

Unidades de pressão usadas em pneumologia, terapia intensiva e anestesia

Units of pressure used in pulmonary medicine, intensive care units and anesthesia

Helio Ribeiro de Siqueira¹, Alexandre Cury²,
Paulo Roberto Chauvet³, Artur Martins de Oliveira⁴,
Flavia Alvim Dutra de Freitas⁵, Luciano Marques Alves⁶,
Marcos Arbex⁷, Rogério Rufino⁸, Ricardo Marques Dias⁹

Pulmão RJ 2005; 14(2): 137-140

RESUMO

Existem mais de oito unidades de pressão, sendo seis de uso mais rotineiro em ambientes hospitalares: pascal (Pa), cmH₂O, mmHg, psi, kgf/cm² e bar. Esta diversidade dificulta o médico quando ele necessita converter unidades para interpretar um resultado. Nosso objetivo é focar a atenção do médico pneumologista, intensivista ou anestesista para as várias unidades de pressão, de uso comum em ambientes hospitalares, indicar modos de grafia destas unidades, propor métodos mnemônicos de conversão e demonstrar a importância do uso de apenas uma só unidade internacional de pressão, o pascal (Pa). O CONMETRO, órgão normalizador das unidades de medidas em uso no Brasil, determina e adota o uso do pascal (Pa) - unidade de pressão do Sistema Internacional de Unidades (SI) - e admite temporariamente o uso de outras unidades como atmosfera, bar e mmHg (Torr), embora não cite as unidades psi, kgf/cm² ou cmH₂O amplamente utilizadas em aparelhos hospitalares. Este Órgão legisla também sobre a grafia das unidades de pressão. As unidades de pressão podem ser convertidas com o uso de "regra de três" e o endereço da Internet: <http://www.webcalc.com.br> pode ser consultado para conversão rápida. Fato importante é que os aparelhos médicos pneumáticos são padronizados para serem conectados em sistema de pressão de 3,45kgf/cm², o que equivale a ~50psi ou 338kPa. Concluímos que o uso de múltiplas unidades de pressão traz para o médico diversas dificuldades de interpretação. A adoção do pascal (Pa) e seus múltiplos, como única unidade internacional de pressão vai unificar a linguagem médica. Esta adoção tem que ser gradativa considerando-se o grande número de aparelhos médicos em utilização. A única exceção será a permanência da unidade mmHg para medidas de pressão arterial.

Descritores: unidades de pressão, pascal (Pa), conversão de unidades de pressão.

ABSTRACT

In hospital, the medicine staff can have more than eight different units to measure pressure in daily practice. The six units more commonly used are pascal (Pa); cmH₂O, mmHg, psi, kgf/cm² and bar. This diversity brings shortcomings to the doctor in need of prompt conversion. The objective was support pulmologists, critical care physicians or anesthetists to analyze the different units of pressure, currently used in hospitals, to indicate type of units and to use mnemonic methods of conversion. The Brazilian National Agency (CONMETRO) determines that pascal (Pa) – the unit of pressure of the International System (IS) - must be used. Nevertheless, it is temporarily accepted the use of others units such as atmosphere, bar, Torr, and mmHg. This Agency also establishes how to write these units. It is important to note that the pneumatic medical devices are all standardized to be connected into a system with 3.45kgf/cm² of pressure, which is equivalent to 50psi or 340kPa (IS). These units can be easily converted and the site <http://www.webcalc.com.br> can be accessed for rapid conversion. In conclusion, the use of several units of pressure brings shortcomings for the doctor to interpret results. The adoption of pascal (Pa) and its multiples, as the only international unit of pressure, will unify the medical language. This adoption must be gradual considering the great number of medical devices still in use. The only exception will be the unit mmHg for measure arterial pressure.

Keywords: units of pressure; pascal (Pa); units of pressure conversion.

Introdução

Existem mais de oito unidades de pressão, sendo seis de uso rotineiro em ambientes hospitalares. Na maioria das vezes, o médico presta pouca atenção a estas unidades e se surpreende quando necessita interpretar valores em outras unidades, para entender melhor um texto em outra língua ou usar um novo aparelho importado. Em geral, livros e cursos de pneumologia, anestesia e terapia intensiva não abordam este tema, deixando lacuna importante na formação do especialista. A literatura médica especializada também deixa a desejar, quando se necessita consultar artigos sobre o assunto. Uma analogia com a unidade de comprimento - o metro - ajuda a compreender o problema. Quem, ao viajar de avião, já não ouviu o piloto falar que está voando a 20.000 pés? Se ele falasse em metros (unidade internacional) seria possível percebermos a altitude.

Objetivos

Enfocar a atenção do médico pneumologista, intensivista ou anestesista para as várias unidades de pressão, de uso comum em hospitais e as dificuldades que esta multiplicidade acarreta. Comentar sobre os modos corretos de grafia das unidades. Oferecer método matemático objetivo de conversão de unidades e métodos mnemônicos. Afirmar a necessidade da adoção gradual da unidade internacional de pressão, o pascal (Pa) - e seus múltiplos - do Sistema Internacional de Unidades (SI).

Pressão e unidades de pressão

Pressão é o quociente da força pela área da superfície na qual a força atua. Existem diversas unidades de pressão. Algumas muito usadas em ambientes hospitalares, outras estranhas como libra-força por pé quadrado (lbf/ft²), polegada de coluna de mercúrio (in Hg) ou pés de coluna d'água (ft H₂O). As seis unidades de pressão mais usadas em ambientes hospitalares são: pascal (Pa), cmH₂O, mmHg, psi, kgf/cm², bar.

O CONMETRO – Conselho Nacional de Metrologia Normalização e Quantidade Industrial – pela Resolução nº 12 de 12 de outubro de 1988 considera que: as unidades de medidas legais em nosso País são aquelas do Sistema Internacional de Unidades (SI), adotado pela Conferência Geral de Pesos e Medidas cuja adesão pelo Brasil foi formalizada através do Decreto Legislativo nº 57 de 27 de junho de 1953 e adota o Quadro Geral de Unidades de Medidas¹. O Quadro 1 mostra as definições das unidades newton e pascal (SI) copiadas deste Quadro. O Quadro 2 exhibe outras unidades de pressão, fora do SI, ainda em uso com o SI e admitidas temporariamente^{1,2}.

Quadro 1 - Unidades do Sistema Internacional (SI).

Unidade	nome	símbolo	definição
Unidade de força	newton	N	força que comunica à massa de 1 quilograma a aceleração de 1 metro por segundo, por segundo (s ²)
Unidade de pressão	pascal	Pa (N/m ²)	pressão exercida por uma força de 1 newton, uniformemente distribuída sobre uma superfície plana de 1 metro quadrado de área, perpendicular à direção da força

Quadro 2 - Unidades fora do Sistema Internacional, admitidas temporariamente.

Unidade	nome	símbolo	valor em unidades SI
Força	quilograma-força	kgf	1 kgf = 9,806 N
Pressão	atmosfera	atm	1 atm = 101 325 Pa
	bar	bar	1 bar = 100 kPa = 1000 hPa = 10 ⁵ Pa
	torr	Torr ¹	1 Torr = 133,322 Pa
	milímetro de mercúrio	mmHg	1 mmHg = 133,322 Pa

¹Torr (de Torriceli) = mmHg. kPa = quilopascal. hPa = hectopascal
 1 atm = 101325 Pa = 1,01325 bar = 1,03329 kgf/cm² = 14,6969 psi = 1033,29 cmH₂O = 760 mmHg

Notas: As unidades cmH₂O, kgf/cm² e psi (unidade anglo-saxônica que significa pounds/square inch ou libra-força por polegada quadrada – lbf/pol²) não são mencionadas pelo CONMETRO, mas são muito empregadas em medicina.

O INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia Normalização e Quantidade Industrial é o órgão executivo e gestor das normas do SI².

1. Médico e Professor Assistente da Disciplina de Pneumologia do HU Pedro Ernesto (HUPE) e FCM – UERJ.
 2. Chefe do Serviço de Anestesia do Hospital Municipal de Itaguaí. Prof. Assistente das Disciplinas de Fisiologia e Farmacologia da Faculdade de Valença, RJ.
 3. Médico Associado da Disciplina de Pneumologia, HUPE, Médico Intensivista do H G Bonsucesso.
 4. Médico Intensivista do H. dos Servidores do Estado, RJ.
 5. Iniciação Científica em Biologia, IBRAG – UERJ.
 6. Mestre em Ciências IBRAG - UERJ, Engenheiro Químico.
 7. Médico da Disciplina de Clínica Médica da Escola Paulista de Medicina, UNIFESP, Doutor em Pneumologia pela UNIFESP.
 8. Médico e Professor da Disciplina de Pneumologia do HU Pedro Ernesto (HUPE) e FCM - UERJ, Doutor em Pneumologia pela UFRJ.
 9. Professor Titular da Disciplina de Pneumologia e Tisiologia da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro – UNIRIO, Doutor em Pneumologia pela Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP.
- Local de realização do trabalho: Hospital Universitário Pedro Ernesto.

Endereço para correspondência: Hospital Universitário Pedro Ernesto. Segundo andar – Pneumologia. Av. 28 de Setembro, 77 Vila Isabel 20551-030 Rio de Janeiro - RJ. E-mail: drhelio@infolink.com.br

Artigo recebido para publicação no dia 21/03/2005 e aceito no dia 17/06/2005, após revisão.

Considerações

(1) As medidas e unidades de pressão são de uso cotidiano, mas poucas pessoas percebem que, ao mandar encher os pneus de seu carro e ordenar “28 e 30”, estas unidades são em psi, sigla que a maioria das pessoas desconhece, embora haja a possibilidade de se usar kgf/cm^2 nos calibradores mais antigos. Nos calibradores automáticos digitais modernos podem-se escolher as unidades psi ou bar, com um único toque de botão. Mas que aconteceria se os pneus fossem cheios com 28 e 30 bar?

(2) A medida de pressão arterial em mmHg é de uso internacional e reconhecida pelo INMETRO². Popularmente a pressão arterial é citada em cmHg, como 12X8 ou 20X12 e se o médico comunica ao paciente uma pressão de 120X80 mmHg isto pode lhe causar um susto! Em ambiente médico-hospitalar, o valor da pressão arterial deve ser sempre referido em mmHg.

(3) Usa-se a unidade cmH_2O em fisiologia e fisiopatologia respiratória³, em terapia intensiva⁴ e anestesia⁵. A pressão positiva expiratória final (PEEP) e as pressões em vias respiratórias são referidas em cmH_2O ⁶. Na era pré-transdutor e computador, mensuravam-se facilmente, por meio de “coluna de água” à beira do leito, a pressão venosa central (PVC) - atualmente pressão de átrio direito (PAD) - e a pressão intracraniana (PIC), o que tornou comum o uso desta unidade. Com o uso mais freqüente de transdutores atualmente estas pressões são medidas em mmHg⁷.

(4) Os livros de fisiologia e fisiopatologia respiratória ainda se referem à pressão atmosférica, ao nível do mar, como 760 mmHg⁸ e as pressões parciais dos gases no ar, no pulmão e no sangue também em mmHg⁹⁻¹¹. Mas o livro Bioquímica Médica de Baynes J, editado em Glasgow, UK¹² já exhibe a pressão parcial dos gases no sangue em kPa. Em alguns países, os resultados de gasometria arterial são em kPa.

(5) Há pouco nos referimos à pressão atmosférica em mmHg. Nossos serviços de meteorologia, quando consultados, nos informam o valor em milibar ou hectopascal (hPa)^{13,14} – os valores são iguais. Barômetros antigos exibem escalas em mmHg e em milibar. Atualmente a escala dos barômetros náuticos à venda é em hPa, podendo ou não existir uma segunda escala em outra unidade. Parte da escala de conversão de unidades, mostrada logo abaixo do Quadro 2, nos indica que:

101325 Pa = 101,325 kPa = 1013,25 hPa = 1,01325 bar = 1013,25 mbar = 1033,29 cmH_2O , ou seja, 1,013 hPa = 1,013 mbar = 1,033 cmH_2O

A pressão em hectopascal (SI) é exatamente igual à pressão em milibar e, para valores de amplitude de fisiologia respiratória, é inexpressiva a diferença para cmH_2O . Uma pressão de pico de vias respiratórias de 40 cmH_2O corresponde a 39,2 hPa, o que não modifica o raciocínio clínico. Logo, torna-se fácil para anestesiologistas, intensivistas e pneumologistas adotar a unidade hectopascal (SI) ao invés de cmH_2O ¹⁵.

(6) Manômetros antigos de válvulas reductoras de cilindros de gases medicinais, de linhas de oxigênio ou de ar comprimido apresentam escala em kgf/cm^2 . Válvulas reductoras importadas antigas têm escalas em psi.

Os aparelhos médicos pneumáticos têm pressão padronizada de ligação à linha de pressão positiva¹⁶. Esta observação é importante e pouco conhecida.

A pressão padronizada de funcionamento dos aparelhos médicos pneumáticos é de 3,45 kgf/cm^2 (~ 3,5 kgf/cm^2)

3,5 kgf/cm^2 ~ 340 kPa ~ 50 psi

(8) O CONMETRO padroniza a grafia das unidades de vazão (fluxo) e de pressão: escreve-se l/min, mas como pode haver confusão com o algarismo um, permite-se escrever L/min. O valor numérico pode ser escrito junto ou separado da unidade, assim pode-se grafar 10mmHg, sem espaço entre o valor numérico e a unidade ou 10 mmHg, com espaço, mas deve-se manter a mesma uniformidade no texto. As unidades são escritas com letras minúsculas, como atm, bar, kgf/cm^2 , ou cmH_2O , mmHg (elemento químico). As unidades que derivam de nomes próprios escrevem-se com letras maiúsculas: Pa (Pascal - nome próprio), V (Volt - nome próprio), A (Ampère - nome próprio), W (Watt - nome próprio). Escreve-se a unidade, por extenso, com letra minúscula mesmo se for nome próprio: cinco pascais, 10 volts ou dois watts. A exceção é a temperatura em graus Celsius, como 10°C ou 10° Celsius – com letra maiúscula (unidade impropriamente designada como grau centígrado). Esta mesma regra também se aplica a graus Fahrenheit – 12°F ou 12° Fahrenheit. Desta forma não se pode escrever “kiloPascal”. O certo é quilopascal (kPa).

Conversão de Unidades de Pressão^{17,18}:

$10 \text{ cmH}_2\text{O} = 0,98 \text{ kPa} = 9,8 \text{ hPa} = 9,8 \text{ mbar} = 0,01 \text{ kgf/cm}^2 = 0,142 \text{ psi} = 7,35 \text{ mmHg}$.

Para transformar os valores das unidades use “regra de três”.

Regras mnemônicas

$10 \text{ cmH}_2\text{O} \sim 10 \text{ hPa} \sim 10 \text{ mbar} \sim 1 \text{ kPa} \sim 0,01 \text{ kgf/cm}^2$
 $1 \text{ mmHg} = 1,36 \text{ cmH}_2\text{O}$

Programa para conversão de pressões na Internet:
www.webcalc.com.br

Conclusões

O uso de múltiplas unidades de pressão traz, para o médico, dificuldades na interpretação dos fenômenos biológicos, no uso de aparelhos importados ou na leitura de artigos de nacionalidades diferentes. Este é um problema mundial e a maioria das nações é signatária do Sistema Internacional de Unidades (SI), adotado pela Conferência Geral de Pesos e Medidas que padroniza, em âmbito internacional, o pascal (Pa) como unidade de pressão. A adoção desta unidade pela comunidade científica tem que ser lenta e gradual, considerando-se o enorme número de aparelhos em uso, mentes, costumes e nacionalidades. O médico que começar a prestar a atenção nas unidades das escalas dos manômetros, passará a notar que os aparelhos mais novos já exibem uma escala em quilopascal (kPa) e outra em kgf/cm² ou psi (Figura 1 A e B) e que determinados respiradores já mostram a pressão de vias respiratórias em duas escalas, cmH₂O e kPa. Desta forma a adesão a uma única unidade internacional de pressão vai se fazendo lenta e gradualmente.

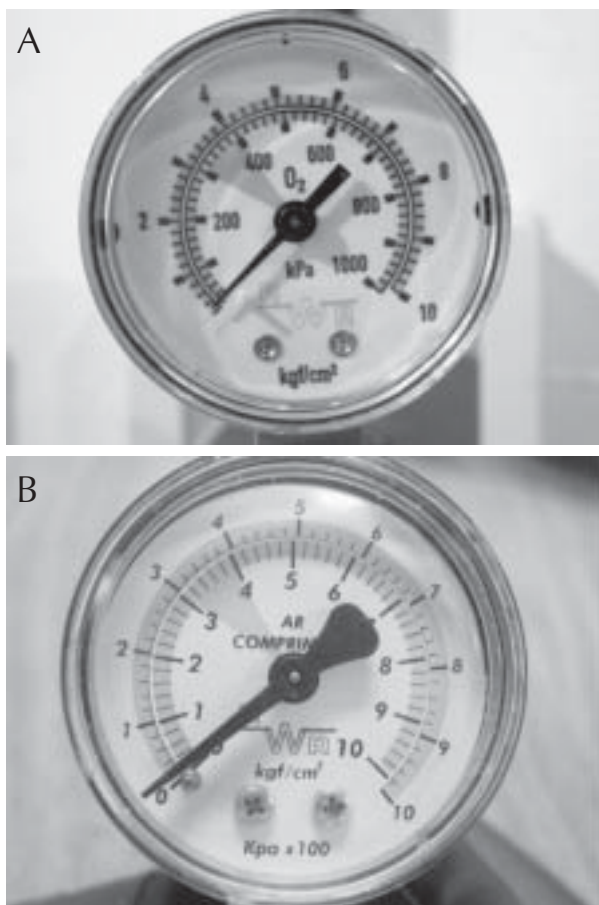


Figura 1 - Manômetros redutores de pressão respectivamente para as linhas de O₂ (A) e ar medicinal (B). Os limites de pressão de trabalho estão indicados. Pode-se notar a quase correspondência entre 3 e 4 kgf/cm² e 300 e 400 kPa (SI).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – CONMETRO. Resolução CONMETRO 12/1988 - Adoção do quadro geral de unidades de medida e emprego de unidades fora do Sistema Internacional de Unidades - S.I.
2. INMETRO. Unidades legais de medida. Sistema internacional de unidades. [Acesso 2004 Out 21]. Disponível em: URL: <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/unidlegaismed.asp>
3. Souza RB. Pressões expiratórias estáticas máximas. In: Diretrizes para testes de função pulmonar. J Pneumol 2002;28(Supl 3):S155-65.
4. Kalichsztein M, Vianna A. Princípios básicos da ventilação mecânica. In: Aidé M, Cardoso AP, Rufino R, David F, Carvalho SRS, Lucas VS, Zamboni MM. Pneumologia. Aspectos práticos e atuais. Rio de Janeiro: Revinter; 2001. p. 271-86.
5. Morgan, E.G. Júnior. Equipamento anestésico e monitores. In: Anestesiologia clínica. Rio de Janeiro: Revinter; 2003. p. 13-7.
6. Pilbeam S.P. Basic Terms and concepts of mechanical ventilation. In: Pilbeam S.P. Mechanical ventilation. 3th ed. Baltimore: Mosby; 1998. p. 28.
7. Caricato A, Conti G, Corte FD, Mansino A, et al. Effects of PEEP on the intracranial system of patients with head injury and subarachnoid hemorrhage: the role of respiratory system compliance. J Trauma 2005;58:571-6.
8. Sibberson R. Practical math for respiratory care. Baltimore: Mosby; 1996. p. 112-26.
9. Viegas CAA. Gasometria arterial. In: Diretrizes para testes de função pulmonar. J Pneumol 2002;28(Supl 3):S233-8.
10. Siqueira HR, Chauvet PR. Gasometria arterial e equilíbrio ácido-base. In: Silveira IC. O pulmão na prática médica. 4a ed. Rio de Janeiro: Publicações Médicas; 2000. p. 177-86.
11. Siqueira HR. Hipoxemia, Cianose e Hipercapnia. In: Silveira IC. O pulmão na prática médica. 4a ed. Rio de Janeiro: Publicações Médicas; 2000. p. 113-26.
12. Baynes J. Bioquímica médica, Glasgow, UK, 2000. Tradução. São Paulo: Manole; 2000. p. 282.
13. Cidade do Rio de Janeiro, RJ. Pressão Atmosférica hPa. [Acesso 2005 Jan 03]. Disponível em: URL: <http://www.portaisdascidades.com.br>
14. Climatempo. [Acesso 2005 Fev 17]. Disponível em: URL: <http://www4.climatempo.com.br/climatempo/aeroportos.php>
15. Siqueira HR, Freitas FAD, Oliveira AM, Alves LM, Rufino R, Chauvet PR, Cury A. Unidades de pressão usadas em pneumologia, terapia intensiva e anestesia. J Pneumol 2004;30(S3):S150-1.
16. Manica J. O aparelho de anestesia. In: Anestesiologia princípios e técnicas. São Paulo: Artes Médicas; 1996. p.105-16.
17. Unidades de medidas. Unidades de pressão atmosférica. Power Point. [Acesso 2004 Dez 12]. Disponível em: URL: http://www.cefetsc.edu.br/meteorologia/biblioteca_virtual/modulo1/obm/aula_obm_1.ppt
18. Web Calc - Conversões de unidades de pressão. Pressão e outras unidades. [Acesso 2004 Out 20]. Disponível em: URL: <http://www.webcalc.com.br/conversoes/pressao.html> ■