUDADA	77 e 108
TABELA 4 (DO ARTIGO): EQUAÇÃO DE NORMALIDADE DAS PRMAX, SEGUNDO REGRESSÃO LINEAR MÚLTIPLA E MÉTODO <i>STEPWISE BACKWARD</i> DAS VARIÁVEIS INDEPENDENTES COM $P < 0,20$	78 e 109
TABELA 5 (DO ARTIGO): LISTA DE ESTUDOS ANALISADOS COM SEUS PRINCIPAIS ACHADOS.....	79 e 110

1. INTRODUÇÃO

Os estudos da caixa torácica como “bomba” motriz, da fadiga muscular e da repercussão das doenças neuromusculares desenvolveram-se, principalmente, no final dos anos 60 e na década de 70. O interesse pelo estudo dos músculos ventilatórios e da sua força muscular mantém-se até hoje. Atualmente, a medida da força dos músculos ventilatórios é um exame incorporado à prática, tanto nas unidades de terapia intensiva, como em ambulatórios clínicos e centros de reabilitação.

A mensuração das pressões respiratórias máximas (PRmax) é o procedimento mais comum para avaliação da força produzida pelos músculos ventilatórios. Trata-se de uma técnica simples, sensível e com reprodutibilidade aceitável, traduzindo de forma global a força dos músculos respiratórios. As PRmax incluem a pressão inspiratória máxima (PI_{max}) e a pressão expiratória máxima (PE_{max}) (1).

A PI_{max} e PE_{max} são medidas com um manovacuômetro ao nível da boca, estando a via aérea ocluída. Podem ser medidas a qualquer nível de volume pulmonar, devendo-se considerar que a pressão gerada é dependente do comprimento da fibra muscular (propriedade tensão-comprimento), ou seja, quanto menor o volume pulmonar, maior a capacidade de gerar pressão inspiratória e menor a de gerar pressão expiratória (2).

A PI_{max} é um índice da força dos músculos inspiratórios (principalmente diafragma e intercostais externos) e tem seu maior valor a partir do volume residual (VR), quando a relação distensão-tensão do diafragma é otimizada. Já PE_{max} mede a força dos músculos expiratórios (principalmente abdominais e intercostais internos) e alcança seu maior valor a partir da capacidade pulmonar total (CPT). Ou seja, a PI_{max} pode ser feita após uma

expiração máxima e a PEmax com o pulmão repleto de ar, em inspiração máxima. Assim, essas aferições são feitas em limites de encurtamento e estiramento muscular voluntário, de modo a maximizar a força muscular (1,3). Para alguns autores, a PImax e a PEmax devem ser mensuradas ao nível da capacidade residual funcional (CRF), pois ela representa o ponto de equilíbrio do sistema respiratório (4, 5).

Um dos primeiros e principais estudos a descrever os valores das pressões respiratórias máximas (PRmax) foi publicado por Black e Hyatt em 1969. Através de dois manômetros conectados a um cilindro metálico com um bucal, indivíduos normais de 20 a 74 anos realizaram inspirações e expirações máximas, partindo do VR e da CPT, respectivamente. Separados em grupos de dez componentes, homens e mulheres foram divididos por faixa etária. Nesse estudo foi publicada uma tabela com a média dos valores das PRmax e com seu desvio padrão em cada grupo (anexo 4). Seus valores encontrados em indivíduos saudáveis são aceitos até hoje como referência de normalidade nos exames de força muscular respiratória em todo o mundo (6).

Como a determinação das pressões máximas respiratórias permite quantificar, de forma rápida, simples e segura, a força dos músculos respiratórios, o exame tem sido progressivamente introduzido na rotina dos laboratórios de função respiratória, unidades de terapia intensiva, centros de reabilitação e consultórios do país. Entretanto, nos últimos vinte anos, têm sido publicados inúmeros estudos sobre as PRmax e é notável a variabilidade nos resultados obtidos pelos diferentes autores. Isso se deve principalmente às diferentes populações e metodologias utilizadas nos estudos (1, 6-17).

A escolha de valores normais para essa mensuração é feita com dificuldade. Em estudos com homens saudáveis, a média de valores varia de -89 para -149 cmH₂O para a PImax. Valores publicados para a PEmax têm maior discrepância, variando de 130 para 247

cmH₂O (15).

Características como sexo, idade, peso, altura, fatores genéticos e ambientais podem interferir nas PR_{max}. Observa-se a necessidade de estudos aprofundados nacionais que considerem as características dessa população. Neder *et al.* (1999) realizaram um estudo em 100 indivíduos da região sudeste do Brasil para identificar os valores de P_I_{max} e P_E_{max}. Seus dados também foram apresentados em forma de tabela e deram origem a fórmulas para definição de padrão de normalidade (13) (anexo 5). Seus achados diferem daqueles encontrados por Black e Hyatt e outros autores. Entretanto, esses valores não costumam ser muito utilizados no nosso meio.

O presente estudo visa analisar os valores de PR_{max} em indivíduos adultos entre 20 e 59 anos, avaliando a influência de variáveis independentes, como sexo, idade e altura. A partir da análise desses dados, será possível a elaboração de uma equação de normalidade para valores de PR_{max}, bem como a comparação com os parâmetros normais atualmente aceitos.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 *Mecânica Ventilatória*

A mecânica ventilatória é mantida por dois componentes efetores: o pulmão e a parede torácica. A decomposição do sistema ventilatório em seus componentes pulmonar e de parede é importante, visto que, além de propriedades mecânicas diferentes, há também doenças com capacidade de comprometer um ou outro, resultando em disfunção do sistema ventilatório (18).

A função básica do sistema ventilatório é suprir o organismo com oxigênio e dele remover o produto gasoso do metabolismo celular, isto é, o gás carbônico. Nos seres humanos, a superfície pulmonar encarregada das trocas gasosas é de 70 a 100 m² (sendo esta a maior área de contato do organismo com o meio ambiente). Essa enorme superfície fica contida no interior do tórax, distribuída por 300 milhões de alvéolos pulmonares. Para que as trocas gasosas entre o gás alveolar e o sangue se efetuem adequadamente, a circulação pulmonar é muito rica, sendo de apenas 0,5µm a espessura do tecido que separa o gás alveolar do sangue (19, 20).

Os pulmões não são apenas órgãos respiratórios, outras funções paralelas já estão bem documentadas. Sabe-se que participam do equilíbrio térmico, pois, com o aumento da ventilação pulmonar, há maior perda de calor e água. Auxiliam também na manutenção do pH plasmático dentro da faixa fisiológica, regulando a eliminação de ácido carbônico (sob a forma de CO₂). A circulação pulmonar desempenha também o importante papel de filtrar eventuais êmbolos trazidos pela circulação venosa, evitando, assim, que provoquem

obstrução da rede vascular arterial de outros órgãos vitais do organismo. O endotélio da circulação pulmonar contém enzimas que produzem, metabolizam ou modificam substâncias vasoativas. Finalmente, o homem também utiliza seu sistema respiratório para outros fins, tendo fundamental destaque a defesa contra agentes agressores e a fonação (19,20).

Mesmo com suas diversas atribuições, o principal foco de estudos desse sistema é sua função vital - a ventilação.

A ventilação ocorre em razão de um processo chamado de mecânica ventilatória, em que os músculos ventilatórios têm atuação fundamental. A alteração nas suas fibras ou na condução nervosa irá refletir em uma ventilação inadequada, podendo resultar na falência ventilatória.

O processo cíclico da respiração envolve trabalho mecânico por parte desses músculos. Um indivíduo sadio, em repouso, respira sem realizar esforço consciente, mas, se os músculos forem levados a aumentar o trabalho, ele, imediatamente toma conhecimento de sua respiração. A pressão motriz do sistema respiratório que, em condições normais, é aquela gerada pela contração muscular durante a inspiração, precisa vencer forças elásticas e resistivas para conseguir encher os pulmões (18).

A renovação constante do gás alveolar é assegurada pelos movimentos do tórax. Durante a inspiração, a cavidade torácica aumenta de volume, e os pulmões se expandem para preencher o espaço proporcionado. Devido ao aumento da capacidade pulmonar e queda da pressão no interior do sistema, o ar ambiente é sugado para dentro dos pulmões. A inspiração é seguida imediatamente pela expiração, que provoca diminuição do volume pulmonar e expulsão do gás. A expiração normalmente tem duração correspondente

aproximada de 1,3 a 1,4 vez a da inspiração. À expiração segue-se, normalmente sem pausa, a inspiração. Esta se faz pela contração de musculatura inspiratória, enquanto a expiração em condições de repouso é passiva, isto é, não há contração da musculatura expiratória. No entanto, ao longo da expiração ocorre uma desativação paulatina da musculatura inspiratória, que contribui para que a expulsão do gás dos pulmões seja suave (18-21).

A contração dos músculos ventilatórios depende de impulsos nervosos originados dos centros respiratórios (localizados no tronco cerebral), às vezes diretamente de áreas corticais superiores e também da medula (em resposta a estímulos reflexos originados nos fusos musculares). O automatismo do centro respiratório mantém o ritmo normal da respiração, que pode ser modificado por estímulos de outros locais do sistema nervoso, bem como por alterações químicas no sangue e/ou no líquido cefalorraquidiano. Portanto, os movimentos ventilatórios estão, até certo ponto, sob controle volitivo, embora normalmente se processem de forma automática, sem a participação consciente do indivíduo. Durante certo tempo, a ventilação pode ser intencionalmente acelerada, lentificada ou mesmo interrompida. Essas modificações, entretanto, não se manterão por longo tempo, posto que induzirão um distúrbio da homeostase, e o centro respiratório comandará respostas compensatórias, que suplantarão os estímulos corticais (18,21).

Na mecânica ventilatória, os pulmões dependem de meios acessórios para alterarem seu volume. O volume dos pulmões é alterado durante a inspiração e a expiração, pela ação de músculos voluntários (22).

São músculos esqueléticos estriados que, quando comparados com os músculos esqueléticos da periferia, apresentam as seguintes características: maior resistência à

fadiga, fluxo sanguíneo elevado, maior capacidade oxidativa e densidade capilar (18, 23, 24).

Os músculos da respiração podem ser classificados em músculos inspiratórios (os quais aumentam o volume pulmonar através da sua contração) e músculos expiratórios (os quais diminuem o volume pulmonar com sua contração). Esses músculos garantem a variação dos diâmetros do tórax com a movimentação das costelas e esterno. Além disso, a parede abdominal move-se para fora durante a inspiração, retornando ao seu ponto de repouso ao longo da expiração (20, 21).

2.2. Músculos Ventilatórios

2.2.1 Fase Inspiratória

O principal músculo da inspiração é o diafragma que se divide em hemidiafragma direito e esquerdo. É um septo músculo-fibroso, em forma de cúpula voltada cranialmente, que separa a cavidade torácica da abdominal (20). Segundo Zin, na realidade, o diafragma é constituído por dois músculos: o costal e o crural, inseridos em um tendão central não contrátil. O diafragma costal origina-se no tendão central e converge para o apêndice xifóide (fibras esternais), e o diafragma crural (ou vertebral) vai do tendão central para a porção superior da terceira lombar. Durante a ventilação basal, a inspiração depende, principalmente, da contração do diafragma (18). Seu suprimento nervoso é feito a partir dos nervos frênicos dos segmentos cervicais 3,4 e 5. Durante a contração desse músculo, o conteúdo abdominal é forçado para baixo e para frente, assim a dimensão vertical da cavidade torácica é aumentada. Além disso, as margens das costelas são levantadas e movidas para fora, causando aumento no diâmetro transversal do tórax. O ar entra no

sistema respiratório em decorrência da redução da pressão intrapulmonar abaixo da atmosférica (efeito de massa) (20, 25).

Durante uma respiração no volume de corrente normal, o nível do diafragma move-se cerca de 1 cm, mas em inspirações e expirações forçadas, como no exercício, pode ocorrer uma excursão total de até 10 cm. O movimento diafragmático durante a ventilação pode ser observado na fluoroscopia, um exame de imagem simples que pode ser utilizado para detectar alterações no seu padrão de movimento (20, 26).

Outro músculo considerado ativo na fase inspiratória é o intercostal externo. Os intercostais interósseos subdividem-se em intercostais superficiais externos e internos profundos (25, 27). A ação mecânica deles, apesar de extensamente debatida, persiste controversa. Estudos eletromiográficos em humanos têm demonstrado a atividade física dos intercostais externos durante a inspiração e dos internos durante a expiração (18, 20). Entretanto, essa hipótese foi alterada por De Troyer *et al.* Inicialmente, constataram que, enquanto os animais respiravam somente com a porção interna dos músculos interósseos, as costelas moviam-se em posição cefálica; e o esterno, em direção caudal. Posteriormente ao estimularem separadamente o intercostal interósseo interno e o externo, observaram que, na faixa de volume corrente, ambos os grupos de intercostais eram inspiratórios, enquanto a insuflação progressiva dos pulmões, até metade da capacidade inspiratória, alterava suas ações, tornando ambos os grupos expiratórios. Tais dados não podem ser aplicados diretamente em humanos, mas sugerem que o movimento da caixa torácica é mais complexo do que se pensava (28).

Os músculos intercostais externos conectam costelas adjacentes e são inclinados para baixo e para frente. Segundo West, quando eles se contraem, as costelas são

tracionadas para cima e para frente, causando aumento em ambos os diâmetros: lateral e antero-posterior do tórax. A dimensão lateral aumenta em virtude do movimento “em alça de balde” das costelas. Eles são supridos pelos nervos intercostais que saem da medula espinhal ao mesmo nível (20).

Os intercostais paraesternais (intercondrais) são músculos primários da inspiração. Estudos eletromiográficos demonstraram que humanos normais sempre ativam os paraesternais durante a respiração basal (18, 29, 30). Eles se originam nas margens do esterno e inserem-se na porção superior das costelas. A contração deles auxilia no levantamento do gradil costal superior. Contrariamente ao que ocorre com o diafragma, o comprimento ótimo dos paraesternais (e escalenos) ocorre mais próximo da capacidade residual funcional. Tal fato permite que músculos inspiratórios, trabalhando de maneira coordenada, gerem pressão em presença de uma ampla margem de volumes pulmonares (4, 25).

Os músculos acessórios da inspiração incluem os escalenos que elevam as duas primeiras costelas, e os esternocleidomastóideos que elevam o esterno. Há pouca, se alguma, atividade neles durante a respiração tranqüila, mas, durante o exercício, eles podem contrair-se vigorosamente (31, 32). Outros músculos que desempenham pequeno papel incluem os das asas do nariz, que causam abertura das narinas, e pequenos músculos no pescoço e cabeça (20).

Os escalenos (anterior, médio e posterior) originam-se nos processos transversos das cinco vértebras cervicais inferiores e inserem-se na porção superior da primeira e segunda costelas. Estudos eletromiográficos mostram claramente que esses músculos são sempre ativos na inspiração basal. A atividade dos escalenos começa no início da

inspiração, juntamente com o diafragma e a musculatura paraesternal, e atinge seu máximo no final da inspiração. A contração do escaleno eleva o esterno e as duas primeiras costelas, acarretando expansão para cima e para fora do gradil costal superior (18, 31, 32).

O músculo esternocleidomastóideo tem sua origem no processo mastóideo e no osso occipital e insere-se ao manúbrio do esterno e porção medial da clavícula. Ele é o principal músculo acessório da inspiração. Em pessoas normais, é ativo em condições de hiperventilação (exercício) e altos volumes pulmonares (recrutado após a inspiração de três quartos da capacidade vital) (18, 31, 32).

Quando a demanda ventilatória exceder a capacidade dos músculos respiratórios primários da inspiração, ou quando houver disfunção de algum deles, músculos que usualmente são utilizados para manter a postura assumem o papel de músculos acessórios. A maioria deles é oriunda do gradil costal e têm inserção extratorácica. Dentre eles, é possível citar: o trapézio, o grande dorsal, peitoral maior e elevador da espinha. Os abdominais podem funcionar como músculos acessórios da inspiração durante hiperventilação, exercício e na paralisia diafragmática (33, 34, 35). A ventilação efetiva depende da atividade coordenada entre os músculos primários da inspiração e os das vias aéreas superiores. A atividade elétrica dos músculos adutores da laringe ocorre imediatamente antes da ativação do diafragma e persiste durante toda a inspiração. A ativação deles mantém a estabilidade das vias aéreas superiores, reduz a resistência das vias aéreas e diminui o trabalho respiratório (18).

2.2.2 Fase Expiratória

Durante a respiração basal, a expiração é comumente passiva. A contração ativa dos músculos inspiratórios leva à distensão dos tecidos elásticos dos pulmões e da parede

torácica, com conseqüente armazenamento de energia potencial nesses tecidos. A retração dos tecidos distendidos e a liberação de energia armazenada promovem a expiração. Esse processo é lentificado e suavizado pela desativação lenta e gradual dos músculos inspiratórios previamente contraídos (18). Os expiratórios contraem-se ativamente durante exercício, altos níveis de ventilação, na obstrução moderada a grave das vias aéreas e fadiga (36, 37, 38).

Os músculos mais importantes da expiração são os da parede abdominal, incluindo o reto abdominal, oblíquos interno e externo, e o transverso do abdome. Quando eles se contraem, a pressão intra-abdominal é elevada, e o diafragma é empurrado para cima (20).

A camada superficial da parede abdominal, formada pelo oblíquo externo e reto abdominal, origina-se no gradil costal lateral e anterior e insere-se na pelve, enquanto a camada profunda, formada pelo oblíquo interno e transverso abdominal, circunda o abdome. A contração concomitante deles acarreta movimentação do gradil costal para baixo e para dentro, flexão do tronco e compressão do conteúdo abdominal para cima, deslocando o diafragma para dentro do tórax e reduzindo o volume pulmonar. Esses músculos também se contraem fisiologicamente durante a tosse, o vômito e a defecção (18, 25).

Segundo West, os intercostais internos ajudam a expiração ativa, tracionando as costelas para baixo e para dentro (opostos à ação dos músculos intercostais externos), assim diminuindo o volume torácico. Além disso, eles enrijecem os espaços intercostais a fim de impedir que eles se salientem para fora durante o esforço abdominal (20).

Outros músculos secundários da expiração são o peitoral maior e o transverso do

tórax. A parte clavicular do peitoral maior origina-se na porção medial da clavícula e no manúbrio do esterno e direciona-se, lateral e caudalmente, para o úmero. A contração dele desloca o manúbrio e as costelas superiores para baixo, comprimindo o gradil costal superior e aumentando a pressão intratorácica. Simultaneamente, o gradil costal inferior e o abdome se movem para fora. O transverso do tórax localiza-se abaixo dos paraesternais, origina-se na metade inferior do esterno e insere-se nas cartilagens da 3ª e 7ª costelas. Durante a expiração, ele puxa as costelas caudalmente, aproximando o gradil costal. O músculo transverso do tórax, em repouso, é inativo, sendo ativado durante expirações forçadas, fonação e tosse (18, 20). Os principais músculos ventilatórios comentados nessa revisão são apresentados através de ilustração na figura 1.

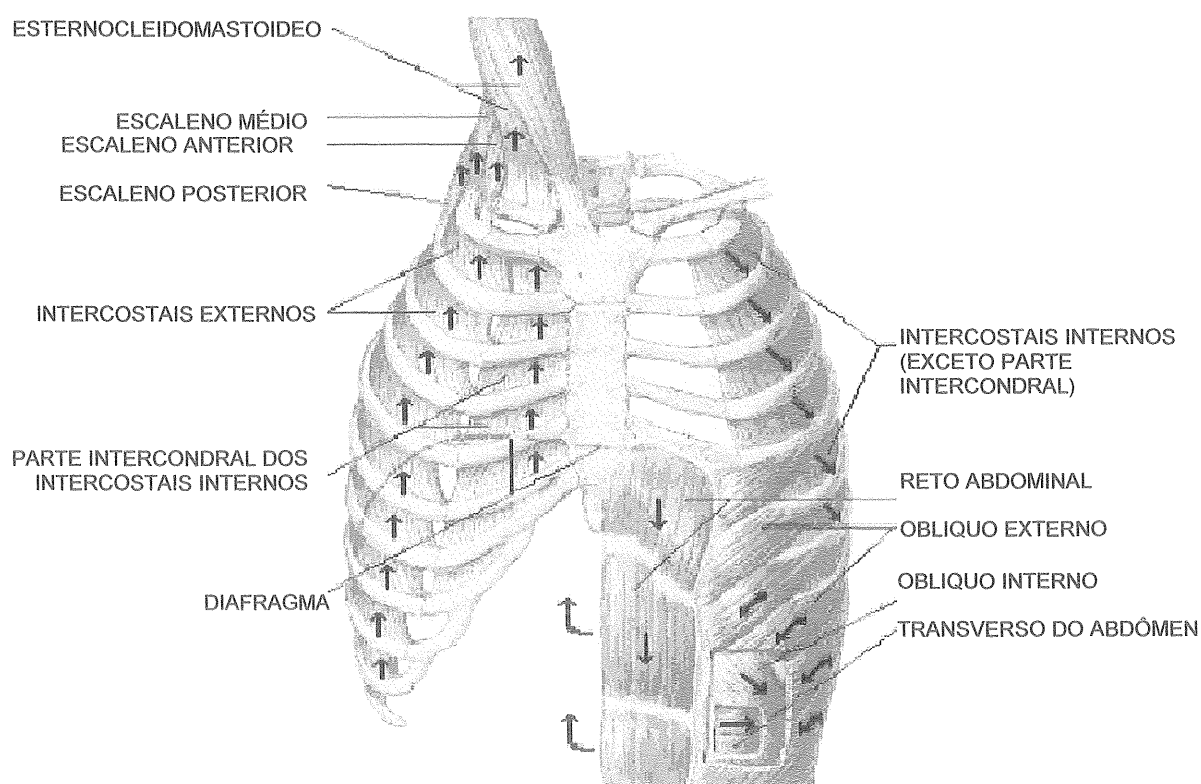


Figura 1: Ilustração dos músculos inspiratórios e expiratórios. Fonte: Netter, FH. Atlas Interativo para Anatomia Humana, publicado por Novartis Medical Education, 1999 (27).

Os músculos ventilatórios compartilham do mesmo mecanismo e das características adaptativas dos esqueléticos periféricos, e como estes, são vulneráveis à fadiga quando

estressados (39). A fraqueza deles pode conduzir à falência respiratória, que também pode ocorrer quando certas doenças estão associadas a problemas respiratórios (24, 40, 41).

Mesmo quando o problema primário não está nos músculos ventilatórios, eles podem apresentar-se alterados como consequência de doença pulmonar. Na presença de doenças que afetem o sistema ventilatório, podem ocorrer alterações de maior ou menor intensidade na força dos músculos responsáveis pelo trabalho respiratório. Eles podem ser treinados através da cinesioterapia geral, com a utilização de exercícios para membros superiores e inferiores ou realizando-se o treinamento específico de força e resistência deles através do uso de equipamentos com carga linear pressórica (42, 43, 44, 45).

O treinamento muscular respiratório (TMR) é baseado nos princípios gerais da fisiologia do exercício: sobrecarga, especificidade e reversibilidade. Quando bem aplicado e dirigido, pode reduzir a sensação de dispnéia e melhorar a tolerância ao exercício, causando progressivo aumento das habilidades para atividades de vida diária (46). Nessas situações, torna-se fundamental avaliar e monitorar a força desses músculos.

2.3. Avaliação dos Músculos Ventilatórios

A avaliação da força da musculatura ventilatória pode ser feita através da análise de pressões e sua avaliação é mandatória em alguns casos. Segundo Clanton (1995), é indicado avaliar a força dos músculos respiratórios sempre que a fraqueza deles for a possível causa do baixo volume pulmonar, hipoventilação ou limitação ao exercício (47). Em estudo realizado por Landelli *et al.* (2001), ressalta-se sua utilidade em pacientes com doenças neurológicas, pois a falência da bomba respiratória é uma das principais causas de morte. O conhecimento da força dessa musculatura permite identificar os sujeitos em risco (48).

A fraqueza da musculatura respiratória pode ser observada quando há diminuição nas pressões estáticas máximas inspiratória e expiratória. Assim, essas pressões podem ser utilizadas para acompanhar a progressão da doença e a resposta a tratamentos. A sua mensuração torna-se especialmente útil em pacientes com eminência de falência ventilatória (4, 48, 49, 50).

2.4 Métodos de Avaliação da Força Muscular Ventilatória

2.4.1 Pressão Transdiafragmática Máxima (Pdi)

Essa pressão é desenvolvida somente pelo diafragma. Sua medida resulta da diferença entre a pressão esofágica (reflexo da pressão pleural- Ppl) e a pressão gástrica (reflexo da pressão abdominal- Pg), ou seja, $Pdi = Pg - Ppl$ (5). Para a obtenção dessas pressões é necessária a colocação de dois cateteres com balões de látex, um no terço inferior do esôfago e outro no estômago, os quais são conectados a um transdutor. Sua aplicabilidade reside no fato de que esse procedimento auxilia na avaliação da fraqueza ou da paralisia diafragmática (51). Os valores normais para a Pdi máxima não estão bem estabelecidos, pois essa medida demonstra grande variabilidade. Contudo, mensurações das pressões esofágicas e transdiafragmáticas podem ser consideradas mais reproduzíveis por apresentarem menor variação de valores de normalidade, quando comparadas às pressões respiratórias máximas. Aceitam-se como normais valores superiores a 100 cmH₂O, mas essas pressões não são apropriadas para ampla aplicação clínica (5). Constituem-se métodos invasivos, complexos e de difícil administração para serem empregados rotineiramente (52, 54).

2.4.2 Capacidade Ventilatória Máxima (CVM)

Corresponde à ventilação voluntária máxima, a qual mede a capacidade do indivíduo em ventilar os pulmões rápida e profundamente. É uma forma de medir, indiretamente, a *endurance* dos músculos respiratórios, pois reflete a capacidade de eles realizarem trabalho contra a impedância inerente aos pulmões e à parede torácica (2, 4, 5). Essa medida pode ser empregada apenas em indivíduos colaborativos. A desvantagem do método é ser altamente dependente das taxas de fluxo e, desse modo, a performance máxima pode ser limitada por fatores pulmonares, tais como aprisionamento de ar, mais do que musculares (5).

2.4.3 Capacidade Ventilatória Máxima Sustentável (CVMS)

Essa técnica requer que o indivíduo ventile utilizando 70 a 85% da sua ventilação voluntária máxima. A variação de ventilação que pode ser sustentada por oito minutos, é considerada a CVMS. Entretanto, a maior limitação dessa manobra é a mesma que a da medida da ventilação voluntária máxima, ou seja, a dificuldade de determinar se as mudanças na CVMS ocorrem devido às alterações de impedância ventilatória ou função muscular (5).

2.4.4 Manobra de Sniff (fungadela)

Entre os testes volitivos utilizados para avaliar o funcionamento dos músculos respiratórios, encontram-se a medida da pressão inspiratória nasal durante o fungar (*sniff nasal inspiratory pressure*), a medida da pressão transdiafragmática durante o fungar (*sniff transdiaphragmatic pressure*) e a medida da pressão esofágica durante o fungar (*sniff esophageal pressure*). Dos testes volitivos atualmente existentes para avaliar a força global

do diafragma e dos outros músculos inspiratórios, a medida da pressão transdiafragmática, durante o fungar, e a medida da pressão esofagiana, durante o fungar, são consideradas uma das manobras mais precisas e reproduzíveis, embora exijam a colocação de um balonete esofagiano (2, 55, 56).

A manobra de *sniff* pode oferecer uma medida indireta da força do diafragma. A força desse músculo pode ser avaliada separadamente com o uso de balões conectados a transdutores pressóricos para estimar a pressão no esôfago e no estômago. A medida das pressões pela manobra de *sniff* realizada na boca ou no nariz é reconhecida como um reflexo da atividade diafragmática pura (57, 58, 59, 60). Recentemente, os valores normais obtidos pela manobra de *sniff* têm sido publicados (61, 62, 63).

Além desses testes e da medição das PRmax (apresentada a seguir), existem outras maneiras de mensurar a força dos músculos ventilatórios, como aquelas que independem da compreensão e da colaboração do pacientes. Um exemplo é o teste de estimulação elétrica do(s) nervo(s) frênico(s) ao nível do pescoço, com mensuração da pressão transdiafragmática durante a contração brusca do diafragma e eventual registro eletromiográfico da contração diafragmática e medida do tempo de condução pelo nervo. Apesar de ser o método mais preciso e precoce para identificar fadiga muscular, sua complexidade o torna reservado aos laboratórios de pesquisa (64- 68).

2.4.5 Pressões Respiratórias Máximas

A avaliação da força dos músculos respiratórios mais utilizada na atualidade é realizada através da manovacuometria, que determina a pressão inspiratória máxima (PI_{max}) e a pressão expiratória máxima (PE_{max}), indicando o índice de força global dos

músculos respiratórios (69).

A determinação rotineira da força dos músculos respiratórios através da manovacuometria é simples, acessível e barata. Por essa razão é cada vez mais utilizada e pode contribuir no diagnóstico e acompanhamento de doenças (1, 2, 3).

A P_Imax é indicador amplamente aceito da força muscular inspiratória. É a pressão estática máxima que pode ser produzida pela tentativa do paciente inalar contra uma peça bucal. Uma P_Imax reduzida, admitindo-se que tenha ocorrido esforço realmente máximo, expressa debilidade muscular inspiratória. Entre as causas que diminuem as pressões respiratórias máximas, as doenças mecânicas, metabólicas e nutricionais são as mais comuns (6, 7, 70, 71, 72).

As principais indicações para a determinação das P_Rmax são (1):

1. avaliar a capacidade dos músculos respiratórios em doentes com dispnéia, com hiperinsuflação (doença pulmonar obstrutiva crônica – DPOC - e asma), com insuficiência respiratória, desnutridos, com doenças neuromusculares ou com deformação da caixa torácica;
2. avaliar reduções sem causa estabelecida da capacidade vital ou da ventilação voluntária máxima;
3. prever o sucesso ou insucesso do desmame da ventilação mecânica (através da P_Imax);
4. prever a capacidade do doente tossir e eliminar as secreções brônquicas (através da P_Emax);
5. avaliar a resposta ao treino específico dos músculos respiratórios e programas de reabilitação.

Ao contrário de mensurações de volumes e capacidade pulmonares em testes

dinâmicos, os quais costumam estar alterados por muitas doenças pulmonares (parenquimatosas), determinação das pressões máximas é método específico para estimular força de musculatura respiratória (73, 74).

No desenvolvimento de pressões respiratórias, os volumes pulmonares podem ser considerados como equivalentes de distensão e a pressão como equivalente de tensão, dentro das relações distensão-tensão da mecânica muscular. A força é exercida em dois sentidos, no da inspiração e no da expiração, produzindo pressões negativa e positiva, respectivamente (1, 75, 76).

Essa forma mais simples de avaliar a força dos músculos inspiratórios e expiratórios consiste na medida de pressões respiratórias estáticas máximas ao nível da boca (P_Imax e P_Emax) com a via aérea ocluída. O manovacuômetro é o aparelho desenvolvido para a aferição dessas medidas. Recomenda-se uma pequena fuga aérea nesse instrumento (orifício de 2 mm de diâmetro) durante a manobra inspiratória, para que um pequeno volume de ar passe pela glote, mantendo-a aberta. Assim é possível evitar alguma contribuição dos músculos faciais na geração da pressão inspiratória, o que poderia superestimar a medida de força inspiratória. Esse teste tem a vantagem de não ser invasivo, e os valores normais já são estabelecidos na literatura, embora, na maioria, sejam dados estrangeiros e com bastante variabilidade (4, 5).

A capacidade de um músculo gerar pressão depende do volume pulmonar com o qual a manobra teve início. Considerando-se a curva pressão-volume, os músculos inspiratórios têm maior capacidade de gerar força quando estão próximos do VR, pois se encontram em um ótimo comprimento (alongados). Conforme o volume pulmonar vai aumentando durante a inspiração, a capacidade de contração dos músculos inspiratórios vai

diminuindo. O contrário ocorre com músculos expiratórios. Quando se mede a força muscular expiratória ao nível da CPT, os músculos estão no seu maior comprimento e são capazes de gerar alta força expiratória. Contudo, quanto mais próxima do VR a manobra é realizada, menor é o comprimento das fibras dos músculos expiratórios, e menor força expiratória será desenvolvida (2, 4). A relação entre os músculos respiratórios e os volumes pulmonares é apresentada na figura 2.

Muitas vezes a P_Imax e a P_Emax são medidas em situações que apresentam volumes pulmonares anormais. No caso da DPOC, é comum ocorrer aumento do VR; nessa circunstância, os baixos níveis de P_Imax encontrados podem não ser indicativos de fraqueza muscular respiratória. Durante o exame, pode-se constatar importante diminuição da pressão inspiratória; há, porém, um aumento significativo do VR, determinado por uma relação VR/CPT bastante anormal. A P_Emax, no entanto, está normal. Reportando-se à curva pressão-volume, observa-se que a redução da P_Imax é secundária ao aumento do volume pulmonar de repouso e encurtamento da fibra inspiratória, e não devido à fraqueza muscular. Habitualmente, quando a fraqueza é responsável pela baixa P_Imax, ela afeta tanto os músculos inspiratórios quanto os expiratórios. Na DPOC, o valor da P_Emax pode estar normal, devido aos músculos expiratórios estarem com ótimo comprimento, uma vez que o volume pulmonar encontra-se mais próximo da CPT, afastando a existência de fraqueza muscular (74, 75, 76).

Rochester e Braun (1985) também demonstraram em pacientes com DPOC que a P_Imax é afetada pela fraqueza muscular generalizada e pela desvantagem mecânica (insuflação), enquanto que a P_Emax é, sobretudo, afetada pela fraqueza muscular generalizada, o que permite concluir que em doentes com DPOC, que apresentem P_Emax normal e P_Imax diminuída, essa pode dever-se exclusivamente à insuflação pulmonar (77).

Medidas ao nível da boca incluem tanto a pressão gerada pelos músculos

ventilatórios como a pressão gerada pelo recolhimento elástico dos pulmões e da parede torácica. Acima da capacidade residual funcional (CRF), a pressão da parede torácica é positiva; abaixo da CRF, ela é negativa e, na CRF, é zero. Portanto, há diferença quando a pressão gerada pelos músculos inspiratórios é medida a partir do VR e da CRF. Para alguns autores há vantagem em se medir próximo a ou na CRF, pois a contribuição do sistema de recolhimento elástico dos pulmões e da caixa torácica é mínima ou sem efeito (4, 5). Entretanto, Souza (2003) recomenda a mensuração de P_Imax e P_Emax a partir de VR e CPT, respectivamente (2). A maioria dos estudos sobre o tema utiliza manobras a partir da posição de expiração máxima, quando o volume de gás contido nos pulmões é o VR para mensurar a P_Imax. Assim como, a P_Emax é geralmente medida a partir da posição de inspiração máxima, quando o volume de gás contido nos pulmões é a CPT (6-8,11-14, 71).

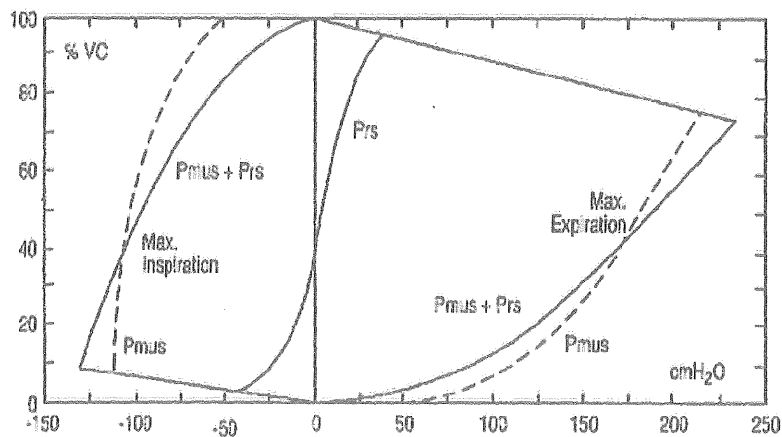


Figura 2: Relação dos músculos e pressões respiratórias em diferentes volumes pulmonares. Eixo vertical: volume pulmonar expresso em percentagem da capacidade vital (%CV). Eixo horizontal: Pressão alveolar em cmH₂O. As linhas indicam a pressão gerada pelos músculos ventilatórios. P_{mus}= pressão desenvolvida pelos músculos ventilatórios; P_{rs}= pressão do sistema respiratório. Fonte: *ATS/ERS Statement on Respiratory Muscle Testing* (2002)(4).

Ringqirst revisou a literatura a respeito da determinação de pressões máximas, e descreveu novos métodos para mensuração e também estudou a relação com ventilação (insuflação) pulmonar (14).

O estudo mais conhecido sobre o assunto foi realizado em 1969, quando Black e

Hyatt propuseram a avaliação dos músculos ventilatórios através da manovacuometria com a mensuração das PRmax. Seus resultados deram origem à tabela de referência e foram obtidos com indivíduos sentados e com uso de um clipe nasal. Os voluntários seguravam o aparelho e pressionavam o bocal contra os lábios durante a mensuração para impedir escape perioral. A PEmax foi mensurada próxima da CPT (depois de uma inspiração máxima). A Plmax foi mensurada próxima do VR (depois de uma expiração máxima). As pressões mensuradas foram mantidas por, pelo menos, 1 segundo. As manobras foram repetidas até obter duas tecnicamente satisfatórias. Usou-se o valor mais alto como referencial do indivíduo. Esse estudo apresentou as seguintes limitações: o tamanho da amostra foi pequeno para cada grupo de faixa etária (10 indivíduos); não houve separação entre fumantes e não-fumantes; a maioria dos indivíduos era pacientes que procuraram uma clínica para exame geral (embora nenhum deles tivesse sintomas respiratórios ou alteração ventilatória no exame físico, evidência de disfunção neuromuscular ou anormalidade no raio X de tórax) (6).

Segundo Jardim *et al.*, a manobra para medir as pressões respiratórias deve ser repetida, no mínimo, cinco vezes e, de preferência, em mais de um dia, pois o paciente pode aprender a realizar a técnica e melhorar a sua performance. O aprendizado da manobra pode levar à interpretação errônea de possível aumento nas pressões respiratórias (5).

Diversos estudos verificaram que características como o sexo e a idade também são variáveis capazes de influenciar nas PRmax (10, 11, 12, 15, 78). Rodrigues (2000) relata que os valores são 33% menores em mulheres e com valores menores nos indivíduos mais velhos. Os limites inferiores da normalidade correspondem a 50% dos valores de predição. Para comparações de seguimento, variações de 25% são significantes (1).

Embora a manovacuometria seja o exame mais utilizado, esse método apresenta

suas limitações. Fatores como diferenças nas técnicas de aplicação, motivação pessoal e cooperação também podem afetar a mensuração da PRmax. Isso acarreta grande variação dos valores dessa medida em situações de normalidade entre os laboratórios (2, 4, 48, 79 – 84). Estudos têm revelado diferentes valores de PRmax para população adulta saudável (tabela 1).

Tabela 1: Valores Normais de PRmax em indivíduos adultos, segundo estudos prévios

Estudo	Faixa etária (anos)	PI _{max}		PE _{max}	
		Homens	Mulheres	Homens	Mulheres
Black e Hyatt (6)	20 a 74	124 ± 22	152 ± 27	233 ± 42	87 ± 16
Ringqvist (14)	18 a 83	130 ± 32	98 ± 25	237 ± 46	165 ± 30
Leech <i>et al.</i> (12)	21 a 35	114	67	160	94
Wilson <i>et al.</i> (17)	19 a 65	106 ± 31	72,9 ± 22	148 ± 34	93 ± 17
Harik-Khan <i>et al.</i> (11)	20 a 90	101,2 ± 29,4	72,4 ± 23,3
Bruschi <i>et al.</i> (7)	18 a 70	119,8 ± 36,5	83,7 ± 30	134,2 ± 31	95,3 ± 20,1
Neder <i>et al.</i> (13)	20 a 80	115,3 ± 37,9	86,23 ± 8,5	125,2 ± 14,9	88,1 ± 10,7

PR_{max}= pressões respiratórias máximas, PI_{max}= pressão inspiratória máxima, PE_{max}= pressão expiratória máxima. Valores absolutos apresentados sob forma de média e desvio padrão, em cmH₂O.

Outra limitação adicional desse exame como modo de avaliação da força da musculatura respiratória pode ocorrer em pacientes com determinadas doenças neurológicas ou neuromusculares que apresentem fraqueza da musculatura facial. Isso os impediria de segurar adequadamente o bocal do aparelho (48, 49, 85).

Atualmente, existem pelo menos duas importantes publicações (uma nacional e outra estrangeira) na tentativa de padronizar o equipamento e a manobra a serem adotados no exame para amenizar essa variabilidade encontrada na literatura: I Diretrizes das Provas de

Função Pulmonar (2002) e *ATS/ERS Statement on Respiratory Muscle Testing* (2002) (2,4).

2.5 Manovacuômetro

O instrumento utilizado para medição das PR_{max} pode apresentar inúmeras variações em seus componentes. Nos estudos publicados sobre o tema é possível verificar que diferentes autores utilizaram instrumentos com características variadas (7- 13, 48, 86-88).

O conjunto formado pelo tubo e pela peça bucal pode não existir, mas na maioria dos instrumentos há um tubo rígido, que pode ser feito de metal, plástico ou borracha. Seu comprimento varia desde 6,5 cm até 25 cm, e seu diâmetro de 1,5 cm até 10,5 cm. Em alguns estudos, as dimensões dos tubos não foram especificadas. Em relação à peça bucal, o mais comum é que esteja presente no equipamento e seja feita de material semi-rígido ou rígido (borracha, plástico ou papelão). Segundo alguns estudos, a forma, as dimensões e o modo de emprego da peça bucal influenciam os resultados dos testes (82, 89, 90). As peças bucais mais utilizadas são: peça bucal comum tipo mergulhador, peça bucal cilíndrica de grande calibre (com diâmetro interno maior que 30mm) e peça cilíndrica de pequeno calibre (com diâmetro interno em torno de 25mm) (82, 85, 89).

Nos esforços expiratórios máximos, a insuflação passiva das bochechas amortece a pressão produzida pelos músculos expiratórios do tórax e do abdome e, portanto, tende a diminuir o valor medido de P_E_{max}. Por outro lado, quando se contraem vigorosamente, as bochechas insufladas geram pressão expiratória elevada, o que pode alterar o valor da pressão produzida pelos músculos expiratórios do tórax e do abdome, esteja a glote corretamente aberta ou indevidamente fechada (2, 5).

Nos esforços inspiratórios máximos, músculos da boca e da orofaringe podem gerar uma pressão negativa e também alterar o valor da pressão produzida pelos músculos inspiratórios da caixa torácica, esteja a glote corretamente aberta ou indevidamente fechada (2).

A presença de um pequeno orifício (ou fuga) no instrumento de mensuração serviria para dissipar as pressões geradas pela musculatura da face e da orofaringe, sem afetar significativamente as pressões produzidas pelos músculos da caixa torácica com a glote aberta, pois a magnitude da fuga não seria suficiente para alterar, durante o curto período em que as medições são realizadas, o volume da caixa torácica ou a configuração de seus músculos (2, 5, 75).

Quanto aos medidores de pressão, em muitos instrumentos, os manômetros aneróides foram substituídos por outros dispositivos (manômetro de mercúrio e transdutor eletrônico de pressão). No caso de pacientes com músculos enfraquecidos, manômetros ou transdutores de pressão capazes de realizar medidas entre -60 e $+60$ cmH_2O são suficientes para avaliações à beira do leito. Entretanto, muitos pacientes, da mesma forma que pessoas saudáveis, conseguem gerar pressões bem maiores que essas. Por isso, em laboratório de provas funcionais pulmonares e em trabalhos de campo, envolvendo pessoas economicamente ativas, devem ser utilizados instrumentos que permitam mensurações na faixa de -160 a $+200$ cmH_2O (2, 90, 91). Para o estudo foi utilizado um manovacuômetro digital com capacidade de mensurar pressões com valores absolutos até 500 cmH_2O (figura 3).

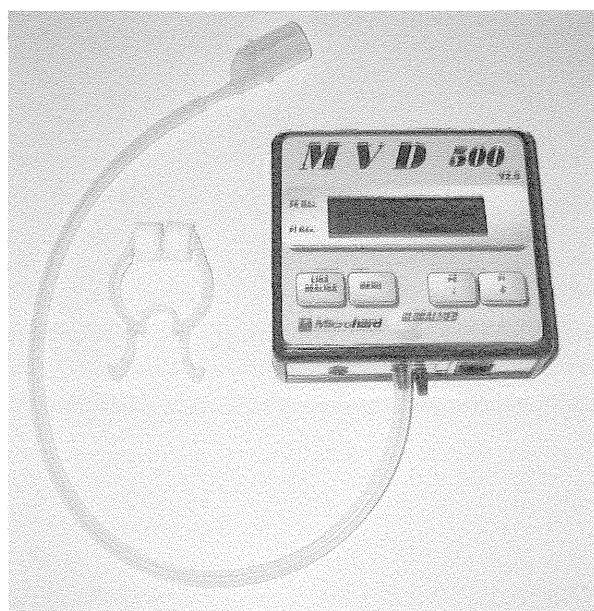


Figura 3: manovacuômetro digital, Globalmed®, modelo MVD 500, V 0.2

2.6 Técnica de Mensuração das PRmax

Em condições ambulatoriais, o indivíduo costuma ser testado na posição sentada, com o tronco formando um ângulo de 90° com as coxas. Entretanto, alguns autores evitam a posição sentada quando o indivíduo a ser testado for obeso (com índice de massa corporal acima de 35kg/m²), mas não justificam tal atitude, nem esclarecem qual a posição a ser utilizada nesse caso. Em indivíduos normais, os valores de PImax e PEmax medidos na posição sentada não diferem significativamente dos alcançados em ortostase. Observou-se que, em indivíduos normais e obesos, os valores medidos em decúbito dorsal tendem a ser menores que aqueles obtidos sentado e em ortostase. Como a postura pode influenciar nos resultados dos valores de PEmax e PImax, recomenda-se que as mensurações seriadas sejam obtidas sempre na mesma posição (70, 92, 93).

O exame pode ser realizado a qualquer hora do dia ou da noite. Em homens normais, o horário das mensurações pareceu não influenciar os valores de PImax e de

PEmax (94).

O mesmo é observado em relação à ordem das mensurações. Em indivíduos saudáveis, pode-se medir primeiro a PImax e depois a PEmax, ou vice-versa: a ordem em que são feitas as mensurações não altera os resultados (95).

2.6.1. Mensuração da PImax a partir do VR

Segundo SOUZA (2002), quando é utilizado um tubo com extremidade distal fechada, o indivíduo expira até alcançar seu volume residual, conecta-se imediatamente à peça bucal e efetua um esforço inspiratório máximo contra a via aérea ocluída (manobra de Müller) (2, 96, 97).

A posição alcançada ao fim do esforço inspiratório máximo deve ser mantida durante um breve momento que, segundo diferentes autores, deve durar, pelo menos, um segundo, um a dois segundos, exatos dois segundos, pelo menos dois segundos, um a três segundos ou pelo menos dois a três segundos (6, 10, 13, 15, 16, 78, 87). Os gráficos pressão *versus* tempo mostram que, durante o primeiro segundo do esforço inspiratório máximo, a pressão é freqüentemente instável, podendo alcançar valores muito elevados (transientes ou picos de pressão). Terminado o primeiro segundo, a pressão tende a se manter estável (platô de pressão), assumindo valor inferior ao do pico de pressão mais elevado (2).

Como o teste é cansativo, geralmente concede-se ao indivíduo intervalo de repouso entre as duas manobras que varia de 30 segundos até vários minutos. A maioria dos autores utiliza intervalos em torno de um minuto para indivíduos sadios (7, 82, 85, 89).

O valor utilizado para representar a força muscular ventilatória tem variado. Em

alguns estudos mais antigos, usava-se a pressão mais elevada obtida a partir de duas ou três manobras. Hoje, sabe-se que o aprendizado exerce um efeito nítido sobre os resultados: à medida que um grupo de indivíduos realiza sucessivos esforços inspiratórios máximos, o valor médio da P_Imax vai aumentando. Por motivos práticos, entretanto, a maioria dos autores tem limitado a cinco o número de manobras. Assim, atualmente, a tendência é recomendar que: a) seja de cinco o número máximo de manobras; b) sejam obtidas três manobras aceitáveis (sem vazamentos e com duração de, pelo menos, dois segundos); c) em cada manobra, anota-se a pressão mais elevada (mais negativa no caso da P_Imax) alcançada após o primeiro segundo; d) haja, entre as manobras aceitáveis, pelo menos duas manobras reproduzíveis (com valores que não difiram entre si por mais de 10% do valor mais elevado) (1, 2, 98, 99).

2.6.2. Mensuração da P_Emax a partir da CPT

Costumam-se aplicar as mesmas recomendações feitas para a P_Imax. Entretanto, para a mensuração da P_Emax, a partir da CPT, o indivíduo primeiramente inspira até alcançar a CPT e, em seguida, efetua um esforço expiratório máximo contra a via aérea ocluída (manobra de Valsalva) (1, 2, 5, 100).

2.6.3. Fatores Determinantes das P_Rmax

As mensurações das P_Rmax dependem da compreensão das manobras a serem executadas e da vontade do indivíduo em cooperar, realizando movimentos e esforços respiratórios realmente máximos. Asseguradas a compreensão das manobras e a

colaboração do indivíduo, os valores de PE_{max} e de PI_{max} dependem não apenas da força dos músculos ventilatórios, mas também do volume pulmonar em que foram feitas as mensurações e do correspondente valor da pressão de retração elástica do sistema respiratório, que resulta da soma algébrica das pressões de retração elástica dos pulmões e da caixa torácica (2- 4). Quando o volume de ar contido nos pulmões é a CRF, a pressão de retração elástica é nula, ou seja, o sistema respiratório encontra-se em posição de equilíbrio, não tendendo nem a se expandir, nem a se retrair. Para volumes pulmonares acima da CRF (como é o caso da CPT), a pressão de retração elástica é positiva, ou seja, o sistema tende a retrair-se, produzindo expiração. Para volumes pulmonares abaixo da CRF (como é o caso do VR), a pressão de retração elástica é negativa, isto é, o sistema tende a expandir-se, produzindo inspiração (101). Assim, quando se mede a PE_{max} , o valor obtido é, na verdade, a soma da pressão dos músculos expiratórios com a pressão de retração elástica, sendo ambas positivas; da mesma forma, quando se mede a PI_{max} , o valor obtido é a soma da pressão dos músculos inspiratórios com a pressão de retração elástica, sendo ambas negativas (4, 102, 103). Segundo Souza (2002), a pressão de retração elástica deveria ser algebricamente subtraída da PE_{max} a partir da CPT e da PI_{max} a partir do VR para que fossem obtidos os verdadeiros valores de pressão dos músculos expiratórios e pressão dos músculos inspiratórios, respectivamente. Isso não costuma ser feito, em indivíduos saudáveis, a PE_{max} a partir da CPT superestima a pressão desses músculos em cerca de trinta por cento, ao passo que a PI_{max} superestima a pressão dos músculos inspiratórios também cerca de trinta por cento (2).

Como se sabe a colaboração e a compreensão do indivíduo podem influenciar o resultado dos testes, portanto é importante o técnico ensinar e demonstrar os procedimentos do exame aos indivíduos a serem testados. Durante a realização dos esforços máximos, a observação do movimento da agulha do manômetro aneróide dá ao indivíduo em teste uma noção sobre o seu desempenho e ajuda o técnico a incentivá-lo; o mesmo se consegue

com a inspeção do gráfico pressão *versus* tempo registrado em papel ou exibido na tela do monitor. O técnico observará cuidadosamente a ocorrência de vazamentos, descartará as manobras em que eles forem notados e corrigirá, quando necessário, o posicionamento da peça bucal. Mesmo com as instruções e demonstrações fornecidas pelo avaliador, alguns indivíduos, por incapacidade para coordenar seus movimentos e esforços respiratórios, não conseguem executar as manobras necessárias às mensurações de P_Imax e P_Emax (2, 104, 107).

3. OBJETIVOS

3.1. *Objetivo Geral*

- Determinar os valores normais de PI_{max} e PE_{max} em indivíduos adultos saudáveis entre 20 e 59 anos de idade.

3.2. *Objetivos Específicos*

- Analisar a relação das PR_{max} com variáveis independentes como sexo, idade, altura e peso.
- Propor equações de normalidade para as PR_{max} , através da análise das variáveis independentes significantes.
- Comparar os dados obtidos com os parâmetros de normalidade de PR_{max} aceitos atualmente.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DA REVISÃO DA LITERATURA

1. Rodrigues F, Bárbara C. Pressões máximas respiratórias: proposta de um protocolo de procedimentos. *Revista Portuguesa de Pneumologia*, 2000; vol VI (4):297-307.
2. Souza RB. Pressões respiratórias estáticas máximas. *J Pneumol*, 2002; 28 (suppl3): S155-S165.
3. Dias RM, Chauvet PR, Siqueira HR, Rufino R. Força Muscular. In: *Testes de Função Respiratória – do laboratório à aplicação clínica*. São Paulo:Ed. Atheneu, 2000, p. 95-99.
4. ATS/ ERS Statement on Respiratory Muscle Testing. *Am J Respir Crit Care Med*, 2002; 166:518-624.
5. Jardim JR, Ratto OR, Dal Corso S. Função pulmonar. In: Affonso Berardenelli Tarantino, editor. *Doenças Pulmonares*. 5ªed. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Koogan, 2002: 122-123.
6. Black LF, Hyatt RE. Maximal Respiratory Pressures: Normal Values and Relationship to Age and Sex. *American Review of Respiratory Disease*, 1969; 99 (5): 696-702.
7. Bruschi C, Carver I, Zoia M, Fanfulla F, Fiorentini M, Casali L. et al. Reference values of maximal respiratory mouth pressures: a population-based study. *Am Rev Respir Dis*, 1992; 146:790-793.
8. Camelo Jr JS, Terra JT, Manço JC. Maximal respiratory pressure in normal adults. *Jornal de Pneumologia*, 1985; 11: 181: 184.
9. Carpenter MA, Tockman MS, Hutchinson RG, Davis CE, Heiss G. Demographic and anthropometric correlates of maximum inspiratory pressure. The Atherosclerosis risk in

- communities study. *Am J Respir Crit Care Med*, 1999; 159:415-422.
10. Enright PL, Adams AB, Boyle PJR, Sherrill DL. Spirometry and maximal respiratory pressure references from healthy Minnesota 65- to 85 year old women and men. *Chest*, 1995; 108:663-669.
 11. Harik-Khan R, Wise R, Fozard J. Determinants of maximal inspiratory pressure – the Baltimore longitudinal study of aging. *Am J Respir Crit Care Med*, 1998; 158: 1459- 1464.
 12. Leech J, Ghezzi H, Stevens D, Becklake M. Respiratory pressures and function in young adults. *Am Rev Respir Dis*, 1983; 128: 17-23.
 13. Neder JA, Andreoni S, Lerario MC, Nery LE. Reference values for lung function tests II. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 1999; 32: 719-727.
 14. Ringqvist T. The ventilatory capacity in health subjects: an analysis of causal factors with special reference to the respiratory forces. *Sacnd J Clin Lab Invest*, 1966; 18 (Sppl 88): 1-179.
 15. Smyth R, Chapman K, Rebuck A. Maximal inspiratory and expiratory pressures in adolescents – normal values. *Chest*; 1984; 86: 568-572.
 16. Vincken W, Ghezzi H, Cosio MG. Maximal static respiratory pressures in adults: normal values and their relationship to determinants of respiratory function. *Bull Eur Physuipathol Respir*, 1987; 23:435-439.
 17. Wilson S, Cooke N, Edwards R, Spiro S. Predicted normal values for maximal respiratory pressures in caucasian adults and children. *Thorax*, 1984; 39: 535-538.
 18. Zin WA, Rocco PRM. Movimentos Respiratórios. In: Margarida Aires, editora. *Fisiologia*.

- 2ªed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999. p. 503-506.
19. Zin WA, Rocco PRM. Organização Morfofuncional do Sistema Respiratório. In: Margarida Aires, editora. *Fisiologia*. 2ªed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999. p. 499-502.
 20. West JB. Mecânica da Respiração. In: *Fisiologia Respiratória Moderna*. 5ª ed. São Paulo: Ed. Manole Ltda, 1996. p. 83-108.
 21. Guyton AC, Hall JE. Ventilação Pulmonar. In: *Tratado de Fisiologia Médica*. 10ªed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002. p.406-416.
 22. Gonzales NC. Introdução à fisiologia respiratória: aspectos mecânicos da ventilação pulmonar. In: Cingolani HE, Houssay AB. *Fisiologia Humana de Houssay*. 7ªed. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 398-413.
 23. Celli BR. Clinical and physiological evaluation of respiratory muscle function. *Clin Chest Med*, 1989; 10:1990214.
 24. Aldrich TK. Respiratory muscle fatigue. *Clin Chest Med*, 1988; 9:225-236.
 25. Moore KL, Dalley AF. Tórax. In: *Anatomia orientada para a clínica*. 4ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001. p.71-73.
 26. Azeredo C. Fisioterapia Respiratória Moderna. 3ª ed. São Paulo: Manole Ltda, 1999: 255-265.
 27. Netter, FH. Atlas Interativo para Anatomia Humana, publicado por Novartis Medical Education, 1999.
 28. De Troyer A, Estenne M. Coordination between rib cage muscles and diaphragm during

- quiet breathing in humans. *J Appl Physiol*, 1984;57:899-906.
29. Laroche CM, Mier AK, Moxham J, Green M. Diaphragm strength in patients with recent hemidiaphragm paralysis. *Thorax*, 1988; 43:170-174.
30. Macklem PT, Macklem DM, De Troyer A. A model of inspiratory muscle. *J Appl Physiol*, 1983;55:547-557.
31. Breslin E, Garoutte B, Celli B. Correlations between dyspnea, diaphragm and sternomastoid recruitment during inspiratory resistance breathing in normal subjects. *Chest*, 1990; 98: 298-302.
32. Legrand A, Schneider E, Gevenois PA, De Troyer A. Respiratory effects of the scalene and sternomastoid muscle in humans. *J Appl Physiol*, 2003; 94(4):1467-1472.
33. Banner MJ, Kirby RR, Gabrielli A, Blach PB, Layon AJ. Partially and totally unloading respiratory muscles based on real-time measurements of work of breathing. *Chest*, 1994; 106:1835- 1842.
34. Cook CD, Mead J, Orzalesi MM. Static volume-pressure characteristics of the respiratory system during maximal efforts. *J Appl Physiol*, 1964; 19:1016-1022.
35. Laroche CM, Carroll N, Moxham J, Green M. Clinical significance of severe isolated diaphragm weakness. *Am Rev Respir Dis*, 1988; 138:862-866.
36. Hamilton AL. Muscle strength, symptom intensity, and exercise capacity in patients with cardiorespiratory disorders. *Am J Respir Crit Care Med*, 1995; 152: 2021-2031.
37. Mador M, Kufel T. Effects of Inspiratory Muscle Fatigue on Inspiratory Muscle Relaxation Rates in Healthy Subjects. *Chest*, 1992; 102 (6): 1767-1772.
38. Oca MM, Rassulo J, Celli B. Respiratory muscle and cardiopulmonary function during

- exercise in very severe COPD. *Am J Respir Crit Care Med*, 1996; 154: 1284-1289.
39. Poole DCWL, Sexton GA, Farkas SKP, Reid MB. Diaphragm structure and function in health and disease. *Official J Am Coll Sport Med*, 1997: 738-753.
40. Laghi F, Tobin MJ. Disorders of the respiratory muscles. *Am J Respir Crit Care Med*, 2003; 168 (1): 10-48.
41. National Heart , Lung, and Blood Institute. Respiratory muscle fatigue. NHLBI Workshop. *Am Rev Respir Dis*, 1990; 142:474-480.
42. Larson J, Covey MK, Wirtz SE, Berry JK, Alex CG, Langbein WE, et al. Cycle Ergometer and Inspiratory Muscle Training in Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine* 1999; 160:500-7.
43. Mayos M, Giner J, Casan P, Sanchis J. Measurement of maximal static respiratory pressures at the mouth with different air leaks. *Chest*, 1991; 100: 364-366.
44. Oliveira LC, Gobette VL, Maio F, Sugisaki C, Godoy I. Treinamento dos músculos respiratórios associado a exercícios de recondicionamento geral em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica. *Rev Bras Fisiot*, 1999; 3 (2): 61-67.
45. Weiner P, Azgad Y, Ganam R. Inspiratory Muscle Training Combined with General Exercise Reconditioning in Patients with COPD. *Chest* 1992; 102: 1351-6.
46. Reid DW, Samrai B. Respiratory muscle training for patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Phys Ther*, 1995; 75(11): 996-1004
47. Clanton TL, Diaz PT. Clinical assessment of the respiratory muscles. *Phys Therapy*, 1995; 75(11):983-995.
48. Iandelli I, Gorini M, Misuri G, Gigliotti F, Rosi E, Duranti R, et al. Assessing inspiratory

- muscle strength in patients with neurologic and neuromuscular diseases - Comparative evaluation of two noninvasive techniques. *Chest*, 2001; 119: 110-1113.
49. Fiz JA, Haro M, Aguilar J, Alvarez J, Abad J, Monso E, *et al.* Spirometry and maximal respiratory pressure in patients with facial paralysis. *Chest*, 1993; 103:170-173.
50. Manczur TI, Greenough A, Pryor D, Rafferty GF. Assessment of respiratory drive and muscle function in the pediatric intensive care unit and prediction of extubation failure. *Pediatr Crit Care Med*, 2000 1(2): 124-126.
51. Mier-Jedrzejowicz A, Brophy C, Moxham J, Green M. Assessment of diaphragm weakness. *Am Rev Respir Dis*, 1988; 137:877-883.
52. ATS/ ACCP Statement on Cardiopulmonary Exercise Testing. *Am J Respir Crit Care Med*, 2003; 167: 211-277.
53. De Troyer A, Estenne M. Limitations of measurement of transdiaphragmatic pressure in detecting diaphragmatic weakness. *Thorax*, 1981; 36: 169-174.
54. Evans SA, Watson L, Cowley AJ, Johnston ID, Kinnear WJ. Normal range for transdiaphragmatic pressures during sniffs with catheter mounted transducers. *Thorax*, 1993; 48:750-753.
55. Baydur A, Behrakis P, Zin W, Jaeger M, Milic-Emili J. A simple method for assessing the validity of the esophageal balloon technique. *Am Rev Respir Dis*, 1982; 126:788-791.
56. Heritier AF, Perret C, Fitting JW. Maximal sniff mouth pressure compared with maximal inspiratory pressure in acute respiratory failure. *Chest*, 1991; 100: 175-178.
57. Gillespie DJ. Comparison of intraesophageal balloon pressure measurements with nasogastric esophageal balloon system in volunteers. *Am Rev Respir Dis*, 1982; 126:

583-585.

58. Esau SA, Bye PT, Pardy RL. Changes in rate of relaxation of sniff with diaphragmatic fatigue in humans. *J Appl Physiol*, 1983; 55: 731-735.
59. Heritier F, Rham F, Pasche P, Fitting JW. Sniff nasal inspiratory muscle strength. *Am J Respir Crit Care Med*, 1994; 150: 1678-1683.
60. Morgan MDL, Singh SJ. Testes de função cardiopulmonar. In: Pryor JA, Webber BA, editores. *Fisioterapia para Problemas Respiratórios e Cardíacos*. 2ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2002. p.38-52.
61. Laroche CM, Mier AK, Moxham J, Green M. The value of sniff esophageal pressures in the assessment of global inspiratory muscle strength. *Am Rev Respir Dis*, 1988; 138: 598-603.
62. Uldry C, Fitting JW. Maximal values of sniff nasal inspiratory pressure in healthy subjects. *Thorax*, 1995; 50:455-457.
63. Katagiri M, Abe T, Yokoba M, Dobaschi Y, Tomita T, Easton PA. Neck and abdominal muscle activity during a sniff. *Respir Med*, 2003; 97(9): 1027-1035.
64. Laporta D, Grassino A. Assessment of transdiaphragmatic pressure in human. *J Appl Physiol*, 1985;55:1469-1476.
65. Mier A, Brophy C, Moxham J, Green M. Influence of lung volume and rib cage configuration on transdiaphragmatic pressure during phrenic nerve stimulation in man. *Respir Physiol*, 1990; 80:193-202.
66. Rochester DF. Tests of respiratory muscle function. *Clin Chest Med*, 1988; 9: 249-261.
67. Torres JP, Talamo C, Aguirre-Jaime A, Rassulo J, CelliB. Electromyographic validation of

- the mouth pressure-time index: a noninvasive assessment of inspiratory muscle load. *Respir Med*, 2003; 97:1006-1013.
68. Yokoba M, Abe T, Katagiri M, Tomita T, Easton PA. Respiratory muscle electromyogram and mouth pressure during isometric contraction. *Respir Physiol Neurobiol*, 2003; 137 (1): 51-60.
69. Casaburi R. Principles of exercise training. *Chest*, 1992; 101(suppl 5): 263s- 267s.
70. Fiz JA, Texido A, Izquierdo J, Ruiz J, Morera J. Postural variation of the maximum inspiratory and expiratory pressure in obese patients. *Int J Obes*, 1991; 15: 655-659.
71. Karvinen J, Soarelainen S, Nieminen MM. Measurement of respiratory muscle forces based on maximal inspiratory and expiratory pressures. *Respiration*, 1994; 61: 28-31.
72. Weiner P, Waizman J, Weiner M, Rabner M, Magadle R, Zamir D. Influence of excessive weight loss after gastroplasty for morbid obesity on respiratory muscle performance. *Thorax*, 1998; 53: 39-42.
73. Polkey MI, Green M, Moxham J. Measurements of respiratory muscle strength. *Thorax*, 1995; 50: 1131-1135.
74. Roussos C, Macklem PT. The respiratory muscles. *N Engl J Med*, 1982; 307:786-797.
75. Supinski G. Determination and interpretation of inspiratory and expiratory pressure measurements. *Clin Pulm Med*, 1999; 6:118-125.
76. Syabbalo N. Assessment of respiratory muscle function and strength. *Postgrad Med J*, 1998; 74:208-215.
77. Rochester DF, Braun NMT. Determinants of maximal inspiratory pressure in COPD. *Am*

Rev Respir Dis 1985; 132: 42-47.

78. Enright PL, Kronmal RA, Manollo TA, Schenker MB, Hyatt RE. Respiratory muscle strength in the elderly. Correlates and reference values. *Am J Respir Crit Care Med*, 1994; 149:430-438.
79. Fiz JA, Montserrat JM, Picado C, Plaza V, Agusti-Vidal A. How many maneuvers should be done to measure maximal inspiratory mouth pressure inpatients with chronic airflow obstruction? *Thorax*, 1989; 44:419-421.
80. Hamnergard CH, Wragg S, Kyroussis D, Aquilina R, Moxham J, Green M. Portable measurement of maximum mouth pressures. *Eur Respir J*, 1994; 7:398-401.
81. McElvaney G, Blackie N, Morrison P, Wilcox PG, Fairbairn MS, Pardy RL. Maximal Static Respiratory Pressures in the Normal Elderly. *Am Rev Respir Dis*, 1989; 139: 277-281.
82. Rubinstein I, Slutsky A, Rebuck A, McClean PA, Boucher R, Szeinberg A, et al. Assessment of maximal expiratory pressure in healthy adults. *J Appl. Physiol*, 1988; 64(5):2215-2219.
83. Wasson JH, Sox HC, Neff RK, Goldman L. Clinical prediction rules: applications and methodological standards. *N Engl J Med*, 1985; 313:793-799.
84. Zakyntinos S, Vassilakopoulos T, Mavrommatis A, Poussos C, Tzelepis GE. Effects of different expiratory maneuvers on inspiratory muscle force output. *Am J Respir Crit Care Med*, 1999; 159: 892-895.
85. Fiz JA, Carreres A, Rosell A, Montserrat JM, Ruiz J, Morera JM. Measurement of maximal expiratory pressure:effect of holding the lips. *Thorax*, 1992; 47:961-963.
86. Aldrich T, Spiro P. Maximal inspiratory pressure: does reproducibility indicate full effort?

- Thorax*, 1995; 50: 40-43.
87. Gaultier C, Zinman R. Maximal static pressures in healthy children. *Respir Physiol*, 1983; 51:45-61.
88. Neder JA, Andreoni S, Castelo-Filho A, Nery LE. Reference values for lung function tests I. Static volumes. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 1999; 32: 703-717.
89. Koulouris N, Mulvey DA, Laroche CM, Green M, Moxham J. Comparison of two different mouthpieces for the measurements of P_Imax e P_Emax in normal and weak subjects. *Eur Respir J*, 1988; 1:863-867.
90. Luo YM, Hart N, Mustafa N, Man WD, Rafferty GF, Polkey MI, *et al.* Reproducibility of twitch and sniff transdiaphragmatic pressures. *Respir Physiol Neurobiol*, 2002; 132 (3): 301-306.
91. Multz AS, Aldrich TK, Prezant DJ, Karpel JP, Hendler JM. Maximal inspiratory pressure is not a reliable test of inspiratory muscle strength in mechanically ventilated patients. *Am Rev Respir Dis*, 1990; 142: 529-532.
92. Fiz JA, Texido A, Izquierdo J, Ruiz J, Roig J, Morera J. Postural variation of the maximum inspiratory and expiratory pressures in normal subjects. *Chest*, 1990; 97:313-314.
93. Koulouris N, Mulvey DA, Laroche CM, Goldstone J, Moxham J, Green M. The effect of posture and abdominal binding on respiratory pressures. *Eur Respir J*, 1989; 2: 961-965.
94. Aguilar X, Fiz JA, Texido A, Vilalta P, Abad J, Richart C, *et al.* Maximal inspiratory and expiratory pressures have no daytime variation in healthy men. *Respir Med*, 1996;

90:231-233.

95. Fiz JA, Carreras A, Aguilar J, Gallego M, Morera J. Effect of order on the performance of maximal inspiratory and expiratory pressures. *Respiration*, 1992; 59; 288-290.
96. Silva LCC, Rubin AS, Silva LMC. Avaliação Funcional Pulmonar. In: Silva LCC, editor. *Condutas em Pneumologia*. 2ª ed. Rio de Janeiro: Revinter; 2001. p. 116-117.
97. Silva LCC, Rubin AS, Silva LMC. Avaliação funcional pulmonar. Rio de Janeiro: Revinter, 2000.
98. Pereira CAC, Barreto SP, Simões JG, Pereira FWL, Gerstler JG, Nakatani J. Valores de referência para a espirometria em uma amostra da população brasileira adulta. *Jornal de Pneumologia*, 1992; 18 (1): 10-22.
99. Schmidt R, Donato CRF, Valle PHC, Costa D. Avaliação da força muscular respiratória em crianças e adolescentes. *Rev Fisioterapia da Universidade de Cruz Alta*, 1999; 5(1): 41-54.
100. Suzuki S, Sato M, Okubo T. Expiratory Muscle Effort during Exercise in Normal Subjects. *Thorax* 1995; 50: 366-370.
101. Staub NC. Propriedades Mecânicas da Respiração. In: Berne RM, Levy MN, editores. *Fisiologia*. 4ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000. p. 503-515.
102. Siafakas NM, Mitrouska I, Bouros D, Georgopoulos D. Surgery and the respiratory muscles. *Thorax*, 1999; 54:458-465.
103. Tobin MJ, Chadha TS, Jenouri G, Gazeroglu HB, Sackner MA. Breathing patterns. 1. Normal subjects. *Chest*, 1983; 84: 202-205.
104. Szeinbeger A, Marcotte J, Roizin H, Mindorff C, England S, Tabachnik E, Levison H.

Normal values of maximal inspiratory and expiratory pressures with a portable apparatus in children, adolescents and young adults. *Pediatr Pulmonol*, 1987;3:255-258.

105. Mayer AM, Cardoso F, Velloso M, Ramos R. Fisioterapia Respiratória. In: Affonso Berardenelli Tarantino, editor. *Doenças Pulmonares*. 5ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2002. p. 544 – 548.
106. Fauroux B. Respiratory muscle testing in children. *Paediatr Respir Rev*, 2003 4:243-249.
107. Wagener JS, Hibbert ME, Landau LI. Maximal respiratory pressures in children. *Am Rev Respir Dis*, 1984; 129: 873-875.

5. ARTIGO EM LÍNGUA INGLESA

MAXIMAL RESPIRATORY PRESSURE IN HEALTHY ADULT PEOPLE AMONG 20 TO 59 YEARS OLD: REFERENCE VALUES

Mariane Borba Monteiro¹, Sergio Menna Barreto²

¹ Physiotherapist. Rede Metodista de Educação – IPA, physiotherapy course Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

² Pneumologist. Main Professor at UFRGS Medicine Course, Pneumology Department of Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA)

This study obtained financial help from HCPA Foundation of Incentive to search and events (FIPE) to buy equipments.

Mails to:

Mariane Borba Monteiro

Av. Pereira Passos, 239

CEP: 91900-240. Porto Alegre, RS, Brasil

E-mail: mariane_bm@bol.com.br ou marianemonteiro@hotmail.com

Abstract

Introduction: Maximal respiratory pressures (MRP) can be obtained through manovacuometry. These are simple and non-invasive tests to evaluate muscles ventilatory force.

Aim: To evaluate MRP in normal adults among 20 and 59 years old, evaluating the influence of independents variables. It's the objective too elaborating normality equation to MRP values, as well as comparing to normal parameters actually accepted.

Material and methods: A observational and cross study was carried out with a convenient non-probabilistic sample, observing 445 normal individuals among 20 and 59 years. Spirometric and manovacuometric exams were done, along with demographic and anthropometrical data collecting. Equipment and maneuver followed recommendations of Rules of Lung Function Tests (2002).

Results: There were found maximal inspiratory pressure (MIP) and maximal expiratory pressure (MEP) values significantly higher in the younger people and in men. Age and weight had association to MRP. School and physical activity levels surprisingly presented association to MRP, even after multiple linear regression and stepwise backward method ($p < 0,001$). Data encountered differed from those presented by Black and Hyatt, Neder and Harik-Khan. Even though a bigger sample size and number of independent variables were studied R^2 value was not higher than 20%.

Conclusion: Independently of the influence of individual and measurement techniques characteristics must have over values of MRP, maybe other aspects must explain the big magnitude that normality groups that we had.

Key words: maximal inspiratory pressure, maximal expiratory pressure, manovacuometry, muscle ventilatory

Introduction

Respiratory muscles force measurement had wide application because it allows diagnosing respiratory insufficiency by muscular breakdown and it helps health personnel to establish a general and particular physical training protocol to the respiratory muscles. The most used evaluation method actually is manovacuometry, that determines maximal inspiratory pressure (MIP) and maximal expiratory pressure (MEP), indicating the index of total force of these muscles (1).

MIP and MEP measures are considered as a routine procedure in lung function laboratories and present a big advantage as they are non-invasive techniques. However, this method has its limitations. Apart from individual characteristics some factors as differences in application techniques, personnel motivation and help can affect measurement of maximal respiratory pressures too. This results in a big variation of values of this measure in normality situations among laboratories. (2).

So, it's difficult to choose normal values to this measurements. It's possible to verify the wide variation of the normal values in the literature. Among the main studies about this subject values proposed by Black e Hyatt (1969) and those suggested by Neder *et al.* (1999) have good acceptance, despite the fact that they are different of each other. Although Neder *et al.* study is done with a Brazilian sample, Black e Hyatt parameters are more widespread in our environment (3,4).

The present study aimed determine MIP and MEP in normal individuals among 20 and 59 years old, evaluating the influence of independent variables like gender, age and height. It was another aim too to elaborate a normality equation to MRP values, as well as comparing to the normal parameters actually accepted.

Material and methods:

A observational, descriptive and cross study was carried out with a convenient non-probabilistic sample. Individuals included in the sample were 20 to 59 years old, considered functionally health, with no diagnosis, signal or symptom of respiratory disease and that presented normal values to forced expiratory volume in the first second (FEV_1), forced vital capacity (FVC) and forced expiratory coefficient in the first ($FEC_1 = \%FEV_1/FVC$) higher than 0,70, according to Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD)(5). Besides, the individuals wouldn't have a diagnosis of chronic diseases or were in medicament use with ventilatory or muscle-esqueletal repercussion that would influence in the study proposed. Were excluded individuals that showed difficulties or that were not comfortable to do the exams after orientation, do not reaching acceptable performance or any acute disease in the ventilatory system in a period of three months before data collecting. Sample size calculation was done based on Black e Hyatt (3) findings until this moment, as it is considered the main study about the question. Were tested the standard deviations values presented in tables of these authors as standard deviations expected to the population combined to the maximal difference acceptable of 10 cmH_2O or 15 cmH_2O and it was considered a 95% confidence level. Attempts to deonstrate that each age group and gender group should have about 35 people. Because of a statistical recommendation one group had a bigger sample size to have the best analysis of some of the independent variables.

To obtain the desired sample different public and private places were visited and people in there were invited. In order to do it was elaborated a presentation form about the study and asked for permission to collect data in that place. The search project was accepted by Ethical and Searches Committee of the involved institutions and all volunteers signed a informed consent form. Volunteers were selected from the following places: Hospital de Clínicas de Porto Alegre, Complexo Hospitalar Santa Casa, Academia de Polícia Militar de Porto Alegre and Bairro Belém Velho.

A protocol to evaluation was used to collect data that asked about demographic, anthropometrical, spirometric respiratory muscle forces data (MIP and MEP). Body Mass Index (BMI) and Body Surface (BS) were calculated, respectively, through formulas suggested by the Health World Organization: $\text{weight (kg)/height}^2(\text{m})$ and $\sqrt{\text{height}(\text{cm}) \times \text{weight}(\text{kg}) / 3.600}$. To BMI it was considered as normal an index between 20-24; overweight between 25-30; and obese, when over 30. The sample was classified according to its categorical variables: smoking habit, occupational antecedents, physical activities and school level. In relation to physical activity individuals were classified into two groups according to what was proposed by Casaburi in 1992: those who did physical activity regularly and sedentary or those that used to do physical activity or casually did (24).

To school level characteristic there were three groups formed: only complete primary school, with complete high school and graduated or post-graduated people. In relation to their occupation, individuals were classified according to their exposing to environmental threshold like contact to agrototoxics and soots. The search equipments (microspirometer e manovacuometer) were subjected to a review of its calibration and measurement systems in a technical service specialized three times during the data collecting period.

In the evaluation of lung function proofs it was used a microspirometer brand Micro Medical, model Micro Plus, measuring FEV₁, FVC, FEC₁. The exam was realized in seated position using a nasal clip, occluding the nose. The person herself used to hold the equipment to better adapt to it. Three maneuvers were realized, selecting that one with high value.

To MRP measurement, we used a digital manovacuometer model MVD v 0.2, brand Globalmed, elaborated by Microhard, with a self-calibration system that registers absolute values until 500 cmH₂O. It was used a plastic cylindrical mouth with the aperture to acoplata the lips of 15 mm and an orifice of 2 mm diameter to avoid the effect of facial muscles in the noted values. The mouth was connected in the manovacuometer through a 35 cm long

flexible tube with 4 mm of internal diameter. The device emitted a sound signal when is reached a higher value, and shows a graphic signal in bars during the maneuver. MRP measurements were done with individuals seated and the nose occluded by a nasal clip. The person herself holds tightly the mouth against the lips avoiding the perioral air to escape. MIP was evaluated from a inspiratory effort started at residual volume level (RV), while MEP was measured during a expiratory effort started at total lung capacity level (TCL). It was required to maintain the maneuver supporting the pressure value for about 2 seconds. Each person did 5 maneuver to each analyzed pressure. The time interval between consecutive measures was around 1 minute. To data analysis it was considered the higher MIP and MEP values, that didn't differ in more than 10% from the second higher value in up to down order. Equipment and maneuver characteristics followed recommendations of Rules of Lung Function Tests. (2).

Data collecting was done always by the same searchers, previously trained. Before each exam a maneuver demonstration was carried out. It not only teached and demonstrated, but motivated the volunteer to do the exams through a standardized hard oral command. About 10% of the sample had their data analyzed in software program to verify if they were being supported the two second recommended to the maximal value, and it was confirmed with the graphic analysis. In addition to it, a investigation previous to this study was carried out comparing the values obtained with this portable device in relation to the equipment commonly used in the laboratory of lung function at HCPA. During a one month period 50 individuals did maneuvers to MIP and MEP in both equipments to compare with three repetitions in each equipment (the first one was randomly selected). During the study some individuals realized the maneuver with the equipment connected to a analogical manometer to compare to registered values. The objective was to verify the validity of the registered data in the equipment of the study and training maneuvers to be done. The collected values differed around 6%, showing a not significant difference between the two equipments. The search equipments (microspirometer e manovacuumeter) were subjected

to a review of its calibrage and measurement systems in a technical service specialized three times during the data collecting period.

MRP values found were presented through a descriptive statistic with standardized means and bias (in cmH₂O), and were registered as absolute values. Using collected data by interviews with the volunteers it was possible to identify the influence of the characteristics of the individuals in the MIP and MEP values. To do so there were used statistical comparative

Student's t test in order to verify the presence of a significant difference related to gender. The same was done to the independent variables like age, BS, BMI, weight and high in men and women. To variables like physical activity and smoking habit Qui-squared test was used.

Comparison of means found with values foreseen according to equations of other authors was applying Student t test to paired samples. Evaluation of variables influence was done using Student t test and to the variance analysis to independent means comparison. Besides, in the univaried analysis to verify association of MRP with the independent variables Pearson's correlation test was used. A multiple linear regression was done to evaluate the variables that would have any independent association with MIP and MEP values among all that variables that presented $p < 0,20$ in the univaried analysis. In the following evaluation it was used the stepwise backward method In this faze FEV₁ and FEC₁ were not included because they were associated to FVC. For the same reason BMI and BS were not considered to the continuity of the analysis of the variables, only weight and height were considered. To the elaboration of normality equation only the independent variables were selected that showed significant association with MRP after multiple linear regression and stepwise backward method. It was considered 0,05 α significance level. Statistical analysis of data was done through an SPSS program (Statistical Package for Social Sciences) to Windows 10.0 version and Stata to Windows, 7.0 version.

Results

During the period from January to August, 2003 were evaluated to this study 509 individuals, it was necessary to exclude from the studied sample 64 people. The main reason for exclusion was a not acceptable performance in the spirometric and manovacuometric maneuvers, even after demonstration by the investigator and after carrying out the recommended number of repetitions. Another reason was the presence of FEC_1 under 0,70, encountered in 19 individuals. So, participated in the analyzed sample 445 normal adult individuals from 20 to 59 years old, living in Porto Alegre and environs (Brazil, south region).

The sample was constituted by 240 (53,93%) men and mean age was $34,23 \pm 12,02$ years old. Majority of the individuals were caucasian ($n=372$, 83,6%) and sedentary ($n= 233$, 52,4%) people. When smoking habit was observed we found 68 (15,3%) smokers, 62 (13,9%) ex-smokers e 313 (70,7%) not smokers. The most frequent school level was complete high school ($n=241$, 54,2%). The majority of the sample ($n=410$, 92,1%) had a job not related to a lung toxicological risk and/or had even jobs that required physical conditioning. IMC and SC mean values were $24,95 \pm 4,00\text{kg/m}^2$ and $1,82 \pm 0,2\text{m}^2$, respectively. Only 49 individuals (11,01%) presented BMI higher than 30kg/m^2 , and were considered obese. In relation to lung function evaluation FEV_1 , FVC e CEF_1 values were $3,29 \pm 0,83\text{L}$, $3,75 \pm 0,95\text{L}$ e $0,87 \pm 0,05$, respectively. About MRP, mean and standardized bias values were obtained to the inspiratory maneuver of $111,81 \pm 37,38\text{cmH}_2\text{O}$ with a Confidence Interval of 95% ($IC_{95\%}$) from 108,33 to 115,33 cmH_2O , and to the expiratory maneuver, $136,18 \pm 50,90\text{cmH}_2\text{O}$ with a $IC_{95\%}$ from 131,44 to 140,92 cmH_2O .

After data collecting carried out from 445 people that were submitted to the proposed exams it was possible to elaborate a table with MRP values considering gender and age group (table 1). Analyzing solely males and females MIP mean values were, respectively $133,26 \pm 30,98 \text{cmH}_2\text{O}$ and $86,69 \pm 27,23 \text{cmH}_2\text{O}$. In the other hand MEP found to men was

166,07 ± 44,74 cmH₂O and 101,18 ± 31,80 cmH₂O for women. There were statistically significant differences to MIP and MEP values when comparing men and women. MIP mean difference value was 46,57 cmH₂O (p<0,001) and to MEP it was 64,89 cmH₂O (p<0,001). The mean MRP values obtained to female corresponded about 65% and 61% of the MIP and MEP values in males, respectively.

Comparison between male and female groups even showed significant difference in the following variables: age (mean difference of 3,03 years, p=0,008), body surface (mean difference of 0,21m², p<0,001), FEV₁ (mean difference of 1,12L, p<0,001) and FVC (mean difference of 1,32L, p<0,001). The categorical variable physical activity showed significant difference, with most of the individuals that practice physical activity regularly being male (p<0,001). General characteristics of the studied sample are showed without stratified analysis by age (table 2).

Through data collected in the interview with volunteers it was possible to identify the influence of other aspects of individuals MIP e MEP values.

In relation to age groups it was found a inverted significant correlation (p<0,001) to MIP (r = -0,31), and to MEP (r= -0,27). The higher MIP and MEP values obtained were observed in 20 to 29 years old age group with a significant difference when compared with values of the others to males as to females (figures 1 e 2). However it's possible to observe that correlation values were not high, especially to females (table 3).

Spirometric data showed there is a significant correlation with MIP (p<0,001), when analyzing FEV₁ e FVC, with r = 0,55 e 0,56, respectively. Verifying correlation MEP, there were found significant values of r= 0,56 e 0,55 (p<0,001), respectively. FEC₁ relation showed significant correlation only with MEP (r =0,12 e p<0,05) and even so a very weak correlation. Analyzing solely men and women the results are different. In the 240 evaluated men, we verified significant correlation of MIP with variables like age (r = -0,40), FEV₁ (r = 0,29), FVC (r = 0,29), p<0,001. There was no statistical significance to FEC₁, BMI, BS, weight and high.

In relation to MEP there was found correlation to age ($r=-0,34$), FEV_1 ($r= 0,24$), FVC ($r= 0,18$), FEC_1 ($r=0,17$), $p<0,01$ (table 3). In the 205 analyzed women we verified significant correlation of MIP only with age ($r= -0,16$, $p=0,02$). MEP in females presented correlation with data like FEV_1 ($r= 0,21$, $p=0,002$), FVC ($r=0,22$, $p=0,002$), FEC_1 ($r= 0,14$, $p<0,05$) (table 2).

There was no significant difference when analyzing the variable BMI, but a significant correlation ($p<0,001$) to MIP in variables like BS ($r= 0,39$), weight ($r= 0,32$) and height ($r= 0,45$). And to MEP, the correlation presented $r= 0,38$, $0,30$ and $0,48$ ($p<0,001$), respectively. It's possible to observe a higher correlation of the variable height to MRP values.

Comparing MRP values in groups of smokers, not smokers and ex-smokers in the last six months there was no statistical differences. Then it seems that smoking habit was not able to influence the MIP ($p=0,1$) and MEP ($p=0,052$) values.

Analysing gender separatedly the difference still significant only to PEmax in men ($p=0,02$). In relation to physical activity there were identified significant values to PImax and PEmax in both gender ($p<0,001$). About jobs, the comparison among groups didn't show statistical difference in MIP ($p=0,38$) values. But when analyzing MEP values, we could observe statistical differences ($p=0,008$). Thus job risks was able to influence MEP but it didn't happen to MIP. People were grouped by race, but there was no statistically significant difference in MRP values. To school level characteristic, a significant difference was observed between men with complete primary school and the others ($p<0,05$).

According to obtained values from 445 individuals, considering each independent those that showed the highest correlations were FVC, FEV_1 and height. BS and weight had a lower correlation with ($p<0,001$) (table 2).

About PImax in male, it was possible to observe meaning only in the influence of age variable when controlled to height, FVC, physical activity and school level ($p < 0,001$; $R^2= 0,19$). Using stepwise backward method, only age variable remained associated to MIP in men ($R^2= 0,17$). To MEP it was observed influence of age($p=0,003$) and school level (p

<0,001) variables with $R^2=0,21$. Carrying out stepwise backward method age and school level variables remained their association ($R^2= 0,19$). To female individuals MIP presented tendency to be influenced by the following variables: age ($p=0,024$), weight ($p=0,01$) and physical activity ($p<0,001$) with $R^2=0,12$. Their association remained after stepwise backward method ($R^2= 0,12$). MEP in female presented association with FVC ($p=0,048$) and physical activity ($p<0,001$), controlling age, height and school level variables ($R^2= 0,14$). Even after stepwise backward, method FVC and physical activity presented association ($R^2= 0,13$) to female MEP (table 4).

Comparative analysis was done among values found in this study and those values considered as references of normality actually. From the formulas proposed by Black e Hyatt (3), Neder *et al.* (4) and Harik-Khan *et al.* (7) de MIP and MEP normality values were calculated to individuals from the sample and it was verified if these data were in accordance with those found through MRP inspiratory and expiratory maneuver.

Comparing MIP mean values collected, along with men and women, those values obtained by the formula of the study of Black and Hyatt (3), we found a mean difference of about $4,94 \pm 28,24$ cmH₂O ($p<0,001$). Related to mean value obtained by the formula of Neder *et al.*(4), we found a mean difference with the MIP of this study of about $-0,54 \pm 28,22$ cmH₂O, but no statistical difference ($p=0,68$). Related to Harik-Khan *et al.* (7) equation, we found a mean difference of about $-12,61 \pm 41,88$ cmH₂O ($p<0,001$). About maximal values comparing our data with those that were expected with the formula of Black e Hyatt (3), we found a mean difference of about $-59,68 \pm 38,74$ cmH₂O ($p<0,001$). Considering normality values from the formula proposed by Neder *et al.*(4), the mean difference was about $18,19 \pm 39,12$ cmH₂O ($p <0,001$). This MIP and MEP comparison separated in relation to gender is presented in figures 3 e 4, respectively.

Discussion

Many authors measure MRP in healthy people from different age groups and reported their findings like tables or equations of regression to calculate normal values of reference (3, 4, 7-12) (table 5).

Despite the extensive use of maximal respiratory pressures there are some limitations associated to these measurement They are highly volitive, dependent of learning curve lung volume and of muscle fiber extent.

Besides, a big discrepancy among reference values can be attributed to distinct procedures used to select normal volunteers to the small size of some samples and to the differences among techniques employed equipments (2).

Black and Hyatt (1969) realized one of the main studies about this question, and they had the proposed values accepted until today. In a search there were included 60 men and 60 women ages from 20 to 74 years old to determine MIP and MEP normal values through two manometers connected to a metallic cylinder with a mouth, normal individuals realized maximal inspirations and expirations from RV and TLC, respectively (3).

In Brazil, employing similar equipment Neder *et al.* measure MIP from RV and MEP from CPT. Measures were carried out in 100 Brazilians ages between 20 e 80 years old, that were 50 men e 50 women that were distributed homogeneously among age groups of 10 years, with sample selecting criteria that would guarantee health people Despite sample recruitment had being done by convenience non probabilistic manner, criteria to guarantee absence of disease the would be reflected in respiratory muscles performance were respected.

The group had a heterogeneously race traits reproducing urban population traits from Brazil southeast. To MRP measures there were used a rigid plastic moth part with a "small" escape orifice (not specified dimensions) and a aneroid manovacuumeter; during measures people hold chicks with their hands. Maximal expiratory efforts were maintained during at

least one second. 3 to 5 acceptable and reproducible maneuvers were done (with 10% differences or less among the values); the highest values were registered, except if produced in the last effort. Their values were presented in the regression equation (4).

Using modern equipment Harik-Khan *et al.* (1998) measured MIP only in 139 healthy men (ages from 23 to 90 years, weight from 56 to 148 Kg, height from 162 to 192cm; 62 that never had smoked) and in 128 women (ages from 20 to 83 years, weight from 41 to 97 kg, height from 144 to 187cm; 73 that never had smoked). These people (n=267, of these 95% caucasian) carried out 5 maneuvers in order to obtain three acceptable maneuvers (with a inspiratory pressure plateau of at least two seconds). To each individual it was considered as MIP value the most negative pressure observed after the first second of efforts. Based in the values found in this sample composed by people from Washington and Baltimore regression equations were constructed too.(7)

Besides these three main studies pointed out by Souza, 2002, through Rules of Lung Function Tests, there are many authors that reported searches about this question (3, 4, 7-19). Reviewing them we found only the study of Neder *et al.* realized with a sample of normal adults in Brazil. What's more, majority of the laboratories of lung function adopt as normality parameters data from other countries especially those from Black e Hyatt .

MIP values expected by equations of Harik-Khan *et al.* differed from those showed by Black *et al.*. In the other hand MIP values found by equations of Neder *et al.* are bigger (that mean more negative) than those obtained with equations from Black *et al.*, Wilson *et al.* and Enright *et al.* (3, 4, 7-9). Our results demonstrated MIP values in men were higher than those from Black e Hyatt, Harik-Khan and Neder *et al.* However women values remained higher only in relation to Black e Hyatt. Related to MEP, our values were to those from Neder *et al.*, but lower than those from Black e Hyatt, and the two comparisons had significant differences to both gender.(3, 4, 7).

Analyzing those variables that would influence MRP, we observed related to gender that MIP and MEP values in female corresponded to 65% and 61%, respectively, to those

obtained to male. In all studies we found values in men were higher, with statistically significant difference. Black e Hyatt observed values between 65 and 70% to women in relation to men. In a study by Harik-Khan *et al.* mean MIP encountered in female corresponded to about 70% of male value (3,7).

Wilson *et al.* studied 370 normal adults and children (48 men mean age of $34,7 \pm 14,87$ years old; 87 women, mean age $36,8 \pm 13$ years old; 137 boys mean age $11,1 \pm 2,2$ years old and 98 girls mean age $11,6 \pm 2,5$ years). Analyzing data obtained in the adult part of the sample MEP values to female was 60% of the value to male adults. In a study carried out in Cruz Alta (RS) with children and teenagers (from 6 to 14 years old) from that region it was verified that MRP values to girls corresponded to 84% of those values obtained to male (8, 10).

Bruschi *et al.* (1992) studied MRP in 625 individuals (266 male and 359 female) clinically and functionally health. Their results showed that respiratory pressures were higher with significant difference in male (11).

So, in studies analyzed there was no disagreement about presence of significant difference to gender variable. All of them reported that men have higher MRP than women (3,4,8-19).

Another observed aspect in our study is the superiority of MEP values over MIP values. This finding was focused by other authors. In a study of Wilson *et al.* MIP values were 79% of those MEP value (8).

In the present study it was observed significant differences in MRP when comparing people among 20 and 29 years old with the other age groups. Harik-Khan *et al.*, Ringquist e Vincken *et al.* demonstrated age is a negative predictor of MIP with statistical significance to both men and women (7,14, 15). However, Black e Hyatt didn't observe a reduction of pressures with age in subjects with less than 55 years old. Only from 55 years old on it was found an important reduction in MEP, to both men and women (3). Camelo *et al.* (1985)

studied 60 normal adults, 10 men and 10 women in each decade from 20 to 49 years old and did not observe significant MIP and MEP regression with age considering this age group(20).

In our study, as in those of others (4,7), age coefficient was more negative to men than to women, indicating that decline observed in MRP related to age was bigger to male. Besides decline was not significant to MEP in female.

Age effect is doubtful in some studies because of the power of the results can be injured by the number extremely low of individuals in each age group (3, 15).

In addition measurement of respiratory muscle force through MRP is a volitive test, that is, dependent of the understanding and collaboration of individuals in the test. Some healthy people submitted to MIP and MEP measurements can think maneuvers are difficult, exhaustive or not comfortable. The difficulty of caring out these tests increases in people older or with alterations in facial muscles (were perioral escapes can make bias in the results). So this population can present MRP values lower than the younger people Another important aspect is that depending of the age group that is analyzed the age process really already brought important repercussions to muscle fibers and to the ventilatory capacity of the individual (2,6).

In the present study smoking habit was not able to influence in a meaning way MIP and MEP values. In a search caried out by Black e Hyatt individuals were analyzed together with no stratification related to this variable and this was considered a limitation in this search. (3). Not only our study but according Bruschi *et al.* (1992) and Harik-Khan *et al.*(1998), smoking was not able to influence MRP values in their samples (7,11). So, like these authors smokers and ex-smokers were not excluded or separated from from the group because data analysis revealed that in this sample tabagism did not influence MIP values.Exclusion criteria in the sample of Neder *et al.* there was smoking history (4).

About anthropometric variable, Bruschi *et al.* (1992) found correlation in all anthropometric parameters that were used in the study even to MIP or to MEP (weight: 0,38 and 0,42; height: 0,37 and 0,48; BMI: 0,18 and 0,14; BS: 0,42 and 0,48; Broca index: 0,30 e

0,31, respectively) in the 669 Italian people studied ($p < 0,01$). However the high level of correlation obtained was BS and the r value was lower than 0,5 and their data were not analysed separately to men and women (11). In *Neder et al.* Study weight, high physical activity level and body mass index showed a positive correlation. But after a multiple linear regression gender and age only were able to still influencing MRP values. In men weight presented significant result in relation to MIP value too(4).

Harik-Khan *et al.* encountered significant correlation to weight independent variable to men and to women and height only to women. However when carrying out linear regression with those data only weight remained significant, and to women weight and height were able to influence significantly MIP values(7).

In our study body surface, weight and high showed significant correlation with MRP when men and women were analyzed together. But the observed values didn't present a strong correlation. After making a multiple linear correlation separately to men and women high did not have significant association in both gender. This finding was seen in other studies too (4,11,14,15). Weight demonstrated correlation to MIP values only to female, and it differed from results obtained by Harik-Khan e Leech (7,12) (table 5).

Related to lung function FEV_1 and FVC obtained significant association with MRP, but these were parameters collected aiming to select the sample. Bruschi *et al.* encountered significant correlation only with FVC and MIP but it was weak ($r = 0,13$; $p = 0,045$) (11).

In our study we were able to obtain a significant R^2 value despite it was very low. This finding was surprisingly because we obtained a number of individuals more representative than most of the studies and this was determined through statistical calculation to the sample size. Besides, we controlled a high number of independent variables. As final result from multiple regression analysis and stepwise backward method a normality equation was created. However it's possible to observe its little utility due to the variables that were significant (school level, physical activity, FVC).

Bruschi *et al.* study created their normality equation through a representative sample

from a little Italian city and its individuals were pooled according to age and gender. They included in their multiple linear analysis of correlation variables as gender, age and BS in different association in order to measure effects MRP and to elaborate their normality equation. Through their formulas using these variables they could explain almost 50% ($R^2=0,46$) of the MEP variability and 27% from MIP ($R^2=0,27$) (11).

In the other hand other analyzed studies did not use a representative population sample. The majority did their recruitment by convenience, using individuals that went to the hospital to clinical review (15), or that felt themselves motivated to be volunteer in the search (14). Some authors used volunteers from other studies that investigated diseases or other parameters (4, 7).

Other aspects that can justify variability in the results are methods to carry out the collecting data, type of equipment used and forms to do exams. In our study we followed recommendations from Rules of Lung Function Tests, the standardized maneuver and the equipment was previously tested. Those individuals that didn't obtained the maneuver in maximal effort were excluded, according to proposed criteria. Care with perioral escape, mouth size presence of a orifice to reduce facial muscles influence were adopted. Despite sample recruitment had being done by convenience non probabilistic manner, criteria to guarantee absence of disease the would be reflected in respiratory muscles performance were respected. It was not an objective of this study to know MRP values of a specific place, what would require a populational trait with a recruitment by agglomerates.

With our results or those reported by published studies about this question it's possible to conclude that the variability found in these data is only partially explained by variables comprehended in these study. Certainly individuals traits are important MRP values and in the cooperation level of people and coordination capacity during the maneuver and in the activation of different ventilatory muscles are relevant aspects in the difficult evaluation too.

According to Bruschi *et al.*, many other aspects are not included in regression models

and can influence MRP values. Muscle work capacity, elastic characteristics of the ventilatory system, environment and genetic factors, alltogether to diet habits and physical performance are examples showed by this author (11). In our study we included some variables not related in previous studies. It's surprisingly that we found significant associations with school level of the individual.

All author reported that the difference among findings in the searches could be related to sample selection criteria used and the variability in caring out the procedures.

Besides, independent of the influence that individuals traits cam present about MRP vaue quality of action of the volunteer is of fundamental importance, as it's a volitive test. This could even explain the wide magnitude of disponibility normality bands.

Results interpretation still being a doubtful aspect. MI and MEP elevated values (lower than $-80\text{cmH}_2\text{O}$) (over $90\text{cmH}_2\text{O}$) allow to avoid the presence of ventilatory muscle weakness clinically significant but low values can be difficult to be interpreted if they are not corrected related to lung volumes (21, 22).

Despite these limitations MIP and MEP values are fast and non-invasive tests for the ventilatory muscles function, and even can be done in bed with portable devices (23). MIP measure still being the most used test to evaluate inspiratory muscles force and MEP measure is the only test widely used to evaluation of expiratory muscles force. (2).

Bibliographic References

1. ATS/ ERS Statement on Respiratory Muscle Testing. *Am J Respir Crit Care Med*, 2002; 166:518-624.
2. Souza RB. Pressões respiratórias estáticas máximas. *J Pneumol*, 2002; 28 (suppl3): S155-S165.
3. Black LF, Hyatt RE. Maximal Respiratory Pressures: Normal Values and Relationship to Age and Sex. *American Review of Respiratory Disease*, 1969; 99 (5): 696-702.
4. Neder JA, Andreoni S, Lerario MC, Nery LE. Reference values for lung function tests II. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 1999; 32: 719-727.
5. Gomez FP, Rodriguez RR. Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD) guidelines for chronic obstructive pulmonary disease. *Curr Opin Pulm Med*, 2002 8(suppl 2):81-86.
6. Rodrigues F, Bárbara C. Pressões máximas respiratórias: proposta de um protocolo de procedimentos. *Revista Portuguesa de Pneumologia*, 2000; vol VI (4):297-307.
7. Harik-Khan R, Wise R, Fozard J. Determinants of maximal inspiratory pressure – the Baltimore longitudinal study of aging. *Am J Respir Crit Care Med*, 1998; 158: 1459-1464.
8. Wilson S, Cooke N, Edwards R, Spiro S. Predicted normal values for maximal respiratory pressures in caucasian adults and children. *Thorax*, 1984; 39: 535-538.
9. Enright P, Adams A, Boyle P, Sherrill D. Spirometry and maximal respiratory pressure references from healthy Minnesota 65- to – 85 – year-old women and men. *Chest*,

1995; 108: 663-69.

10. Schmidt R, Donato CRF, Valle PHC, Costa D. Avaliação da força muscular respiratória em crianças e adolescentes. *Rev Fisioterapia da Universidade de Cruz Alta*, 1999; 5(1): 41-54.
11. Bruschi C, Carverì I, Zoia M, Fanfulla F, Fiorentini M, Casali L. et al. Reference values of maximal respiratory mouth pressures: a population-based study. *Am Rev Respir Dis*, 1992; 146:790-793.
12. Leech J, Ghezzi H, Stevens D, Becklake M. Respiratory pressures and function in young adults. *Am Rev Respir Dis*, 1983; 128: 17-23.
13. McElvaney G, Blackie N, Morrison P, Wilcox PG, Fairbairn MS, Pardy RL. Maximal Static Respiratory Pressures in the Normal Elderly. *Am Rev Respir Dis*, 1989; 139: 277-281.
14. Ringqvist T. The ventilatory capacity in health subjects: an analysis of causal factors with special reference to the respiratory forces. *Scand J Clin Lab Invest*, 1966; 18 (Suppl 88): 1-179.
15. Vincken W, Ghezzi H, Cosio MG. Maximal static respiratory pressures in adults: normal values and their relationship to determinants of respiratory function. *Bull Eur Physiopathol Respir*, 1987; 23:435-439.
16. Rubinstein I, Slutsky A, Rebuck A, McClean PA, Boucher R, Szeinberg A, et al. Assessment of maximal expiratory pressure in healthy adults. *J Appl. Physiol*, 1988; 64(5):2215-2219.
17. Smyth R, Chapman K, Rebuck A. Maximal inspiratory and expiratory pressures in

- adolescents – normal values. *Chest*; 1984; 86: 568-572.
18. Enright PL, Kronmal RA, Manollo TA, Schenker MB, Hyatt RE. Respiratory muscle strength in the elderly. Correlates and reference values. *Am J Respir Crit Care Med*, 1994; 149:430-438.
19. Enright PL, Adams AB, Boyle PJR, Sherrill DL. Spirometry and maximal respiratory pressure references from healthy Minnesota 65- to 85 year old women and men. *Chest*, 1995; 108:663-669.
20. Camelo Jr JS, Terra Fo JT, Manço JC. Maximal respiratory pressure in normal adults. *Jornal de Pneumologia*, 1985; 11: 181: 184.
21. Polkey MI, Green M, Moxham J. Measurements of respiratory muscle strength. *Thorax*, 1995; 50:1131-1135.
22. Syabbalo N. Assessment of respiratory muscle function and strength. *Postgrad Med J*, 1998; 74:208-215.
23. Hamnergard CH, Wragg S, Kyroussis D, Aquilina R, Moxham J, Green M. Portable measurement of maximum mouth pressures. *Eur Respir J*, 1994; 7:398-401.
24. Casaburi R. Principles of exercise training. *Chest*, 1992; 101(suppl 5): 263s- 267s.

Tables e Figures:

Table 1: Normality values identified in the sample 445 normal adults from 20 to 59 years old

	20 to 29 years (130m: 74f)	30 to 39 years (37m:49f)	40 to 49 years (36m: 46f)	50 to 59 years (37m:36f)
MIP				
Male	143,41 (±28,72)	133, 62 (±29,97)	118,67 (± 25,63)	111,46 (±28,40)
Female	93,73 (±30,97)	83,06 (± 23,71)	83,28 (±27,12)	81,53 (±20,92)
MEP				
Male	180, 37 (± 38,83)	154,49 (±47,09)	153,08 (±33,55)	140,05 (±53,23)
Female	107,36 (±38,19)	100,16 (±26,94)	93,35 (±25,37)	99,86 (±29,37)

M= male; f= female; MIP= maximal inspiratory pressure, MEP= maximal expiratory pressure. Data presented in cmH₂O like mean and standardized bias form. PImax values presented in absolute form with no negative signal.

Table 2: Characteristics of the studied sample:

Analyzed variables	male	female	General
N	240	205	445
Age (years)	32,83 ± 12,11*	35,87 ± 11,74*	34,23 ± 12,02
Smoking (s:ns)	37:203	35:170	72:373
PA (s:ar)	167:73*	173:32*	340:105
BMI (kg/m ²)	25,09 ± 3,54	24,78 ± 4,49	24,95 ± 4,00
BS (m ²)	1,92 ± 0,17*	1,70 ± 0,16*	1,82 ± 0,2
FEV ₁ (L)	3,81 ± 0,68*	2,69 ± 0,53*	3,29 ± 0,83
FVC (L)	4,36 ± 0,77*	3,03 ± 0,58*	3,75 ± 0,95
FEC ₁	0,87 ± 0,05	0,87 ± 0,06	0,87 ± 0,05
MIP (cmH ₂ O)	133,26 ± 30,98*	86,69 ± 27,23*	111,81 ± 37,38
MEP (cmH ₂ O)	166,07* ± 44,74*	101,18* ± 31,80*	136,18 ± 50,90

as= active smokers and ex-smokers in the last 6 months, ns= not smokers and ex-smokers in the last 6 months, PA= physical activity, s= sedentary, ex-practitioners of any activity or in casual activity, ar= in regular physical activity, BMI= body mass index, BS= body surface, FEV₁= forced expiratory volume in the first second, CVF= forced vital capacity, FEC₁= forced expiratory coefficient in the first second (%FEV₁/CVF), MIP= maximal inspiratory pressure, MEP= maximal expiratory pressure (data presented in cmH₂O and MIP values presented in absolute form with no negative signal). Data presented like means and standardized bias.*= statistical difference between male and female, p<0,001.

Table 3: Coefficients of independent variables correlations with maximal respiratory pressures in 445 normal adults ages from 20 to 59 years old

Analyzed Variables	MIP			MEP		
	male	female	general	male	female	general
Age	-0,40*	-0,16 [†]	-0,31*	-0,34*	-0,11 [‡]	-0,27*
BMI	0,005	0,12 [‡]	0,07 [‡]	0,01	0,00	0,02
BS	0,06	0,12 [‡]	0,39*	0,06	0,07	0,38*
Weight	0,04	0,13 [‡]	0,32*	0,04	0,05	0,30*
Height	0,09 [‡]	0,01	0,45*	0,09 [‡]	0,11 [‡]	0,48*
FEV ₁	0,29*	0,12 [‡]	0,55*	0,24*	0,21 [†]	0,56*
FVC	0,29*	0,13 [‡]	0,56*	0,18*	0,22 [†]	0,55*
FEC ₁	0,06	0,06	0,045	0,17*	0,18 [†]	0,12 [†]

MIP= maximal inspiratory pressure, MEP= maximal expiratory pressure, BMI=body mass index, BS= body surface, FEV₁= forced expiratory volume in the first second, FVC= forced vital capacity, FEC₁= forced expiratory coefficient in the first second (%VEF₁/FVC), * = p<0,001, [†] = p<0,05 and [‡] = p<0,20).

Table 4: MRP Normality Equation, according to multiple linear regression and *stepwise backward* method to the independent variables, $p < 0,20$.

Gender	Normality Equation Proposed to MRP
Male	$\text{MIP} = 167,510 - 1,042 \times \text{age}$ $(\text{R}^2 = 0,17)$
	$\text{MEP} = 157,840 - 0,786 \times \text{age} + 39,94 \times \text{sch}(3^\circ) + 37,19 \times \text{sch}(2^\circ)$ $(\text{R}^2 = 0,19)$
Female	$\text{MIP} = 51,618 - 0,360 \times \text{age} + 0,404 \times \text{weight} + 18,856 \times \text{pa}$ $(\text{R}^2 = 0,13)$
	$\text{MEP} = 42,702 + 9,795 \times \text{FVC} + 24,541 \times \text{pa}$ $(\text{R}^2 = 0,12)$

MIP= maximal inspiratory pressure, MEP= maximal expiratory pressure, FVC= forced vital capacity, pa= physical activity, sch (3°) = school level graduate, sch (2°) = school level primary school. Use sch (3°) = 1 and sch (2°) = 0 if there is school level until graduate. Use sch (3°) = 0 and sch (2°) = 1 if there is school level until primary school. Use pa = 0, if sedentary or with no physical activity in the last three months and/or lower than three times a week. Use pa = 1, if regular physical activity for more than 3 months, at least 3 times a week.

Table 5: List of the analyzed studies with their main founds

Studies	Sample Size (male:fem)	Age Groups (years)	Main Variables in Previous Studies Considered in the MRP Regression Equation			
			gender*	age	weight	height
Our Study	240:205	20 to 59	yes	yes	yes (MIP; fem)	no
Black e Hyatt (3)	60:60	20 to 74	yes	yes (>55a)	NT	NT
Neder <i>et al.</i> (4)	50: 50	20 to 80	yes	yes	no	no
Harik-Khan <i>et al.</i> (7)	139: 128	20 to 90	yes (MIP)	yes (MIP)	yes (MIP)	yes (MIP; fem)
Bruschi <i>et al.</i> (11)	266: 359	18 to 70	yes	yes	no	no
Leech <i>et al.</i> (12)	369: 555	13 to 35	yes	NT	yes	yes
Ringquist <i>et al.</i> (14)	37: 33	18 to 29	yes	yes	no	no
Wilson <i>et al.</i> (8)	48: 87	18 to 65	yes	yes (male)	no	yes (fem)
Vincken <i>et al.</i> (15)	46: 60	16 to 79	yes	yes	no	no

MRP = maximal respiratory pressures, MIP= maximal inspiratory pressure, male= male, fem= female, NT= not tested. *All the authors did regression equations separating both gender.

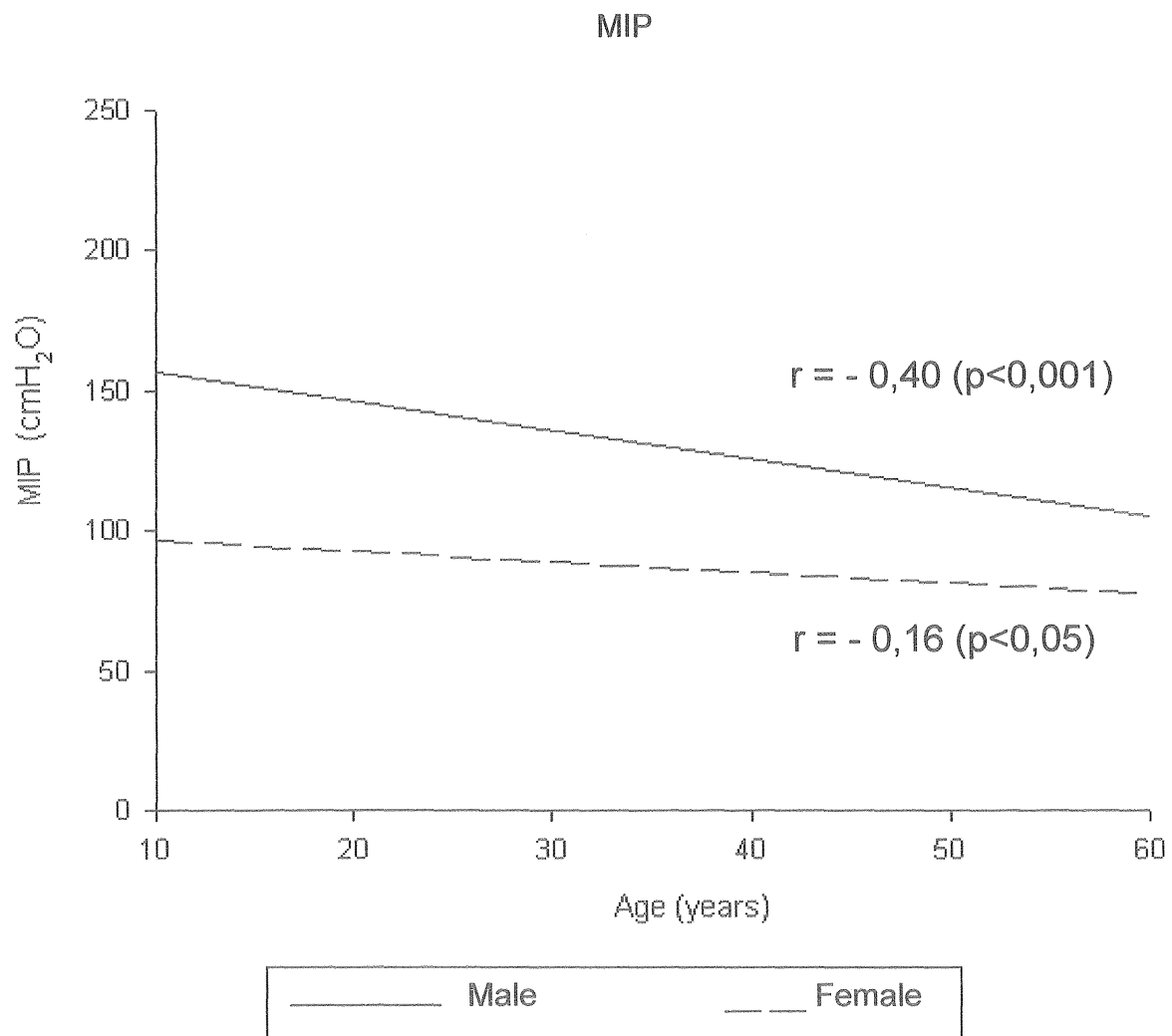


Figure 1: MIP correlation to age in 445 male and female individuals.

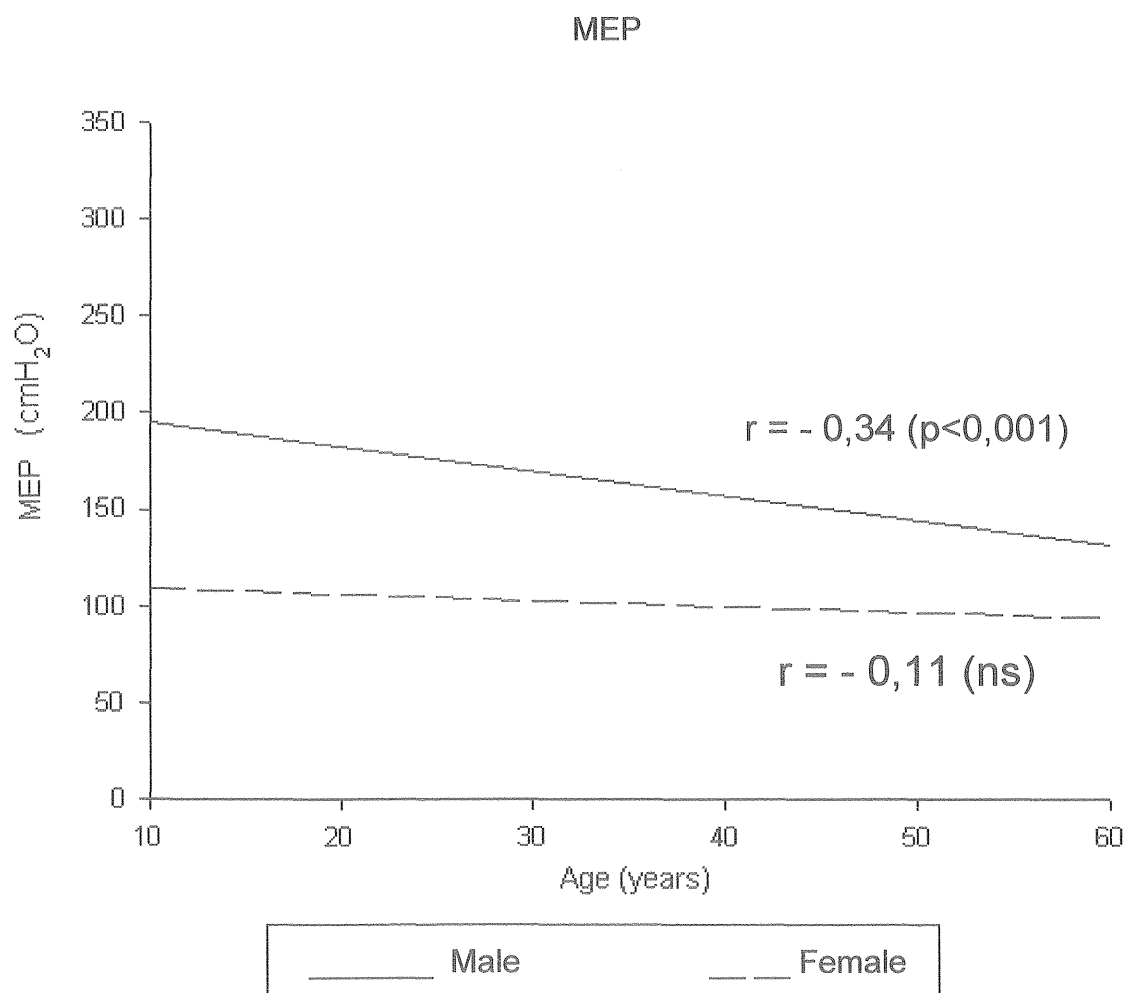


Figure 2: MEP correlation to age in 445 male and female individuals.

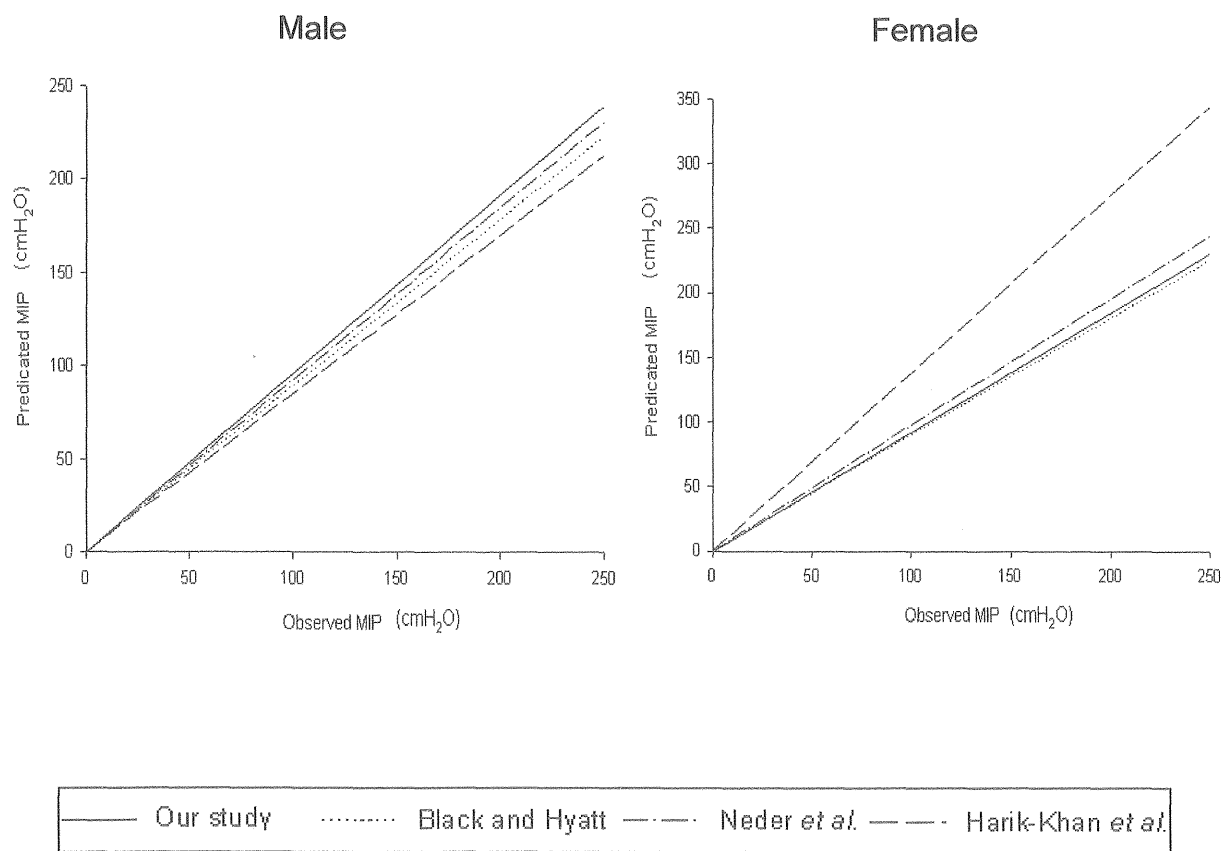


Figure 3: MIP values in sample e predicts compared with for healthy men and women from another studies(3, 4, 7).

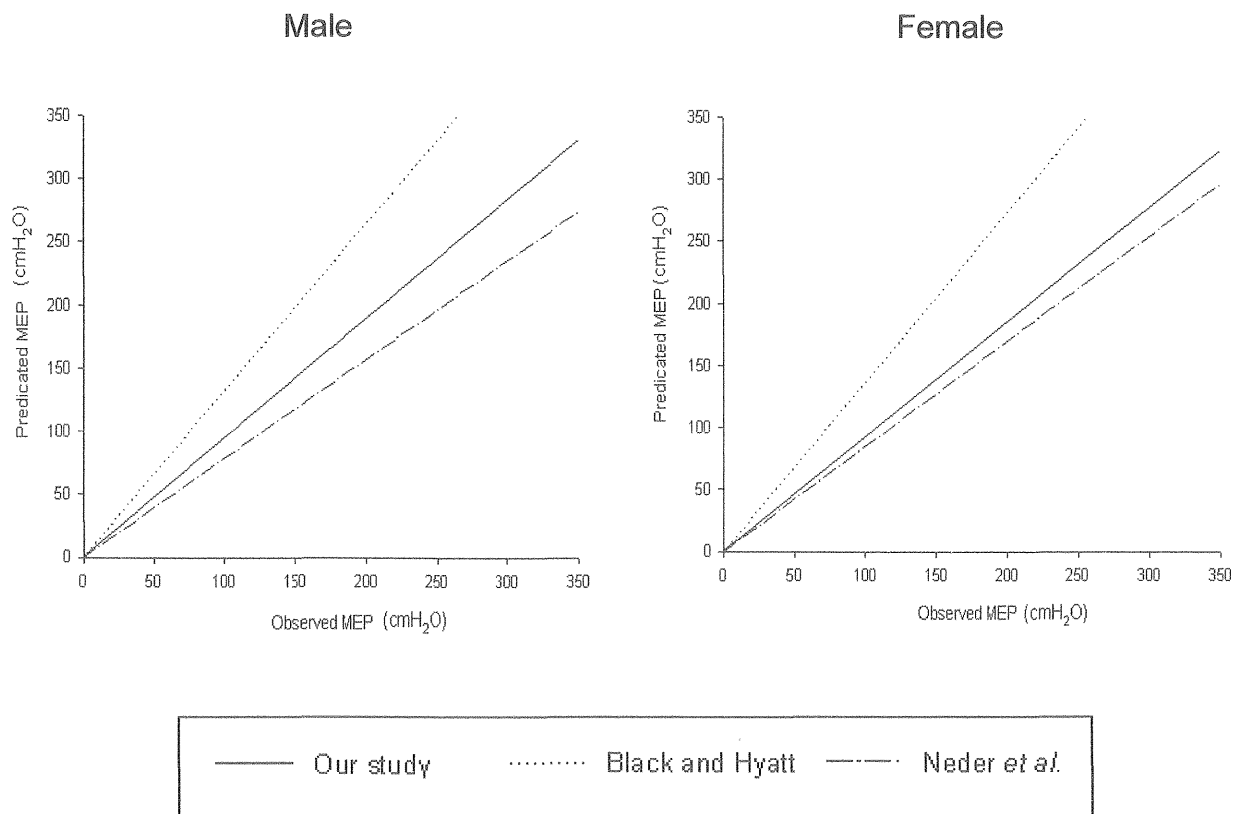


Figure 4: MEP values in sample e predicts compared with for healthy men and women from another studies(3, 4).

6. ARTIGO EM LÍNGUA PORTUGUESA

PRESSÕES RESPIRATÓRIAS MÁXIMAS EM INDIVÍDUOS ADULTOS SAUDÁVEIS ENTRE 20 E 59 ANOS DE IDADE: Valores de Referência

Mariane Borba Monteiro¹, Sergio Menna Barreto²

¹ Fisioterapeuta. Rede Metodista de Educação – IPA, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

² Médico Pneumologista. Professor titular da Faculdade de Medicina da UFRGS, Serviço de Pneumologia do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA)

Este estudo obteve financiamento para compra dos equipamentos do Fundo de Incentivo à Pesquisa e Eventos (FIPE) do HCPA

Correspondência para:

Mariane Borba Monteiro

Av. Pereira Passos, 239

CEP: 91900-240. Porto Alegre, RS, Brasil

E-mail: mariane_bm@bol.com.br ou marianemonteiro@hotmail.com

Resumo

Introdução: As pressões respiratórias máximas (PRmax) podem ser obtidas através de manovacuometria. São testes simples e não-invasivos que avaliam a força muscular ventilatória. Objetivo: Determinar as PRmax em adultos normais entre 20 e 59 anos, avaliando a influência de variáveis independentes, elaborar de equação de normalidade para valores de PRmax, bem como comparar com os parâmetros normais atualmente aceitos. Material e Métodos: Estudo observacional e transversal com amostra não-probabilística por conveniência, analisando 445 indivíduos normais entre 20 e 59 anos. Realizaram-se exames de espirometria e manovacuometria, além da coleta de dados demográficos e antropométricos. O equipamento e a manobra de execução seguiram as recomendações das Diretrizes das Provas de Função Pulmonar (2002). Resultados: Foram encontrados valores significativamente maiores de PImax e PEmax em jovens e homens. A idade e o peso tiveram associação com PRmax. A escolaridade e o nível de atividade física surpreendentemente apresentaram associação com PRmax, mesmo após regressão linear múltipla e método *stepwise backward* ($p < 0,001$). Os dados encontrados diferiram dos apresentados por Black e Hyatt, Neder e Harik-Khan (3,4,7). Embora a amostragem e o número de variáveis independentes estudadas fossem maiores, o valor de R^2 não foi superior a 20%. Conclusão: Independente da influência das características dos indivíduos e da técnica de mensuração possam apresentar sobre os valores de PRmax, talvez outros aspectos possam explicar a grande amplitude das faixas de normalidade disponíveis.

Palavras-chaves: pressão inspiratória máxima, pressão expiratória máxima, manovacuometria, músculos ventilatórios

Introdução

A mensuração da força dos músculos respiratórios tem vasta aplicação, pois permite o diagnóstico de insuficiência respiratória por falência muscular e ajuda o profissional da saúde a estabelecer o protocolo de treinamento físico geral e, em particular, da musculatura respiratória. O método de avaliação mais utilizado na atualidade é a manovacuometria, que determina a pressão inspiratória máxima (PI_{max}) e a pressão expiratória máxima (PE_{max}), indicando o índice de força global destes músculos (1).

As medidas da PI_{max} e PE_{max} são consideradas como procedimento de rotina nos laboratórios de função pulmonar e apresentam grande vantagem, pois se constituem em técnicas não-invasivas. Entretanto, esse método apresenta suas limitações. Além das características do indivíduo, fatores como diferenças nas técnicas de aplicação, motivação pessoal e cooperação também podem afetar a mensuração dessas pressões máximas respiratórias (PR_{max}). Isso acarreta grande variação dos valores dessa medida em situações de normalidade entre os laboratórios (2).

Assim, a escolha de valores normais para essa mensuração é feita com dificuldade. Na literatura é possível observar relevantes diferenças nesses dados de normalidade. Entre os principais estudos sobre o tema, os valores propostos por Black e Hyatt (1969) e aqueles sugeridos por Neder *et al.* (1999) têm boa aceitação, entretanto diferem entre si. Embora o estudo de Neder *et al.* seja realizado com amostra brasileira, os parâmetros de Black e Hyatt são mais difundidos em nosso meio (3,4).

O presente estudo tem como objetivos analisar a PI_{max} e PE_{max} em indivíduos adultos normais entre 20 e 59 anos de idade, avaliando a influência de variáveis independentes. Também é objetivo a elaboração de uma equação de normalidade para valores de PR_{max}, bem como a comparação com os parâmetros normais atualmente aceitos.

Material e Métodos

Foi realizado um estudo observacional, transversal e descritivo com amostra não-probabilística por conveniência. Na amostra, foram incluídos indivíduos entre 20 e 59 anos de idade, considerados funcionalmente saudáveis, sem diagnóstico, sinal ou sintoma de doença respiratória e que apresentavam valores normais de volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF_1), capacidade vital forçada (CVF) e coeficiente expiratório forçado no primeiro segundo ($CEF_1 = \%VEF_1/CVF$) maior que 0,70, de acordo com *Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD)*(5). Além disso, os indivíduos não poderiam ter diagnóstico de doenças crônicas ou em uso de medicação com repercussão ventilatória ou musculoesquelética que influenciasse na proposta do estudo. Eram excluídos os indivíduos que apresentassem dificuldade ou desconforto para a realização dos exames após a orientação, não atingindo desempenho aceitável ou alguma doença aguda no sistema ventilatório no período de 3 meses anterior à coleta de dados. O cálculo para tamanho da amostra foi feito a partir dos achados obtidos por Black e Hyatt (3), até o momento, considerado o principal estudo sobre o tema. Foram testados os valores de desvio-padrão apresentados na tabela desses autores como desvio-padrão estimado para a população, combinados com diferença máxima aceitável de 10 cmH₂O ou 15 cmH₂O e considerado um nível de confiança de 95%. As tentativas demonstraram que cada grupo de sexo e faixa etária deveria ter em torno de 35 indivíduos. Por recomendação estatística um grupo teve seu tamanho de amostragem aumentado melhor análise de algumas variáveis independentes.

Para a obtenção da amostra, foram visitados diferentes locais públicos e privados e feitos convites aos freqüentadores dos locais. Para isso, era elaborada uma carta de apresentação do estudo e solicitação de permissão para coleta dos dados no local. O projeto de pesquisa foi aprovado pelo comitê de ética e pesquisa das instituições envolvidas e todos os voluntários assinaram o termo de consentimento informado. Os voluntários foram

selecionados dos seguintes locais: Hospital de Clínicas de Porto Alegre, Irmandade Santa Casa de Misericórdia de Porto Alegre, Academia de Polícia Militar de Porto Alegre e Bairro Belém Velho.

Utilizou-se para a coleta de dados uma ficha de avaliação, contendo dados demográficos, antropométricos, espirométricos e da força muscular respiratória (PI_{max} e PE_{max}). Foram calculados o Índice de Massa Corporal (IMC) e a Superfície Corporal (SC), respectivamente, através das fórmulas sugeridas pela Organização Mundial de Saúde: peso (kg)/altura²(m) e $\sqrt{\text{altura}(\text{cm}) \times \text{peso}(\text{kg}) / 3.600}$. Para o IMC foi considerado normal o índice entre 20-24; sobrepeso entre 25-30; e obeso, quando superior a 30. A amostra foi classificada quanto às variáveis categóricas: hábito de fumar, história ocupacional, atividade física e escolaridade. Em relação à atividade física, os indivíduos foram classificados em dois grupos de acordo com o proposto por Casaburi em 1992: praticantes de atividade física regularmente; e sedentários ou ex-praticantes de atividade física ou em atividade esporadicamente (24). Para a característica escolaridade, foram formados três grupos: com até o ensino fundamental completo, com até o ensino médio completo, e no curso de graduação ou pós-graduação. Em relação à ocupação, os indivíduos foram classificados de acordo com a exposição a riscos ambientais como contato com agrotóxicos e fuligens.

Na avaliação das provas de função pulmonar foi utilizado um microespirometro digital da marca Micro Medical, modelo Micro Plus, com mensuração de VEF₁, CVF, CEF₁. O exame foi realizado na posição sentada com uso de clipe nasal, ocluindo as narinas. O próprio indivíduo segurava o equipamento para melhor adaptação do mesmo. Foram realizadas três manobras, selecionando aquela com maiores valores.

Para a mensuração das PR_{max}, utilizou-se um manovacuômetro digital modelo MVD v 0.2, marca Globalmed, elaborado pela Microhard, com sistema de autocalibragem e registro de valores absolutos de até 500 cmH₂O. Foi utilizado um bocal cilíndrico plástico com abertura para acoplar os lábios de 15 mm e orifício de 2 mm de diâmetro para evitar o

efeito da musculatura facial nos valores registrados. O bocal foi conectado ao manovacuômetro por um tubo flexível com comprimento de 35 cm e 4 mm de diâmetro interno. O aparelho emite um sinal sonoro quando é atingido um valor superior, além de mostrar sinal gráfico em barras durante a manobra. As mensurações das PRmax foram realizadas com os indivíduos sentados e as narinas ocluídas por um clipe nasal. O próprio indivíduo segurava firmemente o bocal contra os lábios evitando vazamento perioral de ar. A PImax foi avaliada a partir de esforço inspiratório iniciado ao nível do volume residual (VR), enquanto a PEmax foi medida durante esforço expiratório iniciado ao nível da capacidade pulmonar total (CPT). Foi exigida a manutenção da manobra, sustentando o valor de pressão por cerca de 2 segundos. Cada indivíduo realizava cinco manobras para cada pressão analisada. O intervalo de tempo entre as medidas consecutivas foi em torno de 1 minuto. Para a análise dos dados, foi considerado o maior valor de PImax e PEmax, que não diferisse mais que 10% do segundo maior valor em ordem decrescente. As características do equipamento e das manobras executadas seguiam as recomendações das Diretrizes de Provas de Função Pulmonar (2).

A coleta dos dados foi feita sempre pelos mesmos avaliadores, previamente treinados. Antes de cada exame era feita a demonstração da manobra pelo avaliador. Além de ensinar e demonstrar, o voluntário era encorajado a realizar os exames através de comando verbal vigoroso padronizado. Cerca de 10% da amostra tiveram seus dados analisados em programa de *software* para verificar se estavam sendo sustentados os dois segundos recomendados para o valor máximo, o que foi confirmado com a análise dos gráficos. Além disso, foi realizada uma investigação prévia ao presente estudo com comparação dos valores obtidos nesse equipamento portátil em relação ao equipamento normalmente utilizado no laboratório de função pulmonar do HCPA. Durante o período de um mês, 50 indivíduos realizaram as manobras para PImax e PEmax em ambos os equipamentos para comparação com três repetições em cada equipamento (sendo o primeiro eleito aleatoriamente). Durante o estudo, alguns indivíduos realizaram a manobra

com o equipamento conectado a um manômetro analógico para comparação dos valores registrados. O objetivo foi verificar a validade dos dados registrados no equipamento do estudo. Os valores coletados diferiram cerca de 6%, demonstrando diferença não-significativa entre os dois equipamentos. Os instrumentos da pesquisa (microespirômetro e manovacuômetro) foram submetidos à revisão de seus sistemas de calibragem e mensuração em assistência técnica especializada por três vezes durante o período de coleta de dados.

Os valores encontrados de PRmax foram apresentados através de estatística descritiva como médias e desvios padrão (em cmH₂O), sendo registrados valores absolutos. Através dos dados coletados na entrevista com voluntários foi possível identificar a influência das características dos indivíduos nos valores de PImax e PEmax. Para isso foram utilizados testes estatísticos comparativos e de correlação. As médias da PImax e da PEmax obtidas nos sexos masculino e feminino foram comparadas através do teste -t de Student, a fim de verificar a existência de uma diferença significativa em relação ao sexo. O mesmo foi feito para as variáveis independentes como idade, SC, IMC, peso e altura em homens e mulheres. Para comparação das variáveis categóricas entre grupos foi utilizado o teste Qui-quadrado. A comparação das médias encontradas de PRmax com os valores previstos segundo as equações de outros autores foi realizada pelo teste t de Student para amostras pareadas. A avaliação da influência das variáveis foi feita por meio dos testes t de Student e análise de variância para comparação de médias independentes. Além disso, na análise univariada para verificar a associação das PRmax com as variáveis independentes foi utilizado o teste de correlação de Pearson. Foi realizada regressão linear múltipla para avaliar quais variáveis teriam associação independente sobre os valores de PImax e PEmax entre todas aquelas que apresentaram $p < 0,20$ na análise univariada. A seguir foi empregado o método *stepwise backward*. Não foram incluídas nessa etapa VEF₁ e CEF₁ por estarem associados a CVF. Da mesma forma, não foram consideradas para seguimento da análise as variáveis IMC e SC, somente o peso e a altura. Para elaboração da equação de

normalidade foram selecionadas apenas as variáveis independentes que mostraram associação significativa com as PRmax após a regressão linear múltipla e o método *stepwise backward*. Foi considerado nível de significância α de 0,05. A análise estatística dos dados foi feita através do programa SPSS (*Statistical Package for Social Sciences*) for Windows versão 10.0 e Stata for Windows, versão 7.0.

Resultados

Durante o período de janeiro a agosto de 2003 foram avaliados para o estudo 509 indivíduos, sendo necessário excluir da amostra estudada 64 pessoas. O principal motivo de exclusão foi o desempenho não-aceitável nas manobras de espirometria e manovacuometria, mesmo após demonstração do investigador e realização do número de repetições recomendado. Outra razão foi a presença de CEF₁ inferior a 0,70, encontrado em 19 indivíduos. Sendo assim, fizeram parte da amostra analisada 445 indivíduos adultos normais entre 20 e 59 anos de idade, moradores da região metropolitana de Porto Alegre.

A amostra foi constituída de 240 (53,93%) homens e a média de idade foi de $34,23 \pm 12,02$ anos. A maioria dos indivíduos era de cor branca (n=372, 83,6%) e sedentário (n=233, 52,4%). Quanto ao hábito de fumar, foram observados 68 (15,3%) fumantes, 62 (13,9%) ex-fumantes e 313 (70,7%) não-fumantes. O nível de escolaridade mais freqüente foi o ensino médio completo (n=241, 54,2%). Grande parte da amostra (n=410, 92,1%) tinha ocupação não relacionada a risco toxicológico pulmonar e/ou ainda tinha ocupações que exigiam condicionamento físico. Os valores médios de IMC e SC foram $24,95 \pm 4,00\text{kg/m}^2$ e $1,82 \pm 0,2\text{m}^2$, respectivamente. Apenas 49 indivíduos (11,01%) apresentavam IMC maior que 30kg/m^2 , sendo considerados obesos. Em relação à avaliação funcional pulmonar, os valores de VEF₁, CVF e CEF₁ foram $3,29 \pm 0,83\text{L}$, $3,75 \pm 0,95\text{L}$ e $0,87 \pm 0,05$,

respectivamente.

Quanto às PRmax, foram obtidos valores de média e desvio padrão para manobra inspiratória de $111,81 \pm 37,38 \text{ cmH}_2\text{O}$ com Intervalo de Confiança de 95% (IC_{95%}) de 108,33 a $115,33 \text{ cmH}_2\text{O}$, e, para a manobra expiratória, $136,18 \pm 50,90 \text{ cmH}_2\text{O}$ com IC_{95%} de 131,44 a $140,92 \text{ cmH}_2\text{O}$.

A partir da coleta de dados realizada nos 445 indivíduos que se submeteram aos exames propostos, foi possível elaborar tabela com os valores de PRmax, considerando sexo e faixa etária (tabela 1). Analisando separadamente os sexos masculino e feminino, os valores médios de PImax foram, respectivamente, $133,26 \pm 30,98 \text{ cmH}_2\text{O}$ e $86,69 \pm 27,23 \text{ cmH}_2\text{O}$. Já a PEmax encontrada para os homens foi $166,07 \pm 44,74 \text{ cmH}_2\text{O}$ e, para mulheres, foi $101,18 \pm 31,80 \text{ cmH}_2\text{O}$. Foi encontrada diferença estatisticamente significativa para os valores de PImax e PEmax, quando comparados homens e mulheres. O valor da diferença média da PImax foi $46,57 \text{ cmH}_2\text{O}$ ($p < 0,001$) e da PEmax, $64,89 \text{ cmH}_2\text{O}$ ($p < 0,001$). Os valores médios obtidos de PRmax no sexo feminino corresponderam à cerca de 65% e 61% dos valores de PImax e PEmax no sexo masculino, respectivamente.

A comparação entre os grupos masculino e feminino também mostrou diferença significativa nas seguintes variáveis: idade (diferença média de 3,03 anos com $p = 0,008$), superfície corporal (diferença média de $0,21 \text{ m}^2$ com $p < 0,001$), VEF₁ (diferença média de 1,12L com $p < 0,001$) e CVF (diferença média de 1,32L com $p < 0,001$). A variável categórica atividade física mostrou diferença significativa, com a maioria dos indivíduos de sexo masculino que praticavam atividade física regularmente ($p < 0,001$). As características gerais da amostra estudada são apresentadas sem a análise estratificada por idade (tabela 2).

Através dos dados coletados na entrevista com voluntários foi possível identificar a influência de outras características dos indivíduos nos valores de PImax e PEmax. Em relação à faixa etária, foi encontrada correlação inversa significativa ($p < 0,001$) tanto para a PImax ($r = -0,31$), quanto para a PEmax ($r = -0,27$). Os maiores valores obtidos para PRmax

foram observados na faixa etária de 20 a 29 anos com diferença significativa, quando comparados com os valores das demais faixas etárias, tanto para homens, quanto para mulheres (figuras 1 e 2). Entretanto, é possível observar que os valores de correlação não foram altos, especialmente nas mulheres (tabela 3).

Os dados espirométricos mostraram ter correlação significativa com a P_Imax ($p < 0,001$), ao analisar VEF₁ e CVF, com $r = 0,55$ e $0,56$, respectivamente. Verificando-se a correlação com a P_Emax, também foram encontrados valores significativos de $r = 0,56$ e $0,55$ ($p < 0,001$), respectivamente. A relação CEF₁ mostrou correlação significativa apenas com a P_Emax ($r = 0,12$ e $p < 0,05$) e, ainda assim, uma correlação bastante fraca. Analisando separadamente homens e mulheres, os resultados diferem. Nos 240 homens avaliados, verificou-se correlação significativa com a P_Imax as variáveis idade ($r = -0,40$), VEF₁ ($r = 0,29$) e CVF ($r = 0,29$) com um $p < 0,001$. Não foi encontrada significância estatística para CEF₁, IMC, SC, peso e altura. Em relação a P_Emax observou-se correlação com a idade ($r = -0,34$), VEF₁ ($r = 0,24$), CVF ($r = 0,18$), CEF₁ ($r = 0,17$) com um $p < 0,01$ (tabela 2). Nas 205 mulheres analisadas, a correlação da P_Imax foi significativa apenas com a idade ($r = -0,16$ e $p = 0,02$). A P_Emax no sexo feminino apresentou correlação com os dados VEF₁ ($r = 0,21$ e $p = 0,002$), CVF ($r = 0,22$ e $p = 0,002$) e CEF₁ ($r = 0,14$ e $p < 0,05$) (tabela 3).

Não foi encontrada diferença significativa analisando a variável IMC, mas a correlação foi significativa ($p < 0,001$) para P_Imax nas variáveis SC ($r = 0,39$), peso ($r = 0,32$) e altura ($r = 0,45$). E, para a P_Emax, a correlação apresentou $r = 0,38$, $0,30$ e $0,48$ ($p < 0,001$), respectivamente. É possível observar maior correlação da variável altura para ambos os valores de P_Rmax.

Comparando os valores de P_Rmax nos grupos de fumantes e ex-fumantes há menos de 6 meses e, não fumantes e ex-fumantes há mais de 6 meses, não foi encontrada diferença estatística. Assim parece que o hábito de fumar não foi capaz de influenciar nos resultados dos valores de P_Imax ($p = 0,1$) e P_Emax ($p = 0,052$). Analisando separadamente quanto ao sexo, a diferença permaneceu significativa apenas na P_Emax nos homens

($p=0,02$). Para essa variável, foram identificados valores significativos para PI_{max} e PE_{max} em ambos os sexos ($p<0,001$).

Quanto à variável ocupação, a comparação entre os grupos não mostrou diferença estatística nos valores de PI_{max} ($p=0,38$). Entretanto, ao analisar os valores de PE_{max} , observou-se diferença estatística ($p=0,008$). Assim, o risco ocupacional foi capaz de influenciar a PE_{max} , mas o mesmo não aconteceu à PI_{max} .

Os indivíduos foram agrupados quanto à cor em branco e preto ou outras, mas não foi identificada diferença significativa nos valores de PR_{max} . Foi observada diferença significativa em relação aos homens com até o ensino fundamental completo e os demais grupos ($p<0,05$).

Conforme os valores obtidos nos 445 indivíduos, considerando cada variável independente, apresentaram maiores correlações a CVF, o VEF_1 e a altura. Já a SC e o peso obtiveram menor correlação com as PR_{max} ($p<0,001$) (tabela 2).

Quanto à PI_{max} no sexo masculino, foi possível observar significância apenas na influência da variável idade, quando controlada para altura, CVF, atividade física e escolaridade ($p < 0,001$; $R^2= 0,19$). Utilizando o método *stepwise backward*, somente a variável idade permaneceu associada a PI_{max} nos homens ($R^2= 0,17$). Para a PE_{max} foi observada a influência das variáveis idade ($p=0,003$) e escolaridade ($p < 0,001$) com $R^2=0,21$. Realizando o método *stepwise backward*, as variáveis idade e escolaridade mantiveram associação ($R^2= 0,19$). Para os indivíduos do sexo feminino, a PI_{max} apresentou tendência a ser influenciada pelas variáveis: idade ($p=0,024$), peso ($p=0,01$) e atividade física ($p<0,001$) com $R^2=0,12$. Mantiveram associação, após o método *stepwise backward*, as três variáveis ($R^2= 0,12$). A PE_{max} nas mulheres apresentou associação com CVF ($p=0,048$) e atividade física ($p<0,001$), controlando as variáveis idade, altura e escolaridade ($R^2= 0,14$). Mesmo após o método *stepwise backward*, a CVF e a atividade física apresentaram associação ($R^2= 0,13$) para a PE_{max} nas mulheres (tabela 4).

Foi realizada a análise comparativa entre os valores encontrados nesse estudo e

naqueles considerados referência de normalidade atualmente. A partir das fórmulas propostas por Black e Hyatt (3), Neder *et al* (4), e Harik-Khan *et al.*(7) foram calculados os valores de normalidade de P_Imax e P_Emax para os indivíduos da amostra e verificado se esses dados estavam de acordo com aqueles encontrados através das manobras inspiratória e expiratória para P_Rmax.

Comparando os valores médios de P_Imax coletados, juntamente em homens e mulheres, e aqueles obtidos pela fórmula do estudo de Black e Hyatt (3), encontrou-se uma diferença média de $4,94 \pm 28,24$ cmH₂O ($p < 0,001$). Em relação ao valor médio obtido pela fórmula de Neder *et al.*(4), encontrou-se uma diferença média com a P_Imax desse estudo de $-0,54 \pm 28,22$ cmH₂O, porém sem diferença estatística ($p = 0,68$). Quanto à equação de Harik-Khan *et al.*(7), encontrou-se uma diferença média de $-12,61 \pm 41,88$ cmH₂O ($p < 0,001$). Quanto aos valores de P_Emax, comparando nossos dados com aqueles esperados pela fórmula de Black e Hyatt (3), encontrou-se uma diferença média de $-59,68 \pm 38,74$ cmH₂O ($p < 0,001$). Considerando os valores de normalidade a partir da fórmula proposta por Neder *et al.*(7), a diferença média foi de $18,19 \pm 39,12$ cmH₂O ($p < 0,001$). Essa comparação da P_Imax e da P_Emax, separada em relação ao sexo, é apresentada nas figuras 3 e 4, respectivamente.

Discussão

Diversos autores mediram as P_Rmax em pessoas saudáveis, pertencentes a diferentes faixas etárias, e publicaram seus achados sob forma de tabelas ou equações de regressão para o cálculo dos valores normais de referência (3, 4, 7-12) (tabela 5).

Apesar da extensa utilização das pressões respiratórias máximas, existem algumas limitações associadas a essas mensurações, são testes altamente volitivos, dependentes da curva de aprendizagem, do volume pulmonar e do comprimento da fibra muscular.

Além disso, a grande discrepância entre os valores de referência pode ser atribuída aos distintos procedimentos utilizados para a seleção dos voluntários normais, ao pequeno tamanho de algumas amostras e às diferenças entre técnicas e equipamentos empregados (2).

Black e Hyatt (1969) realizaram um dos principais estudos sobre o tema, tendo seus valores propostos aceitos até hoje. Em sua pesquisa foram incluídos 60 homens e 60 mulheres de 20 a 74 anos de idade para determinação de valores normais de P_Imax e P_Emax. Através de dois manômetros conectados a um cilindro metálico com um bocal, indivíduos normais realizaram inspirações e expirações máximas, partindo do VR e da CPT, respectivamente (3).

No Brasil, empregando equipamento semelhante, Neder *et al.* mediram a P_Imax, a partir do VR; e, a P_Emax, a partir da CPT. Foram realizadas mensurações em 100 brasileiros entre 20 e 80 anos, sendo 50 homens e 50 mulheres, que se distribuíram homoganeamente em faixas etárias de 10 anos com critérios de seleção da amostra que garantissem indivíduos saudáveis. O perfil racial do grupo era heterogêneo, reproduzindo o perfil da população urbana do sudoeste do Brasil. Para a medida das P_Rmax foram utilizados uma peça bocal de plástico rígido com um “pequeno” orifício de fuga (dimensões não especificadas) e um manovacuômetro aneróide. Os esforços respiratórios máximos eram sustentados durante, pelo menos, 1 segundo. Eram executadas de três a cinco manobras aceitáveis e reprodutíveis. Seus valores foram representados em equações de regressão. (4)

Utilizando equipamento mais moderno, Harik-Khan *et al.* (1998) mediram apenas a P_Imax em 139 homens saudáveis (idades entre 23 e 90 anos, pesos entre 56 e 148 Kg, alturas entre 162 e 192cm; 62 jamais fumantes) e em 128 mulheres saudáveis (idades entre 20 e 83 anos, pesos entre 41 e 97 kg, alturas entre 144 e 187cm; 73 jamais fumantes). Esses indivíduos (n=267, sendo 95% brancos) realizavam até cinco manobras, com vistas à obtenção de três manobras aceitáveis (com um platô de pressão inspiratória de pelo menos

dois segundos). Com base nos valores encontrados nessa amostra composta por indivíduos de Washington e Baltimore, também foram construídas equações de regressão. (7)

Além desses três principais estudos apontados por Souza (2), em 2002, através das Diretrizes de Provas de Função Pulmonar, existem diversos autores que publicaram trabalhos sobre o tema (3, 4, 7-19). Em revisão, encontramos apenas o estudo de Neder *et al.* realizado com amostra de adultos normais no Brasil. Além disso, a maioria dos laboratórios de função pulmonar adota como parâmetro de normalidade dados estrangeiros, principalmente aqueles de Black e Hyatt.

Os valores de P_{lmax} previstos pelas equações Harik-Khan *et al.* diferem daqueles apresentados por Black *et al.*. Já os valores de P_{lmax} previstos pelas equações de Neder *et al.* são maiores (isto é, mais negativos) do que os obtidos com as equações de Black *et al.*, Wilson *et al.* e Enright *et al.* (3, 4, 7-9). Nossos resultados demonstraram que valores de P_{lmax} nos homens foram superiores aos resultados apresentados pelos autores Black e Hyatt, Harik-Khan e Neder *et al.*, mas nas mulheres permaneceram superiores apenas em relação aos de Black e Hyatt. Em relação à P_Emax, nossos valores foram superiores aos de Neder *et al.*, mas inferiores aos de Black e Hyatt. As duas comparações apresentam-se com diferenças significativas, tanto em homens, quanto em mulheres (3, 4, 7).

Na análise das variáveis que poderiam influenciar as P_Rmax, observamos em relação ao gênero que, os valores de P_{lmax} e P_Emax no sexo feminino corresponderam a 65% e 61%, respectivamente, aos obtidos no sexo masculino. Em todos os estudos encontrados, os valores em homens foram superiores, com diferença estatisticamente significativa. Black e Hyatt observaram valores entre 65 e 70% para as mulheres em relação aos homens. No estudo de Harik-Khan *et al.* a média de P_{lmax} encontrada no sexo feminino correspondeu a, aproximadamente, 70% do valor no sexo masculino (3,7).

Wilson *et al.* estudaram 370 adultos e crianças normais (48 homens com média de idade de $34,7 \pm 14,87$ anos; 87 mulheres com $36,8 \pm 13$ anos; 137 meninos com $11,1 \pm 2,2$

anos e 98 meninas com $11,6 \pm 2,5$ anos). Analisando os dados obtidos na parcela adulta da amostra, o valor da PEmax para os do sexo feminino foi 60% do valor obtido para os do sexo masculino. Em estudo realizado em Cruz Alta (RS), com crianças e adolescentes (de 6 a 14 anos) da região, foram verificados que valores das PRmax para meninas correspondiam a 84% dos valores obtidos no sexo masculino (8, 10).

Bruschi *et al.* (1992) estudaram as PRmax em 625 indivíduos (266 do sexo masculino e 359 do sexo feminino) clinicamente e funcionalmente saudáveis. Seus resultados também demonstram que as pressões respiratórias foram maiores, com diferença significativa, no sexo masculino (11).

Assim, nos estudos analisados não há discordância quanto à presença de diferença significativa para a variável sexo. Todos relatam que os indivíduos do sexo masculino possuem maiores PRmax que os do sexo feminino (3,4,8-19).

Outro aspecto observado em nosso estudo é a superioridade do valor de PEmax sobre a Plmax, esse achado também foi salientado por outros autores. No estudo de Wilson *et al.* os valores para Plmax corresponderá à 79% da PEmax (8) .

No presente estudo, observamos diferenças significativas nas PRmax quando comparamos indivíduos entre 20 e 29 anos com as demais faixas etárias. Harik-Khan *et al.*, Ringquist e Vincken *et al.* demonstraram que a idade é um preditor negativo da Plmax com significância estatística tanto em homens, quanto em mulheres (7,14, 15). Entretanto, Black e Hyatt não observaram diminuição das pressões com a idade em sujeitos com menos de 55 anos. Somente a partir dos 55 anos foi encontrada diminuição importante na PEmax, em homens e mulheres (3). Camelo *et al.* (1985) estudaram 60 adultos normais, sendo 10 homens e 10 mulheres em cada década de 20 a 49 anos e não observaram regressão significativa da Plmax e da PEmax com a idade, considerando essa faixa etária (20).

Em nosso estudo, assim como nos de outros investigadores (4,7), o coeficiente da idade foi mais negativo para homens que para mulheres, indicando que o declínio

observado nas PRmax relacionado à idade foi maior no sexo masculino. Além disso, o declínio não foi significativo para a PEmax no sexo feminino.

O efeito da idade é questionável em alguns estudos, pois o poder dos resultados pode ser prejudicado pelo número extremamente baixo de indivíduos em cada faixa etária (3, 15).

Além disso, a mensuração da força muscular respiratória através das PRmax é um teste volitivo, ou seja, depende da compreensão e da colaboração dos indivíduos em teste. Alguns indivíduos saudáveis submetidos a mensurações de PImax e PEmax podem considerar as manobras difíceis, cansativas ou desconfortáveis. A dificuldade de realização dos testes aumenta nos indivíduos de maior idade ou com alteração dos músculos da face (nos quais vazamentos periorais podem falsear os resultados). Assim, essa população pode apresentar valores de PRmax inferiores aos mais jovens. Outro aspecto importante é que, dependendo da faixa etária analisada, realmente o processo de envelhecimento já trouxe repercussões importantes às fibras musculares e à capacidade ventilatória do indivíduo (2,6).

No presente estudo, o hábito de fumar não foi capaz de influenciar de modo significativo nos valores da PImax e PEmax. No estudo de Black e Hyatt, os indivíduos foram analisados juntamente sem estratificação quanto a essa variável e foi considerada uma limitação da pesquisa (3). Não apenas no nosso estudo, mas também os estudos de Bruschi *et al.* (1992) e Harik-Khan *et al.* (1998), o tabagismo não foi capaz de influenciar os valores de PRmax de suas amostras (7,11). Assim como esses autores, os fumantes e ex-fumantes não foram excluídos ou separados do grupo porque a análise dos dados revelou que, nessa amostra, a condição de fumo não influenciou os valores de PImax. Neder *et al.* tinham como critério de exclusão da sua amostra história de tabagismo (4).

Quanto às variáveis antropométricas, Bruschi *et al.* (1992) encontraram correlação com $p < 0,01$ em todos os parâmetros antropométricos utilizados no estudo tanto para PImax, quanto para a PEmax (peso: 0,38 e 0,42; altura: 0,37 e 0,48; IMC: 0,18 e 0,14; SC: 0,42 e

0,48; índice de Broca: 0,30 e 0,31, respectivamente) nos 669 indivíduos italianos estudados. O maior grau de correlação obtido foi a SC com valor de r foi inferior a 0,5, além disso seus dados não foram analisados separadamente em homens e mulheres (11). No estudo de *Neder et al.* o peso, a altura, o nível de atividade física e o índice de massa corporal mostraram correlação positiva. Entretanto, após a regressão linear múltipla, apenas o sexo e a idade foram capazes de continuar influenciando os valores de PRmax. Nos homens, o peso também apresentou resultado significativo em relação a PImax (4).

Harik-Khan et al. encontraram correlação significativa com as variáveis independentes, peso para homens e mulheres e altura apenas para mulheres. Ao realizarem regressão linear com os dados, essas variáveis permaneceram capazes de influenciar de modo significativo os valores de PImax (7).

Em nosso estudo, a superfície corporal, o peso e a altura mostraram correlação significativa com as PRmax quando analisados juntamente homens e mulheres, mas os valores observados não apresentaram forte correlação. Após a regressão linear múltipla, feita separadamente para homens e mulheres, a altura não teve associação significativa em nenhum dos sexos. Esse achado também foi observado em outros estudos (4,11,14,15). O peso demonstrou correlação com os valores de PImax apenas nas mulheres, diferentemente dos resultados de *Harik-Khan e Leech* (7,12) (tabela 5).

Em relação à função pulmonar, o VEF₁ e a CVF obtiveram associação significativa com as PRmax, entretanto foram parâmetros coletados com o objetivo de selecionar a amostra. *Bruschi et al.* encontraram correlação significativa, porém fraca ($r= 0,13$; $p=0,045$), apenas com a CVF e a PImax (11).

Em nosso estudo, conseguimos obter o valor de R^2 , embora significativo, muito pequeno. Esse achado foi surpreendente, pois obtivemos um número de indivíduos mais expressivo que a maioria dos estudos e o resultado determinado por meio de cálculo estatístico para tamanho de amostra. Além disso, controlamos um número maior de variáveis independentes. Como resultado final da análise de regressão linear múltipla e do

método *stepwise backward* foi elaborada a equação de normalidade. Entretanto é possível observar sua pouca praticidade em virtude das variáveis que se mostraram significativas (escolaridade, atividade física, CVF).

O estudo de Bruschi *et al.* teve sua equação de normalidade obtida através de uma amostra representativa da população de pequena cidade italiana. Incluíram na análise de correlação linear múltipla, as variáveis sexo, idade e SC em diferentes associações para medir o efeito sobre as PRmax e elaborar sua equação de normalidade. Através de suas fórmulas, utilizando essas variáveis, conseguiu explicar quase 50% ($R^2= 0,46$) da variabilidade de PEmax, e 27% na PImax ($R^2= 0,27$) (11).

Os demais estudos analisados não utilizaram uma amostra representativa de população. A grande maioria teve seu recrutamento por conveniência, utilizando indivíduos que iam ao hospital fazer revisão médica (15), ou que se sentiram motivados para serem voluntários de pesquisa (14). Alguns autores utilizaram voluntários de outros estudos que investigavam doenças ou outros parâmetros (4, 7)

Outros aspectos que podem justificar a variabilidade nos resultados são os métodos de condução da coleta, o tipo de equipamento utilizado e as formas de execução do exame. Em nosso estudo, seguimos as recomendações das Diretrizes de Provas de Função Pulmonar, a manobra foi padronizada e o equipamento foi testado previamente. Aqueles indivíduos que não obtiveram a manobra em esforço máximo, respeitando os critérios propostos, foram excluídos. Cuidados com escape perioral, tamanho do bocal, presença de orifício para atenuar a influência dos músculos de face foram adotados. Embora o recrutamento da amostra tenha ocorrido de forma não probabilística e por conveniência, foram respeitados critérios para garantir a ausência de doença que reflita no desempenho dos músculos respiratórios. Não era objetivo desse estudo conhecer os valores de PRmax de determinado local, o que exigiria caráter populacional com recrutamento por conglomerados.

Com nossos resultados ou aqueles relatados nos estudos publicados sobre o tema, é

possível concluir que a variabilidade encontrada nos dados é apenas parcialmente explicada pelas variáveis acompanhadas nos estudos. Certamente as características individuais são importantes nos valores de PRmax. O grau de cooperação dos sujeitos e a capacidade de coordenação durante a manobra e na ativação dos diferentes músculos ventilatórios também são aspectos relevantes e de difícil avaliação.

Segundo Bruschi *et al.*, muitos outros aspectos não são incluídos nos modelos de regressão e também podem influenciar os valores de PRmax. Capacidade de trabalho muscular, características elásticas do sistema ventilatório, fatores ambientais e genéticos, além de hábitos alimentares e desempenho físico são exemplos apresentados por esse autor (11). Em nosso estudo, incluímos algumas variáveis não relatadas nos estudos prévios, e surpreendentemente encontramos associação significativa com a escolaridade do indivíduo.

A interpretação dos resultados ainda é um aspecto discutível. Valores elevados de PImax (inferiores a $-80\text{cmH}_2\text{O}$) e de PEmax (superiores a $90\text{cmH}_2\text{O}$) permitem afastar a presença de fraqueza muscular ventilatória clinicamente significativa, mas valores baixos podem ser difíceis de interpretar se não forem corrigidos em função dos volumes pulmonares (21, 22).

A despeito dessas limitações, as mensurações de PImax e de PEmax são testes rápidos e não invasivos da função dos músculos ventilatórios, podendo, inclusive, serem realizadas à beira do leito com dispositivos portáteis (23). A medida de PImax ainda é o teste mais utilizado para avaliar a força dos músculos inspiratórios, e a medida da PEmax é o único teste amplamente disponível para avaliação da força dos músculos expiratórios (2).

Referências Bibliográficas

1. ATS/ ERS Statement on Respiratory Muscle Testing. *Am J Respir Crit Care Med*, 2002; 166:518-624.
2. Souza RB. Pressões respiratórias estáticas máximas. *J Pneumol*, 2002; 28 (suppl3): S155-S165.
3. Black LF, Hyatt RE. Maximal Respiratory Pressures: Normal Values and Relationship to Age and Sex. *American Review of Respiratory Disease*, 1969; 99 (5): 696-702.
4. Neder JA, Andreoni S, Lerario MC, Nery LE. Reference values for lung function tests II. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 1999; 32: 719-727.
5. Gomez FP, Rodriguez RR. Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD) guidelines for chronic obstructive pulmonary disease. *Curr Opin Pulm Med*, 2002 8(suppl 2):81-86.
6. Rodrigues F, Bárbara C. Pressões máximas respiratórias: proposta de um protocolo de procedimentos. *Revista Portuguesa de Pneumologia*, 2000; vol VI (4):297-307.
7. Harik-Khan R, Wise R, Fozard J. Determinants of maximal inspiratory pressure – the Baltimore longitudinal study of aging. *Am J Respir Crit Care Med*, 1998; 158: 1459-1464.
8. Wilson S, Cooke N, Edwards R, Spiro S. Predicted normal values for maximal respiratory pressures in caucasian adults and children. *Thorax*, 1984; 39: 535-538.
9. Enright P, Adams A, Boyle P, Sherrill D. Spirometry and maximal respiratory pressure references from healthy Minnesota 65- to – 85 – year-old women and men. *Chest*,

- 1995; 108: 663-69.
10. Schmidt R, Donato CRF, Valle PHC, Costa D. Avaliação da força muscular respiratória em crianças e adolescentes. *Rev Fisioterapia da Universidade de Cruz Alta*, 1999; 5(1): 41-54.
 11. Bruschi C, Carverì I, Zoia M, Fanfulla F, Fiorentini M, Casali L. et al. Reference values of maximal respiratory mouth pressures: a population-based study. *Am Rev Respir Dis*, 1992; 146:790-793.
 12. Leech J, Ghezzi H, Stevens D, Becklake M. Respiratory pressures and function in young adults. *Am Rev Respir Dis*, 1983; 128: 17-23.
 13. McElvaney G, Blackie N, Morrison P, Wilcox PG, Fairbairn MS, Pardy RL. Maximal Static Respiratory Pressures in the Normal Elderly. *Am Rev Respir Dis*, 1989; 139: 277-281.
 14. Ringqvist T. The ventilatory capacity in health subjects: an analysis of causal factors with special reference to the respiratory forces. *Scand J Clin Lab Invest*, 1966; 18 (Suppl 88): 1-179.
 15. Vincken W, Ghezzi H, Cosio MG. Maximal static respiratory pressures in adults: normal values and their relationship to determinants of respiratory function. *Bull Eur Physiopathol Respir*, 1987; 23:435-439.
 16. Rubinstein I, Slutsky A, Rebuck A, McClean PA, Boucher R, Szeinberg A, et al. Assessment of maximal expiratory pressure in healthy adults. *J Appl. Physiol*, 1988; 64(5):2215-2219.
 17. Smyth R, Chapman K, Rebuck A. Maximal inspiratory and expiratory pressures in adolescents – normal values. *Chest*; 1984; 86: 568-572.
 18. Enright PL, Kronmal RA, Manollos TA, Schenker MB, Hyatt RE. Respiratory muscle

- strength in the elderly. Correlates and reference values. *Am J Respir Crit Care Med*, 1994; 149:430-438.
19. Enright PL, Adams AB, Boyle PJ, Sherrill DL. Spirometry and maximal respiratory pressure references from healthy Minnesota 65- to 85 year old women and men. *Chest*, 1995; 108:663-669.
20. Camelo Jr JS, Terra Fo JT, Manço JC. Maximal respiratory pressure in normal adults. *Jornal de Pneumologia*, 1985; 11: 181: 184.
21. Polkey MI, Green M, Moxham J. Measurements of respiratory muscle strength. *Thorax*, 1995; 50:1131-1135.
22. Syabbalo N. Assessment of respiratory muscle function and strength. *Postgrad Med J*, 1998; 74:208-215.
23. Hamnergard CH, Wragg S, Kyroussis D, Aquilina R, Moxham J, Green M. Portable measurement of maximum mouth pressures. *Eur Respir J*, 1994; 7:398-401.
24. Casaburi R. Principles of exercise training. *Chest*, 1992; 101(suppl 5): 263s- 267s.

Tabelas e Figuras

Tabela 1: Valores de normalidade identificados na amostra de 445 adultos normais entre 20 e 59 anos de idade:

Faixa etária	20 a 29 anos	30 a 39 anos	40 a 49 anos	50 a 59 anos
N	(130h: 74m)	(37h:49m)	(36h: 46m)	(37h:36m)
PImax				
Masculino	143,41 ($\pm 28,72$)	133,62 ($\pm 29,97$)	118,67 ($\pm 25,63$)	111,46 ($\pm 28,40$)
Feminino	93,73 ($\pm 30,97$)	83,06 ($\pm 23,71$)	83,28 ($\pm 27,12$)	81,53 ($\pm 20,92$)
PEmax				
Masculino	180,37 ($\pm 38,83$)	154,49 ($\pm 47,09$)	153,08 ($\pm 33,55$)	140,05 ($\pm 53,23$)
Feminino	107,36 ($\pm 38,19$)	100,16 ($\pm 26,94$)	93,35 ($\pm 25,37$)	99,86 ($\pm 29,37$)

H= homens, m= mulheres, PImax= pressão inspiratória máxima, PEmax= pressão expiratória máxima. Dados apresentados em cmH₂O sob forma de média e desvio padrão. Valores de PImax apresentados em forma absoluta sem sinal negativo.

Tabela 2: Características da amostra estudada composta por 445 adultos normais entre 20 e 59 anos de idade:

Variáveis analisadas	masculino	Feminino	Geral
N	240	205	445
Idade (anos)	32,83 ± 12,11*	35,87 ± 11,74*	34,23 ± 12,02
Fumo (f:nf)	37:203	35:170	72:373
AF (s:ar)	167:73*	173:32*	340:105
IMC (kg/m ²)	25,09 ± 3,54	24,78 ± 4,49	24,95 ± 4,00
SC (m ²)	1,92 ± 0,17*	1,70 ± 0,16*	1,82 ± 0,2
VEF ₁ (L)	3,81 ± 0,68*	2,69 ± 0,53*	3,29 ± 0,83
CVF (L)	4,36 ± 0,77*	3,03 ± 0,58*	3,75 ± 0,95
CEF ₁	0,87 ± 0,05	0,87 ± 0,06	0,87 ± 0,05
Plmax (cmH ₂ O)	133,26 ± 30,98*	86,69 ± 27,23*	111,81 ± 37,38
Pemax (cmH ₂ O)	166,07* ± 44,74*	101,18* ± 31,80*	136,18 ± 50,90

f= fumantes ativos e ex-fumantes há menos de 6 meses, nf= não fumantes e ex-fumantes há mais de 6 meses, AF= atividade física, s= sedentários, ex-praticantes de atividade ou em atividade esporádica, ar= em atividade física regular, IMC= índice de massa corporal, SC= superfície corporal, VEF₁= volume expiratório forçado no primeiro segundo, CVF= capacidade vital forçada, CEF₁= coeficiente expiratório forçado no primeiro segundo (%FEV₁/CVF), Plmax= pressão inspiratória máxima, PEmax= pressão expiratória máxima (dados apresentados em cmH₂O e valores de Plmax apresentados em forma absoluta sem sinal negativo). Dados apresentados em forma de média e desvio padrão. *= diferença estatística entre homens e mulheres com p<0,001.

Tabela 3: Coeficientes de correlação de variáveis independentes com as pressões respiratórias máximas em 445 adultos normais entre 20 e 59 anos de idade:

Variáveis analisadas	PImax			PEmax		
	masculino	feminino	geral	masculino	feminino	geral
Idade	-0,40*	-0,16 [†]	-0,31*	-0,34*	-0,11 [‡]	-0,27*
IMC	0,005	0,12 [‡]	0,07 [‡]	0,01	0,00	0,02
SC	0,06	0,12 [‡]	0,39*	0,06	0,07	0,38*
Peso	0,04	0,13 [‡]	0,32*	0,04	0,05	0,30*
Altura	0,09 [‡]	0,01	0,45*	0,09 [‡]	0,11 [‡]	0,48*
VEF ₁	0,29*	0,12 [‡]	0,55*	0,24*	0,21 [†]	0,56*
CVF	0,29*	0,13 [‡]	0,56*	0,18*	0,22 [†]	0,55*
CEF ₁	0,06	0,06	0,045	0,17*	0,18 [†]	0,12 [†]

PImax= pressão inspiratória máxima, PEmax= pressão expiratória máxima, IMC=:índice de massa corporal, SC= superfície corporal, VEF₁= volume expiratório forçado no primeiro segundo, CVF= capacidade vital forçada, CEF₁= coeficiente expiratório forçado no primeiro segundo (%FEV₁/CVF), *= p<0,001, [†] = p<0,05 e [‡]= p<0,20.

Tabela 4: Equação de Normalidade das PRmax, segundo regressão linear múltipla e método *stepwise backward* das variáveis independentes com $p < 0,20$.

Sexo	Equação de Normalidade Proposta para PRmax
Masculino	$PI_{max} = 167,510 - 1,042 \times idade$ $(R^2 = 0,17)$ $PE_{max} = 157,840 - 0,786 \times idade + 39,94 \times esc(3^\circ) + 37,19 \times esc(2^\circ)$ $(R^2 = 0,19)$
Feminino	$PI_{max} = 51,618 - 0,360 \times idade + 0,404 \times peso + 18,856 \times af$ $(R^2 = 0,12)$ $PE_{max} = 42,702 + 9,795 \times CVF + 24,541 \times af$ $(R^2 = 0,12)$

PI_{max}= pressão inspiratória máxima, PE_{max}= pressão expiratória máxima, CVF= capacidade vital forçada, af= atividade física, esc (3°) = escolaridade até a graduação, esc (2°) = escolaridade até o ensino fundamental. Usar esc (3°) = 1 e esc (2°) = 0 se tiver escolaridade até graduação. Usar esc (3°) = 0 e esc (2°) = 1 se tiver escolaridade até ensino fundamental. Usar af = 0, se sedentário ou sem atividade física em menos de 3 meses e/ou menos que 3 vezes por semana. Usar af = 1, se atividade física regular (há mais de 3 meses, pelo menos 3 vezes por semana).

Tabela 5: Lista de estudos analisados com seus principais achados

Estudos	Tamanho da amostra (masc:fem)	Faixa etária (anos)	Principais variáveis de estudos prévios consideradas na equação de regressão das PRmax			
			sexo*	idade	peso	altura
Nosso estudo	240:205	20 a 59	sim	sim	sim (PImax; fem)	não
Black e Hyatt (3)	60:60	20 a 74	sim	sim (>55a)	NT	NT
Neder <i>et al.</i> (4)	50: 50	20 a 80	sim	sim	não	não
Harik-Khan <i>et al.</i> (7)	139: 128	20 a 90	sim (PImax)	sim (PImax)	sim (PImax)	sim (PImax; fem)
Bruschi <i>et al.</i> (11)	266: 359	18 a 70	sim	sim	não	não
Leech <i>et al.</i> (12)	369: 555	13 a 35	sim	NT	sim	sim
Ringquist <i>et al.</i> (14)	37: 33	18 a 29	sim	sim	não	não
Wilson <i>et al.</i> (8)	48: 87	18 a 65	sim	sim (masc)	não	sim (fem)
Vincken <i>et al.</i> (15)	46: 60	16 a 79	sim	sim	não	não

PRmax = pressões respiratórias máximas, PImax= pressão inspiratória máxima, masc= masculino, fem= feminino, NT= não testado. * todos os autores realizaram equações de regressão, separando os elementos da amostragem por gênero (masculino e feminino).

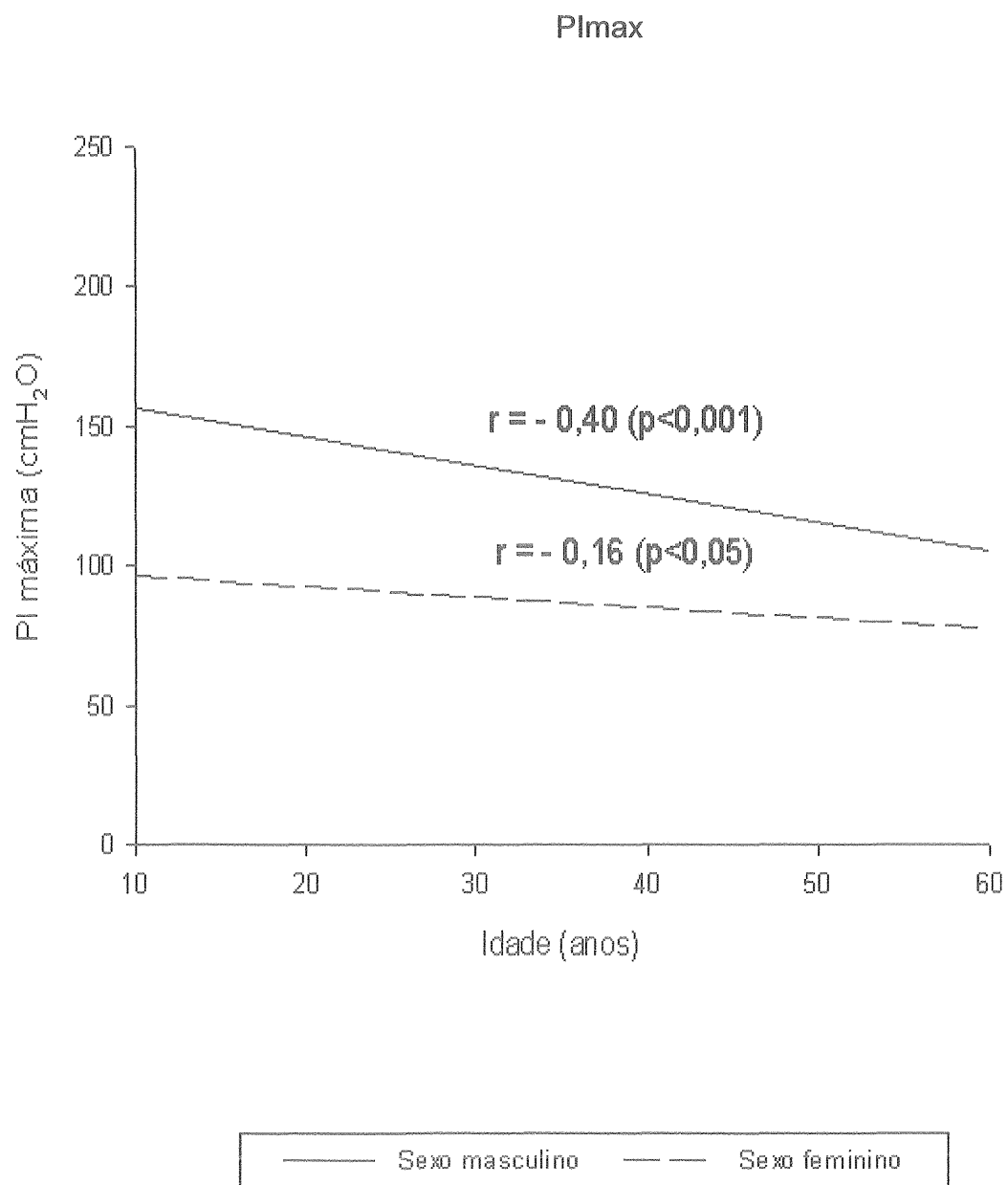


Figura 1: Correlação da PImax com a idade em 445 indivíduos dos sexos masculino e feminino.

PEmax

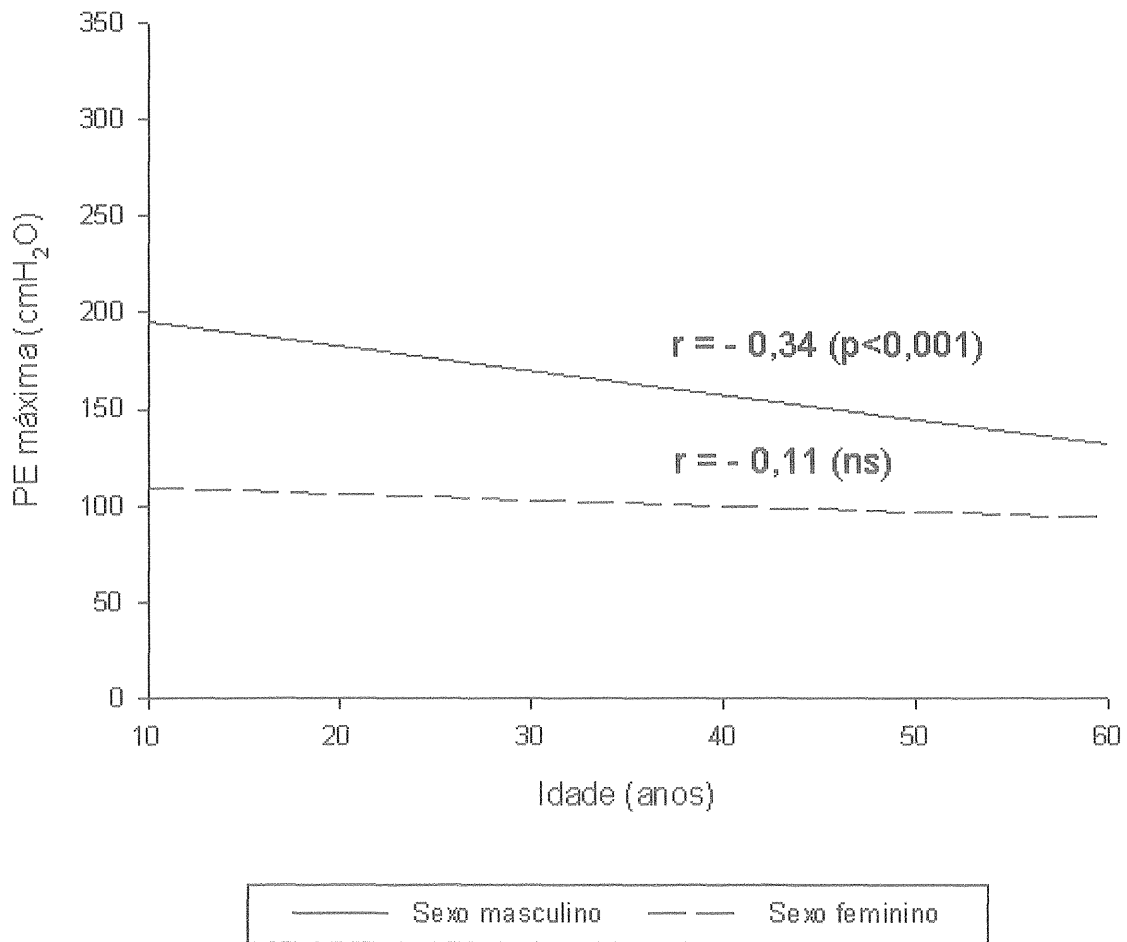


Figura 2: Correlação da PEmax com a idade em 445 indivíduos dos sexos masculino e feminino.

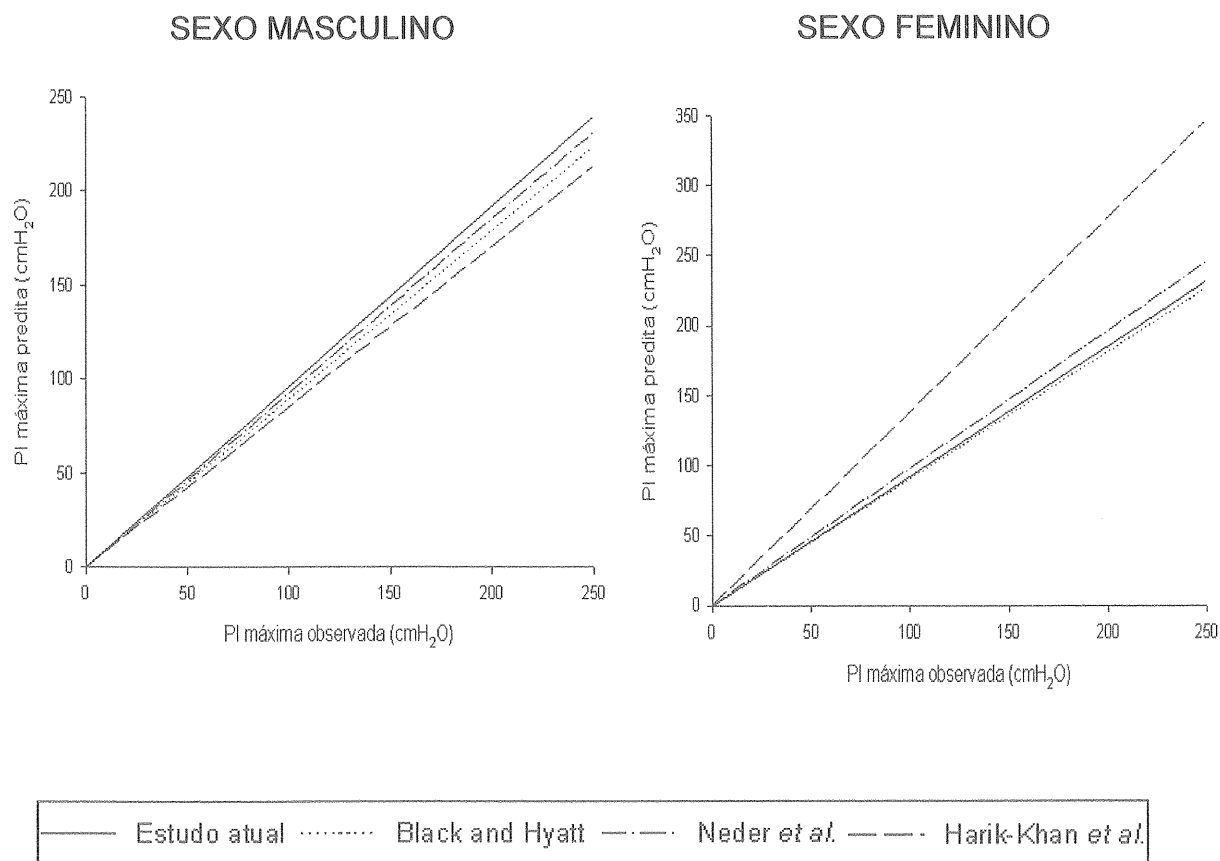
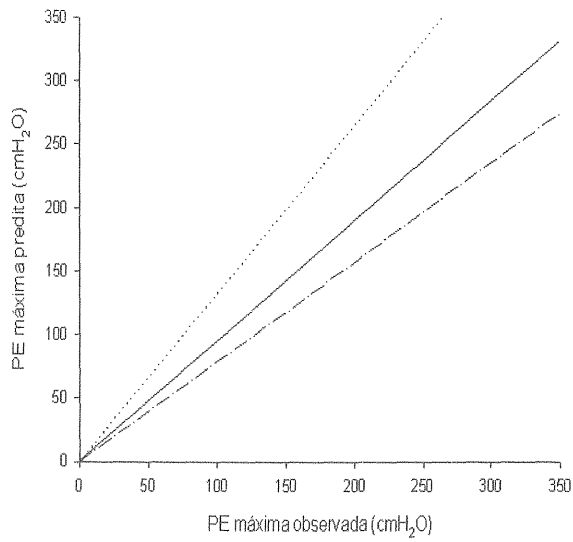


Figura 3: Valores de PImax observados na amostra e preditos de acordo com o presente estudo e os estudos citados anteriormente (3, 4, 7).

SEXO MASCULINO



SEXO FEMININO

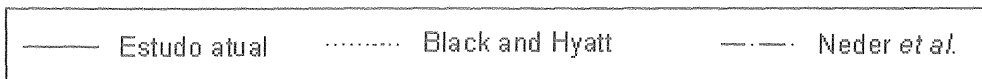
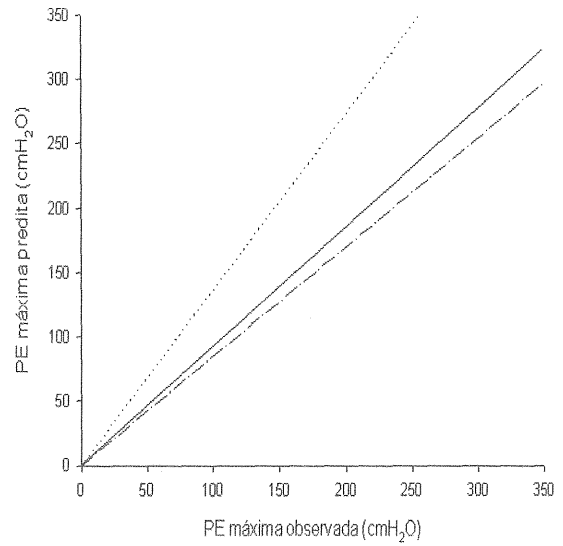


Figura 4: Valores de PEmax observados na amostra e preditos de acordo com o presente estudo e os estudos citados anteriormente (3, 4).

7. ANEXOS

ANEXO 1

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Faculdade de Medicina
Programa de Pós-Graduação: Clínica Médica
Mestrado Acadêmico

Nome da Instituição: _____

Nome do Responsável: _____

TERMO DE AUTORIZAÇÃO INSTITUCIONAL

Gostaríamos de solicitar, através deste termo, sua autorização para a coleta de dados nesta instituição para o estudo: ANÁLISE DAS PRESSÕES RESPIRATÓRIAS MÁXIMAS EM INDIVÍDUOS ADULTOS SAUDÁVEIS ENTRE 20 E 59 ANOS.

Este estudo tem como objetivo identificar os valores de normalidade da força da musculatura respiratória em indivíduos da nossa região. Atualmente, são utilizados dados estrangeiros como referência nesse tipo de exame nos laboratórios de função pulmonar. Assim, será possível verificar quais as características individuais que influenciem a força da musculatura ventilatória e comparar nossos dados com esses valores estrangeiros.

Poderão ser participantes do estudo pessoas voluntárias saudáveis, de ambos os sexos e diferentes faixas etárias, a partir de 20 anos.

Para a coleta de dados, será necessária a obtenção de informações (idade, cor, escolaridade, hábito de fumar) sobre os voluntários através de ficha de avaliação e verificação de peso e altura. Além disso, os indivíduos terão que realizar exames não-

invasivos que exigem respirações fortes, através de bocal descartável, em aparelho portátil (manovacuometria e microespirometria). O tempo médio previsto para a coleta de dados é de, aproximadamente, 30 minutos, que podem ser divididos em dois encontros, de acordo com as necessidades.

Nenhuma das atividades propostas apresenta risco ou desconforto aos participantes. Todos os dados serão utilizados somente em pesquisa pela Comissão de Pesquisa e Ética em Saúde do Grupo de Pesquisa e Pós-Graduação (GPPG) do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA) em março de 2002 (GPPG/ projeto 02-064).

O presente estudo possui recursos financeiros do Fundo de Incentivo à Pesquisa e Eventos do HCPS, não acarretando nenhum custo para a instituição ou voluntário.

Desde já agradecemos sua colaboração e colocamo-nos à disposição pelos telefones (51)9951.0409 e (51)3268.4404.

Autorizo a participação de indivíduos dessa instituição que se propuserem voluntariamente a participar dessa pesquisa. Data: _____/_____/_____.

Responsável pela Autorização na Instituição

Fisioterapeuta Mariane Borba Monteiro
(CREFITO 31691-F)
Autora do Estudo

Dr. Sérgio Menna Barreto
Orientador do Estudo

ANEXO 2

TERMO DE CONSENTIMENTO INFORMADO

Estamos realizando um estudo sobre a força dos músculos da respiração. Todos os participantes são pessoas voluntárias consideradas saudáveis, de ambos os sexos e diferentes faixas etárias. O projeto tem como objetivo identificar os valores normais da força dos músculos da respiração em uma amostra da nossa região, e verificar quais são as características dos indivíduos que interferem nessa força. Atualmente, são utilizados dados estrangeiros como referência nesse tipo de exame.

Para isso, será necessária a obtenção de informações sobre o voluntário através de ficha de avaliação, verificação de peso e altura. Além disso, os indivíduos terão que realizar exames não-invasivos que exigem respirações fortes através de bocal descartável de um aparelho portátil. Assim, será possível verificar como estão os músculos responsáveis pela respiração. O primeiro exame deverá ser realizado através de três assopros fortes com intervalo de um minuto entre cada repetição. Para o segundo exame, serão necessários assopros e puxadas de ar fortes pela boca, separadamente. Esse exame deverá ser repetido cinco vezes com intervalo de 1 minuto entre eles. O tempo médio previsto para a entrevista é de 30 minutos. Nenhuma das atividades propostas apresenta risco ou desconforto aos participantes. Todos os dados serão utilizados somente em pesquisa, e o anonimato de todos será preservado.

Confirmo minha participação e autorizo a utilização de meus dados no presente projeto de pesquisa realizado pela fisioterapeuta Mariane Borba Monteiro (telefone: 9951-0409), sob a orientação do professor Sérgio Menna Barreto.

NOME: _____

ASSINATURA: _____

DATA: ____/____/200__

ANEXO 3

FICHA DE AVALIAÇÃO DO VOLUNTÁRIO

Participante número: _____

Data: ____/____/200__.

Anamnese

Sexo: () M () F

Idade: _____

Cor: () B () P () outra

Profissão: _____ () com risco () sem risco

Atividade Física: () sedentário

() ex-praticante de atividade física regular (mínimo: 3x.sem; há 3 meses)

() pratica atividade física regular. Qual? _____

Fumante: () não () ex () sim

Quantidade: ____cig/d Tempo de fumo: _____ Tempo sem fumar: _____

Etilismo: : () não () ex () sim

Quantidade: ____gr/d Tempo de álcool: _____ Tempo sem beber: _____

Diagnóstico de Comorbidades: () DM () HAS () Outro _____

Uso de Medicação: () não () sim _____

Exame Físico

AP: _____ Peso: _____ Altura: _____

IMC: _____ SC: _____

Sinal ou Sintoma de Doença Respiratória: () dispnéia () alteração na AP () taquipnéia

() cianose () hipocratismo digital () edema MIs ou MSs () tosse produtiva

() tosse improdutiva () uso de musculatura acessória () _____

Exames Função Pulmonar

Espirometria

ESPIROMETRIA	Predito		Teste 1		Teste 2		Teste 3	
CVF	P:	%	P:	%	P:	%	P:	%
VEF1	P:	%	P:	%	P:	%	P:	%
CEF ₁	P:	%	P:	%	P:	%	P:	%
Peak Flow	P:	%	P:	%	P:	%	P:	%

Manovacuometria

PR _{máximas}	Teste 1	Teste 2	Teste 3	Teste 4	Teste 5
PI _{Max}					
PE _{Max}					

ANEXO 4

Valores normais de Pressões Respiratórias Máximas segundo Black e Hyatt (6)

		Pressão (cm H ₂ O)				
		Idade (anos)				
Pressão	Sexo	20-54	55-59	60-64	65-69	70-74
P _I max	HOMEM	124 ± 44	103 ± 32	103 ± 32	103 ± 32	103 ± 32
	MULHER	87 ± 32	77 ± 26	73 ± 26	70 ± 26	65 ± 26
P _E max	HOMEM	233 ± 84	218 ± 74	209 ± 74	197 ± 74	185 ± 74
	MULHER	152 ± 54	145 ± 40	140 ± 40	135 ± 40	128 ± 40

Fonte: Black LF, Hyatt RE. Maximal Respiratory Pressures: Normal Values and Relationship to Age and Sex. *American Review of Respiratory Disease*, 1969; 99 (5): 696-702.

ANEXO 5

Valores normais de Pressões Respiratórias Máximas segundo Neder *et al.* (13)

		Pressão (cm H ₂ O)					
		Idade (anos)					
Pressão	Sexo	20-29	30-39	40-49	50-59	60- 69	70- 79
P _I max	HOMEM	129,3 ± 18	136,1 ± 22	115,8 ± 87	118,1 ± 18	100 ± 10,6	92,8 ± 72,8
	MULHER	101,6 ± 13	91,6 ± 10,1	87 ± 9,1	79,3 ± 9,5	85,3 ± 5,5	72,7 ± 3,9
P _E max	HOMEM	147,3 ± 11	140,3 ± 22	126,3 ± 18	114,7 ± 6,9	111,2 ± 11	111,5 ± 21
	MULHER	114,1 ± 15	200,6 ± 12	85,2 ± 13,6	83 ± 6,2	75,6 ± 10,7	69,6 ± 6,7

Fonte: Neder JA, Andreoni S, Lerario MC, Nery LE. Reference values for lung function tests II. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 1999; 32: 719-727.

ANEXO 6

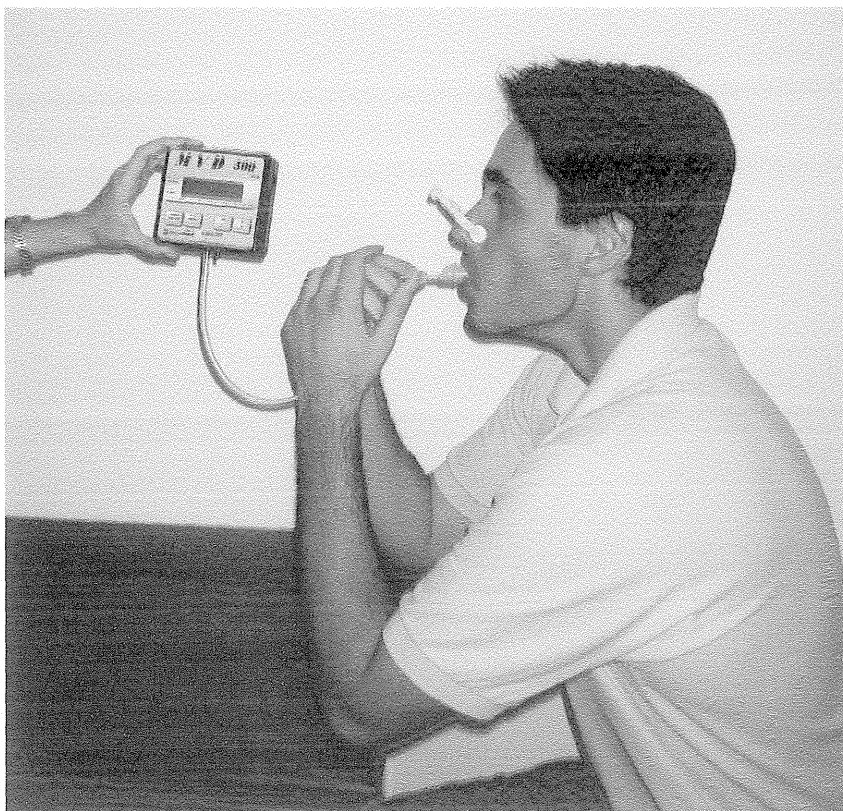


Figura 4: Demonstração da utilização do manovacuômetro digital (modelo MVD 500 V 0.2, marca Globalmed®) no estudo. Posição sentada e narinas ocluídas por clipe nasal.