

ARTIGO DE REVISÃO/REVIEW ARTICLE

Pressões máximas respiratórias Proposta de um protocolo de procedimentos*

Maximal respiratory pressures Proposition for a protocol of assessment

FÁTIMA RODRIGUES*, CRISTINA BÁRBARA**

RESUMO

As autoras fazem uma revisão de literatura sobre as metodologias utilizadas pelos diversos autores na medição das Pressões Máximas Respiratórias (PMR). Definem a Pressão Inspiratória Máxima e a Pressão Expiratória Máxima e descrevem as principais indicações para a determinação das PMR. Nas diferentes metodologias descritas, incluem o tipo de bocal, a presença de orifício de fuga, o tipo de manómetro, o nível de volume pulmonar em que são efectuadas as medições, o número de manobras realizadas em cada medição, a posição corporal adoptada, o uso de pinça nasal e as equações de referência.

ABSTRACT

The authors review the methods of assessment of Maximal Static Respiratory Pressures at the mouth level. They define Maximal Inspiratory Pressure and Maximal Expiratory Pressure and describe the principal indications for their measurement. It is analysed the influence in the results of many factors-like: the conformation of the mouthpiece, the small air leak in the tube, the kind of pressure gauge used, the use of a nose clip, the number of manoeuvres for each assessment, the body position and finally the lung volume of the measurement. The many published reference values and their equations are also reviewed. Finally, the authors made a proposition

- Protocolo apresentado no "4º Encontro Nacional de Fisiopatologia Respiratória" (Luso, 1998) e aprovado em Reunião da Comissão de Fisiopatologia Respiratória (Ofir, 1999)
- * Assistente Hospitalar de Pneumologia do Hospital de Egas Moniz
- ** Assistente Hospitalar Graduada de Pneumologia do Hospital de Pulido Valente

Recebido para publicação: 00.01.18

Aceite para publicação: 00.05.15

Após a revisão de literatura apresentam uma proposta para o protocolo de medição das Pressões Máximas Respiratórias.

REV PORT PNEUMOL 2000; VI (4): 297-307

Palavras-chave: Pressões máximas respiratórias

for a protocol of assessment of the maximal mouth pressures.

REV PORT PNEUMOL 2000; VI (4): 297-307

Key-words: Maximal respiratory pressures

INTRODUÇÃO

A determinação das pressões máximas respiratórias (PMR) permite quantificar de forma rápida, simples e segura, a força dos músculos respiratórios e tem sido progressivamente introduzida na rotina dos laboratórios de função respiratória do nosso país.

As diferentes metodologias utilizadas na medição das PMR e as diferentes populações estudadas, têm contribuído para a enorme variabilidade nos resultados obtidos pelos diferentes autores.

Numa tentativa de uniformização de metodologias e interpretação dos resultados obtidos, apresenta-se uma proposta de protocolo para a medição das PMR, após breve revisão da literatura.

Definição e Indicações

A Pressão Inspiratória Máxima ($P_{I_{max}}$) é um índice da força dos músculos inspiratórios (diafragma e intercostais), enquanto a Pressão Expiratória Máxima ($P_{E_{max}}$) mede a força dos músculos expiratórios (abdominais e intercostais).

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

1. Avaliar a capacidade dos músculos respiratórios em doentes:
 - Com dispneia
 - Com hiperinsuflação (DPOC e asma)
 - Com insuficiência respiratória
 - Desnutridos
 - Com doenças neuromusculares (miastenia gravis, S. de Guillain-Barré, Esclerose lateral

amiotrófica, sequelas motoras de acidente vascular cerebral, poliomielite, tetraplegia, etc.)
Com deformações da caixa torácica

2. Avaliar reduções inexplicadas da Capacidade Vital ou da Ventilação Máxima Voluntária
3. Prever o sucesso ou insucesso do desmame da ventilação mecânica (a $P_{I_{max}}$)
4. Prever a capacidade do doente tossir e eliminar as secreções brônquicas (a $P_{E_{max}}$)
5. Avaliar a resposta ao treino dos músculos respiratórios.

Nos últimos vinte anos têm sido publicados inúmeros trabalhos sobre as PMR e tem sido notável a enorme variabilidade dos seus resultados. Esta pode dever-se a **diferentes metodologias** utilizadas, ex: tipo de bocal, presença de orifício de fuga, número de manobras realizadas, posição corporal, etc. e a **diferentes populações** estudadas (2), ex: origem, grupo etário e preparação física dos indivíduos.

Tipo de Bucal

Tully e col. (3) compararam os valores da $P_{E_{max}}$ obtidos com dois tipos de peças bucais: uma peça tubular de plástico rígido de diâmetro interno largo (4cm), em que os lábios se coaptam no interior do tubo e uma peça bucal usual de tipo mergulhador (Fig.1).

Encontraram diferenças significativas, sendo a $P_{E_{max}}$ medida com o bucal tubular superior à medida pelo bucal de mergulhador (diferença: $20,7 \pm 26,4$ cm H_2O , $p=0,0001$). Também Black e Hyatt (4) e Rubinstein e col. (5) chegaram à mesma conclusão. O uso do

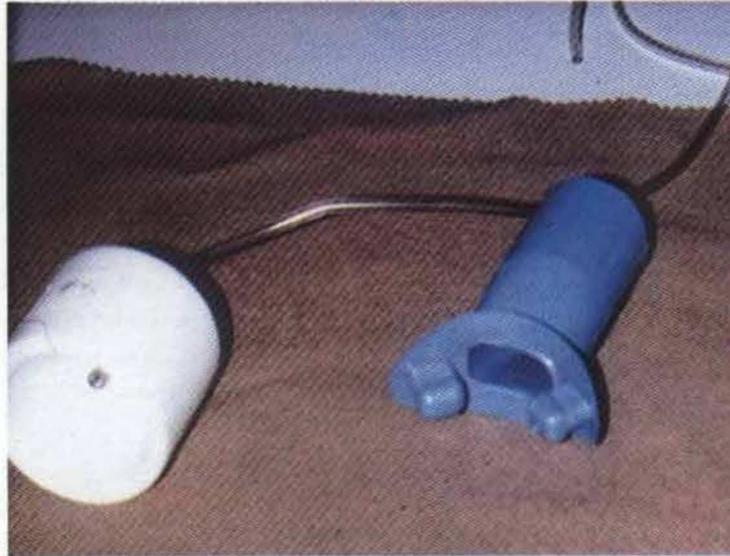


Fig. 1 – Peça tubular de plástico rígido de diâmetro interno largo e peça bucal usual de tipo mergulhador

bucal de mergulhador pode ficar limitado pela força dos músculos peri-bucais. Se a força dos músculos respiratórios for superior à dos músculos peri-bucais vai ocorrer fuga de ar e o valor da P_{Emax} será subestimado. A alternativa poderá ser o uso de um bucal de mergulhador com abas muito largas e em que o utente segura os lábios com as duas mãos.

Fiz e col. (6) encontraram valores de P_{Emax} significativamente superiores utilizando um bucal cilíndrico com 2,5 cm de diâmetro interno com os lábios comprimidos à volta do bucal pelo técnico, comparativamente aos valores obtidos quando é o indivíduo a avaliar a comprimir os lábios com as suas mãos.

Rubinstein e col. (5) compararam diferentes bucais: o bucal de mergulhador com e sem compressão dos lábios com as mãos pelo utente; idem com os lábios comprimidos pelo técnico; o bucal circular rígido com 2,8 cm de diâmetro interno e o bucal circular com 4,1 cm de diâmetro interno e concluíram que os valores são significativamente afectados pelo bucal utilizado, devendo as PMR ser medidas, utilizando um bucal circular de diâmetro interno largo ou por um bucal de mergulhador desde que os lábios

sejam comprimidos junto a este, pois são os que apresentam valores das pressões mais elevados.

Kouloris e col. (7) compararam o bucal tubular de 4 cm de diâmetro interno com o bucal de mergulhador em que o utilizador comprimia os lábios contra o bucal só no caso de se detectar alguma fuga e encontraram valores de PMR significativamente maiores com o bucal tubular (P_{Emax} $p < 0,02$; P_{Imax} $p < 0,005$). Atribuíram essa diferença ao facto do utilizador segurar sistematicamente o bucal tubular com as duas mãos levando à activação e coordenação de grupos musculares que não são recrutados quando se usa o bucal de mergulhador ou seja, a diferença está sobretudo na forma de usar o bucal.

Concluem que para a avaliação clínica da força global dos músculos respiratórios, um bucal de mergulhador é mais universalmente aplicável. Embora os valores obtidos sejam mais baixos, a diferença não terá significado clínico, se forem utilizadas equações de referência adequadas à população em estudo. Para estudos fisiológicos em que sejam necessárias as pressões verdadeiramente máximas, será preferível o uso de bucais tubulares.

Orifício de Fuga

Rubinstein e col. (5), apoiados em Smyth e col. (8), afirmam que em indivíduos normais, os valores de $P_{E_{max}}$ são semelhantes com e sem fuga de ar no circuito. Esta fuga só é importante nos indivíduos com uma importante fraqueza dos músculos expiratórios, para evitar a geração de pressões nos músculos peri-buciais.

Em oposição a estes, são vários os autores que preconizam a utilização de um orifício de fuga na medição das PMR (3,9,10,11) Tully e col. (3) utilizam bucais com uma pequena fuga (equivalente ao diâmetro interno de uma agulha de 19G) para permitir a detecção dos indivíduos que encerram a glote e geram pressões com os músculos faciais (bucinaidores). Com esta fuga, a pressão gerada por aqueles mecanismos, diminui rapidamente. Black e Hyatt (9) quantificaram a maior fuga de volume que ocorre por um orifício de 2 mm durante a medição das PMR. A maior perda de volume na medição da $P_{E_{max}}$ foi de 200 ml e o maior ganho de volume na medição da $P_{I_{max}}$ foi de 100 ml, sendo consideradas variações não significativas. Quando corrigiram estes valores para o gás comprimido e o gás expandido, as variações de pressão obtida continuaram a ser irrelevantes: a maior descida na $P_{I_{max}}$ foi de 8 cm H_2O e a maior descida na $P_{E_{max}}$ foi de 6 cm H_2O .

Tipo de manómetro

Hamnegård e col. (12) compararam as medições das PMR utilizando um manómetro portátil com o equipamento estandardizado (transdutor de diferenças de pressão) e verificaram que os resultados não diferiam significativamente, confirmando a precisão e reproductibilidade do manómetro portátil.

Cristina Bárbara e col. (13) demonstraram que um manómetro aneróide portátil apresenta uma precisão semelhante aos sistemas analógicos na avaliação da força dos músculos respiratórios. Este equipamento tem como vantagens relativamente aos módulos das

PMR integrados no pletismógrafo, o facto de poderem ser realizados à cabeceira do doente, permitirem estudos de campo e serem economicamente mais acessíveis (Fig.2). Recentemente foram introduzidos no mercado outro tipo de manómetros portáteis, nomeadamente os manómetros digitais, possuindo alguns deles *software* que permite a visualização em computador, das curvas de pressão.

Qualquer destes equipamentos pode ser utilizado desde que cumpra os requisitos de controle de qualidade:

- Fiabilidade
- Precisão
- Reproductibilidade
- Facilidade de manuseamento
- Calibração (com manómetro de mercúrio ou coluna de água)

O equipamento deve ainda ser capaz de diferenciar durante as medições, a pressão de pico da pressão média sustida durante um segundo, pois só a pressão média é considerada para as PMR (Fig.3). A duração do esforço sustido pelo indivíduo a avaliar varia entre um segundo, como advogam Black e Hyatt (9), Rubinstein e col. (5), Wilson e col.(14) e Bruschi e col. (2) e 3 segundos como defendem Charfi e col. (10) e Hamnegård e col. (12). Deve ainda possibilitar ao utente a visualização do manómetro ou do écran, durante a manobra, pois é um incentivo importante já que esta avaliação é dependente da vontade e motivação do indivíduo.

Volumes Pulmonares

Rubinstein e col. (5) determinaram a $P_{E_{max}}$ ao nível da Capacidade Residual Funcional, alegando que a este nível, a pressão de recolha elástica do sistema respiratório é zero, sendo a $P_{E_{max}}$ assim determinada, a pressão real dos músculos respiratórios. Além disso consideram este parâmetro de maior utilidade clínica do que a $P_{E_{max}}$ medida ao nível da Capacidade Pulmonar Total, pois não requer colaboração adicional por parte do utilizador.

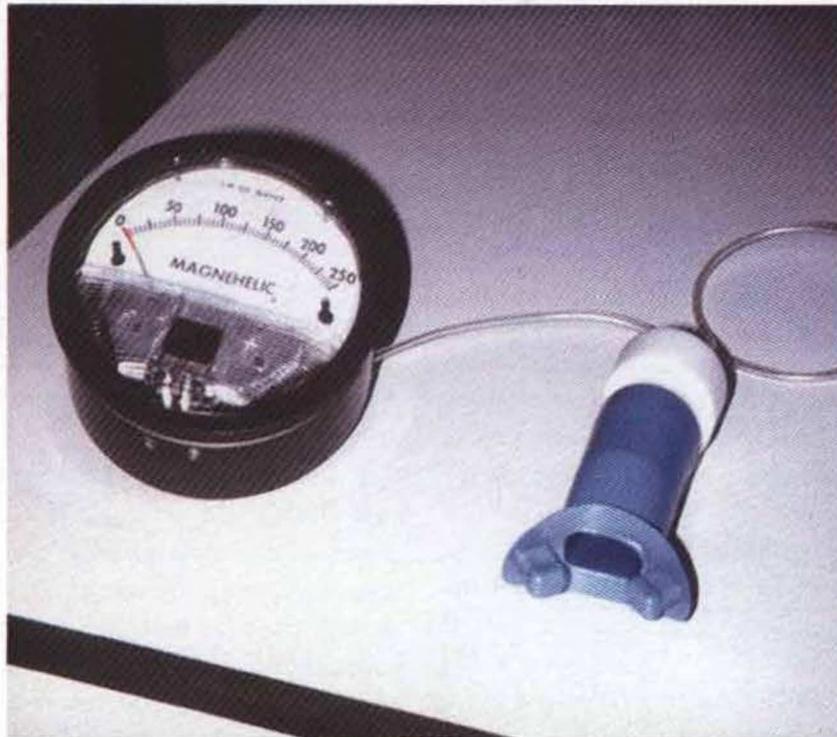
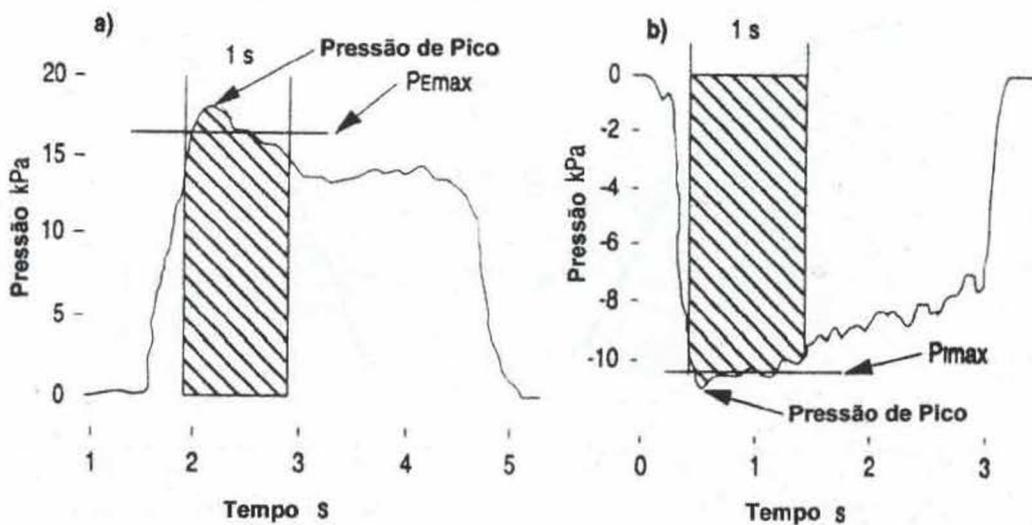


Fig. 2 – Manómetro aneróide portátil (Magnehelic)



(Adaptado de Hamnegard, 1993)

Fig. 3 – Pressão de Pico e Pressões Máximas Respiratórias. As áreas a tracejado correspondem à pressão média sustentada durante um segundo e determinam o valor da PEM e da PIM, respectivamente (12)

Autores como Black e Hyatt (9), Rahn e col. (15) e Ringqvist(16) advogam a medição das PMR ao nível da Capacidade Pulmonar Total (no caso da $P_{E_{max}}$) e ao nível do Volume Residual (no caso da $P_{I_{max}}$), pois é a estes níveis que as PMR têm o seu valor máximo.

Ringqvist elaborou equações de regressão para as PMR (Quadro I) em função dos volumes pulmonares (expressos em percentagem da Capacidade Pulmonar Total), permitindo assim a correcção das PMR para os volumes diminuídos dos síndromes restritivos e para os volumes aumentados dos síndromes obstrutivos com insuflação pulmonar. Após esta correcção, a diminuição das PMR só é considerada significativa

QUADRO I

Equações de regressão para as PMR elaboradas por Ringqvist (16)

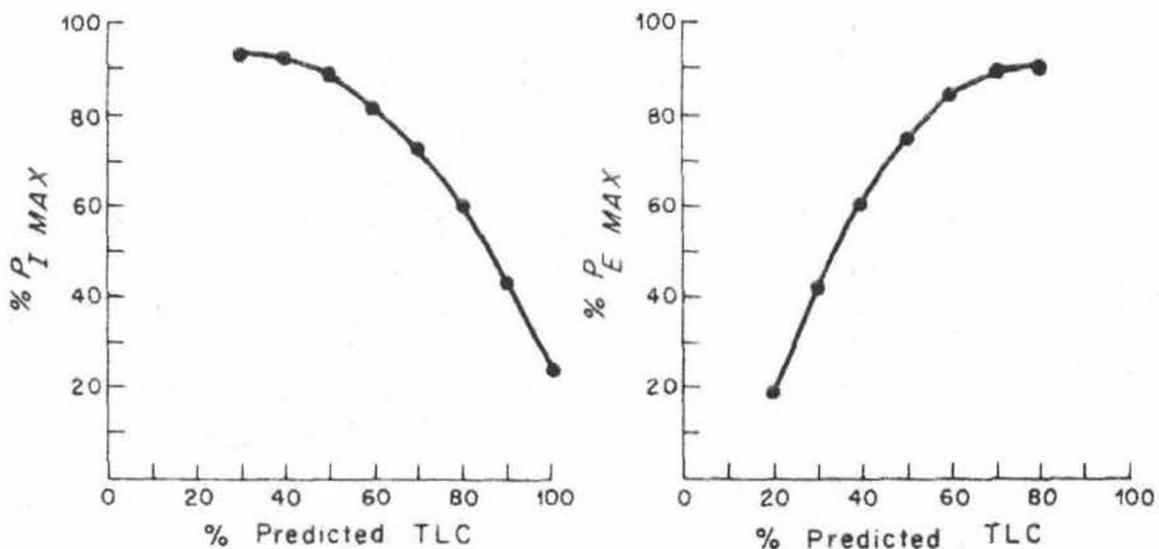
$P_{E_{max}} = 3,5 (\% \text{ CPT}) - 0,023 (\% \text{ CPT})^2 - 42$ $P_{I_{max}} = 1,1 (\% \text{ CPT}) - 0,016 (\% \text{ CPT})^2 + 74$

quando se situa a mais de dois desvios padrão da média.

Como se pode ver na Fig. 4, derivada das equações de Ringqvist, uma diminuição de 70% da Capacidade Pulmonar Total e um aumento superior ou igual a 50% do Volume Residual conduzem a diminuições significativas da $P_{E_{max}}$ e da $P_{I_{max}}$, respectivamente (9).

Coloca-se então a questão: em doentes com obstrução e insuflação, qual a causa para que a $P_{I_{max}}$ se apresente diminuída? A diminuição da força dos músculos respiratórios ou o aumento do Volume Residual?

Rochester e Braun (17) demonstraram em doentes com DPOC, que a $P_{I_{max}}$ é afectada pela fraqueza muscular generalizada e pela desvantagem mecânica (insuflação), enquanto que a $P_{E_{max}}$ é sobretudo afectada pela fraqueza muscular generalizada, donde se pode concluir que em doentes com DPOC com $P_{E_{max}}$ normal e $P_{I_{max}}$ diminuída, esta pode dever-se exclusivamente à insuflação pulmonar.



(Black, Hyatt, 1971)

Fig. 4 – Relação entre as PMR (expressas em %) e o volume pulmonar expresso em % da Capacidade Pulmonar Total. Curvas derivadas das equações de Ringqvist (3)

Número de Manobras

Fiz e col. (18) advogam um mínimo de nove manobras, pois em vinte manobras realizadas encontraram os maiores valores de PMR na 9ª e 10ª, verificando assim um efeito de aprendizagem/treino.

Wen e col. (19) compararam a medição da P_{imax} utilizando dois métodos: um método curto, em que se determinava a média dos três primeiros valores mais elevados e reprodutíveis (i.e. com uma variabilidade $\leq 5\%$) e o método longo em que se determinava a média dos três melhores valores de todas as manobras reprodutíveis. De 367 testes realizados, 36 (10%) tinham diminuição da P_{imax} pelo método curto e P_{imax} normal pelo método longo, ou seja, a realização de um pequeno número de manobras conduziu a um excesso de diagnósticos de fraqueza muscular e a uma subestimação da P_{imax} .

Enright e col. (1) estudaram as PMR em 5233 utentes, realizando uma média de 3 a 5 manobras, com o objectivo de obterem as duas melhores com uma reproductibilidade inferior ou igual a 10%. Verificaram um efeito de aprendizagem até à 5ª manobra, não sendo este efeito significativo nas manobras subsequentes. Sugerem que a demonstração eficaz da manobra pelo técnico, permitirá que o valor mais elevado seja atingido mais precocemente. E, tal como Smyth e col. (8) e Hamnegård e col. (12), sugerem que se limitem as manobras a um pequeno número (± 5) em estudos clínicos, por ser impraticável em doentes realizar um elevado número de manobras.

Posição Corporal

Fiz e col. (20) compararam as PMR obtidas nas posições erecta e sentada e não encontraram diferenças significativas.

Heijdra e col. (21) compararam as PMR em doentes com DPOC obtidas nas posições sentada e deitada e encontraram valores superiores na posição sentada (Quadro II).

A explicação que dão é que, embora a posição de decúbito favoreça o deslocamento do diafragma para

QUADRO II

Comparação das PMR obtidas nas posições sentada e deitada (21)

$$P_{imax} = 7,1 (2,3) \text{ kPa versus } 6,4 (2,2) \text{ kPa}$$

$$P_{Emax} = 9,3 (3,0) \text{ kPa versus } 8,7 (2,8) \text{ kPa}$$

cima, ao ser empurrado pelas vísceras abdominais, levando este músculo a uma posição mais favorável na sua relação comprimento/tensão, este aumento da força diafragmática não é suficiente para compensar a diminuição da actividade tónica e fásica dos músculos escalenos, esternocleidomastoideus e intercostais paraesternais e a diminuição da *compliance* da caixa torácica. Kouloris e col. (22) obtiveram resultados semelhantes e sugerem como explicação que a activação, a coordenação e o recrutamento do diafragma e outros músculos são sub-máximas na posição de decúbito.

A posição corporal deve pois ser standardizada para permitir estudos comparativos, parecendo ser a posição de sentado, a mais adequada (mesmo em Unidades de Cuidados Intensivos).

Pinça Nasal

Todos os autores consultados utilizam a pinça nasal durante a medição das PMR, à excepção de Wilson e col. (14) que não fazem referência a esta no seu trabalho, não sendo de excluir que também a utilizem.

Equações de Referência / Variáveis

Segundo os diversos autores (11,23,24,25,26,27,28), são muitos os factores que interferem com as Pressões Máximas Respiratórias, ex.: o sexo, a idade, a altura, o peso, a capacidade de trabalho muscular ou preparação física, a força de retracção elástica do sistema respiratório, factores genéticos e ambientais, o tabagismo, hábitos alimentares, o grau de cooperação e

motivação e a capacidade de coordenação da manobra e de activação muscular.

Apresenta-se no Quadro III alguns destes factores (sexo, idade, altura, peso). Repare-se que o sexo e a idade são os dois factores que mais consensualmente afectam as PMR. O tipo de bucal e as populações estudadas são diversos, para citar dois dos factores que contribuíram para a variabilidade dos resultados obtidos pelos vários autores. O estudo destas variáveis pelos diversos autores permitiu a elaboração de equações de referência para diferentes grupos etários e sexos, por exemplo, Gaultier estudou crianças até aos três anos (24), Wilson e col. estudaram dois grupos etários: dos 7 aos 18 anos e idades superiores aos 18 anos (14) e Black e Hyatt estudaram adultos dos 20 aos 74 anos (4).

PROPOSTA PARA O PROTOCOLO DE MEDIÇÃO DAS PMR

Utilizador

Sentado, com o tronco a 90° em relação aos membros inferiores e sem roupa apertada.

Equipamento

Bucal usual tipo mergulhador, semi-rígido
Orifício de fuga de 1 a 2 mm de diâmetro interno
Filtro (se o equipamento utilizado fôr o pletismógrafo)

QUADRO III

Factores que interferem com a medição das PMR, segundo vários autores

Autor	Sexo	Idade	Alt/Peso	Bucal	População (grupo etário)
Wilson (14)	+	+	+	Mergulhador	7 - 70
Leech (25)	+		+	Mergulhador	13 - 35
Bruschi (2)	+	+		Oval (3/1,5)	18 - 70
Ringqvist (16)	+	+		Tubular	18 - 83
Black (4)	+	+		Tubular	20- 74
Vincken (28)	+	+		Mergulhador	adol. e adultos
Smyth (8)	+			Mergulhador	13 -43
McElvaney (11)	+	-		Tubular (2,5)	> 55
Enright (1)	+	+	+	Tubular (4)	≥ 65
Charfi (10)	+	+	+	Tubular (2)	15 -54

Com base na revisão efectuada, apresenta-se em seguida a proposta para o protocolo de medição das Pressões Máximas Respiratórias.

Pinça nasal
Módulo de PMR integrado no pletismógrafo ou manómetro portátil

Registo ou visualização gráfica do exame, sempre que possível.

Manobras

Explicação cuidada das manobras pelo técnico

A $P_{E_{max}}$ é medida ao nível da Capacidade Pulmonar Total e a $P_{I_{max}}$ ao nível do Volume Residual

As mãos do utilizador seguram as bochechas

O técnico deve coaptar os lábios do utilizador ao bucal, em caso de fugas

O esforço deve ser sustido durante pelo menos dois segundos

O número de manobras deve ser superior ou igual a 5, sendo seleccionados os dois valores mais elevados que apresentem uma reprodutibilidade inferior ou igual a 5%

Repouso de pelo menos um minuto entre cada manobra.

Interpretação

Os valores de referência devem ser obtidos a partir do estudo das PMR realizado na população portuguesa. Enquanto não estiverem disponíveis estes valores, cada laboratório deve ter um grupo controlo e eventualmente poderá adoptar as equações de referência de Wilson e col. (14) (população inglesa, a partir dos sete anos), pois são os autores que utilizam a metodologia que mais se aproxima do protocolo que propomos (Quadro IV).

Apresentam-se no Quadro V, os valores das PMR considerados normais para a população adulta segundo estes autores.

QUADRO V

Valores das PMR considerados normais para a população adulta, segundo Wilson e col (14) *

	$P_{I_{max}}$ (cm H ₂ O)	$P_{E_{max}}$ (cm H ₂ O)
Sexo masculino	> 100	> 140
Sexo feminino	> 70	> 90

Calibração e controlo de qualidade

O equipamento deve ser calibrado pelo menos diariamente. A calibração dos manómetros portáteis pode ser realizada recorrendo a uma coluna de água ou de mercúrio. Os manómetros incorporados no pletismógrafo são calibrados segundo especificação do fabricante e verificados sempre que é feita a calibração do pletismógrafo.

Cada laboratório deve ainda recorrer a controlos em indivíduos considerados saudáveis, que se voluntarizam para regularmente (pelo menos uma vez por mês) realizarem a medição das PMR, por forma a controlar a variabilidade dentro do próprio laboratório e comparar os resultados entre laboratórios diferentes.

QUADRO IV

Equações de regressão das PMR segundo Wilson e col (14)

	Sexo	$P_{I_{max}}$	$P_{E_{max}}$
Adultos	Masc.	$142 - (1,03 \times \text{idade} - \text{anos})$	$180 - (0,91 \times \text{idade} - \text{anos})$
	Femin.	$-43 + (0,71 \times \text{altura} - \text{cm})$	$3,5 + (0,55 \times \text{altura} - \text{cm})$
Crianças	Masc.	$44,5 + (0,75 \times \text{peso} - \text{kg})$	$35 + (5,5 \times \text{idade} - \text{anos})$
	Femin.	$40 + (0,75 \times \text{peso} - \text{kg})$	$24 + (4,8 \times \text{idade} - \text{anos})$

BIBLIOGRAFIA

1. ENRIGHT PL, KRONMAL RA, MANOLIO TA, SCHENKER MB, HYATT RE. Respiratory muscle strength in the elderly – Correlates and reference values. *Am J Respir Crit Care Med* 1994 Feb; 149 (2 Pt1): 430-438.
2. BRUSCHI C, CERVERI I, ZOIA MC, FANFULLA F, FIORENTINI M, CASALI L, GRASSI M, GRASSI C. Reference values of maximal respiratory mouth pressures: a population-based study. *Am Rev Respir Dis* 1992; 146: 790-793.
3. TULLY K, KOKE K, GARSHICK E, LIEBERMAN SL, TUN CG, BROWN R. Maximal expiratory pressures in spinal cord injury using two mouthpieces. *Chest* 1997; 112: 113-116.
4. BLACK LF, HYATT RE. Maximal respiratory pressures: normal values and relationship to age and sex. *Am Rev Respir Dis* 1969; 9: 696-702.
5. RUBINSTEIN I, SLUTSKY AS, REBUCK AS, MCCLEAN PA, BOUCHER R, SZEINBERG A, ZAMEL N. Assessment of maximal expiratory pressure in healthy adults. *J Appl Physiol* 1988; 64: 2215-2219.
6. 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.
7. KOULOURIS N, MULVEY DA, LAROCHE CM, GREEN M, MOXHAM J. Comparison of two different mouthpieces for the measurement of $P_{I_{max}}$ and $P_{E_{max}}$ in normal and weak subjects. *Eur Respir J* 1988; 1: 863-867.
8. SMYTH RJ, CHAPMAN KR, REBUCK AS. Maximal inspiratory and expiratory pressures in adolescents. Normal values. *Chest* 1984; 86: 568-572.
9. BLACK LF, HYATT RE. Maximal static respiratory pressure in generalized neuromuscular disease. *Am Rev Respir Dis* 1971; 103: 641-650.
10. CHARFI MR, MATRAN R, REGNARD J, RICHARD MO, CHAMPEAU J, DALL'ÁVA M, LOCKHART A. Les pressions ventilatoires maximales à la bouche chez l'adulte: Valeurs normales et variables explicatives. *Rev Mal Resp* 1991; 8: 367-374.
11. MCELVANEY G, BLACKIE S, MORRISON NJ, WILCOX PG, FAIRBARN MS, PARDY RL. Maximal static respiratory pressures in the normal elderly. *Am Rev Respir Dis* 1989; 139: 277-281.
12. HAMNEGÅRD C-H, WRAGG S, KYROUSSIS D, AQUILINA R, MOXHAM J, GREEN M. Portable measurement of maximum mouth pressures. *Eur Respir J* 1994; 7: 398-401.
13. BÁRBARA C, MOTA CARMO M, SILVA IR, RENDAS AB. Validação de um manómetro aneróide para medição das Pressões Máximas Respiratórias. *Arq. SPPR* 1993; 10 (3): 171-174.
14. WILSON SH, COOKE NT, EDWARDS RHT, SPIRO SG. Predicted normal values for maximal respiratory pressures in caucasian adults and children. *Thorax* 1984; 39: 535-538.
15. RAHN H, OTIS AB, CHADWICK LE, FEUN WO. The pressure-volume diagram of the thorax and lung. *Amer J Physiol* 1946; 146: 161.
16. RINGQVIST T. The ventilatory capacity in healthy subjects: an analysis of causal factors with special reference to the respiratory forces. *Scand J Clin Invest* 1966; 18 (suppl.): 87-93.
17. ROCHESTER DF, BRAUN NMT. Determinants of maximal inspiratory pressure in COPD. *Am Rev Respir Dis* 1985; 132: 42-47.
18. FIZ JA, MONTSERRAT JM, PICADO C, PLAZA V, AGUSTI-VIDAL A. How many manoeuvres should be done to measure maximal inspiratory mouth pressure in patients with chronic airflow obstruction? *Thorax* 1989; 44: 419-421.
19. WEN AS, WOO MS, KEENS TG. How many manoeuvres are required to measure maximal inspiratory pressure accurately. *Chest* 1997; 111: 802-807.
20. FIZ JA, TEXIDÓ 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.
21. HEIJDRÁ YF, DEKHUIJZEN PNR, VAN HERWAARDEN CLA, FOLGERING HTM. Effects of body position, hyperinflation and blood gas tensions on maximal respiratory pressures in patient with COPD. *Thorax* 1994; 49: 453-458.
22. 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.
23. CHEN H-I, KVO C-S. Relationship between respiratory muscle function and age, sex and other factors. *J Appl Physiol* 1989; 66 (2): 943-948.
24. GAULTIER C. Respiratory muscle function in infants. *Eur Respir J* 1995; 8: 150-153.
25. LEECH JA, GHEZZO H, STEVENS D, BECHLAKE MR. Respiratory pressures and function in young adults. *Am Rev Respir Dis* 1983; 128: 17-23.

26. RENDAS AB, GAMBOA T, RAMILO T, BOTELHO AS, BÁRBARA C, MOTA CARMO M. Respiratory muscle function in physically active elderly women. *Archives of Gerontology and Geriatrics* 1996; 22: 123-130.
 27. SHARDONOFKY FR et al. Airway pressures during crying in health infants. *Pediatr Pulmonol* 1989; 6: 14-18.
 28. VINCKEN GH, GHEZZO H, COSIO MG. Maximal static respiratory pressures in adults: normal values and their relationship to determinants of respiratory function. *Bull Eur Physiopath Respir* 1987; 23: 435-439
-