

## Effects of dorsal and lateral decubitus on peak expiratory flow in healthy subjects

Efeitos do posicionamento em decúbito dorsal e lateral no pico de fluxo expiratório em adultos saudáveis

Heloisa H. Gianinis<sup>1</sup>, Bianca O. Antunes<sup>1</sup>, Rita C. V. Passarelli<sup>1</sup>, Hugo C. D. Souza<sup>2</sup>, Ada C. Gastaldi<sup>2</sup>

**ABSTRACT | Background:** One of the measures of the pulmonary function is the peak expiratory flow (PEF) that can be defined as the major flow obtained in an expiratory pressure after a complete inspiration to the level of the total lung capacity. This measure depends on the effort and strength of expiratory muscles, the airway diameter and the lung volume. **Objective:** To compare the results of the peak expiratory flow in healthy male and female obtained in a seated position and dorsal decubitus (DD), right lateral decubitus (RLD) and left lateral decubitus (LLD). **Method:** Thirty young subjects with mean age 22.7 years, healthy and non-smokers were included at the study, 15 of male sex. They did spirometry and IPAQ questionnaire to check the normal pulmonary function and physical activity level. The measures of PEF were performed in four positions, being performed 3 measures in which position, in a random order. Statistical analysis was performed according to Student's t test, with significance level set at 5%. **Results:** There was a difference between the values obtained in sitting position ( $481 \pm 117.1$  L/min) with DD ( $453.2 \pm 116.3$  L/min) and RLD ( $454 \pm 112.9$  L/min) ( $p < 0.05$ ), however, did not find a significant difference between the sitting position and LLD ( $469 \pm 83$  L/min). **Conclusions:** Body position affects the values of PEF, with decreasing values in DD and RLD. The LLD can be an alternative to optimize the expiratory flow in situations of constraint to the sitting position.

**Keywords:** peak expiratory flow rate; meter; physical therapy.

### HOW TO CITE THIS ARTICLE

Gianinis HH, Antunes BO, Passarelli RCV, Souza HCD, Gastaldi AC. Effects of dorsal and lateral decubitus on peak expiratory flow in healthy subjects. *Braz J Phys Ther.* 2013 Sept-Oct; 17(5):435-441. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-35552012005000116>

**RESUMO | Contextualização:** Pico de fluxo expiratório (PFE) é uma das medidas de função pulmonar definida como o maior fluxo obtido em uma expiração forçada a partir de uma inspiração completa ao nível da capacidade pulmonar total (CPT). Essa medida é dependente do esforço, da força dos músculos expiratórios, do calibre das vias aéreas e do volume pulmonar. **Objetivo:** Comparar os resultados de PFE em homens e mulheres saudáveis, obtidos na posição sentada, com decúbito dorsal (DD), decúbito lateral direito (DLD) e esquerdo (DLE). **Método:** Participaram 30 indivíduos, com média de idade de 22,7 anos, saudáveis e não fumantes, sendo 15 do sexo masculino. Todos realizaram espirometria e responderam ao questionário IPAQ para caracterizar a normalidade da função pulmonar e o nível de atividade física. As medidas de PFE foram realizadas nas quatro posições, sendo realizadas três medidas em cada posição, em ordem aleatória. Para análise estatística, foi utilizado o teste *t* de Student, com nível de significância estabelecido em 5%. **Resultados:** Houve diferença entre os valores obtidos na posição sentada ( $481 \pm 117,1$  L/min) com o DD ( $453,2 \pm 116,3$  L/min) e DLD ( $454 \pm 112,9$  L/min) ( $p < 0,05$ ), porém, não encontramos diferença significativa entre as posições sentada e DLE ( $469 \pm 83$  L/min). **Conclusões:** A posição corporal afeta os valores de PFE, com diminuição dos valores em DD e DLD. O DLE pode ser uma alternativa para otimizar o fluxo expiratório em situações de restrição à posição sentada.

**Palavras-chave:** pico do fluxo expiratório; medidor; fisioterapia.

<sup>1</sup>Fisioterapeuta, Ribeirão Preto, SP, Brasil

<sup>2</sup>Departamento de Biomecânica, Medicina e Reabilitação do Aparelho Locomotor, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo (USP), Ribeirão Preto, SP, Brasil

Received: 07/11/2012 Revised: 01/08/2013 Accepted: 03/15/2013

## ● Introdução

Diversos testes estão disponíveis para avaliar a função pulmonar, sendo mais comumente utilizadas as medidas de volumes e fluxos pulmonares. Os volumes pulmonares não avaliam diretamente a função pulmonar, entretanto alterações nos volumes e fluxos pulmonares estão associadas com condições respiratórias patológicas<sup>1</sup>. Os testes de função pulmonar têm importante papel no diagnóstico, na quantificação da intensidade do acometimento dos distúrbios ventilatórios e no manejo de pacientes com doenças pulmonares, tanto na população adulta quanto na pediátrica<sup>2</sup>. O pico de fluxo expiratório (PFE) é uma das medidas de função pulmonar que pode ser definida como o maior fluxo obtido em uma expiração forçada a partir de uma inspiração completa ao nível da capacidade pulmonar total<sup>1,2</sup>.

O PFE é dependente do esforço voluntário, da força dos músculos expiratórios, do calibre das vias aéreas, do volume pulmonar e da força de retração elástica pulmonar<sup>3</sup>. Os músculos que se ativam na inspiração provocam o aumento de volume do tórax e conseqüente queda da pressão pleural e alveolar a valores subatmosféricos, de modo que o ar ambiente, à pressão atmosférica, se desloca para dentro dos pulmões. Na expiração, o tórax e os pulmões, às custas de suas forças elásticas, retornam passivamente à posição de repouso com deslocamento do ar para fora dos pulmões. Na expiração forçada, porém, vários grupos musculares do tórax e da parede abdominal devem ser contraídos para diminuir o volume torácico<sup>4-6</sup>.

Os valores de PFE podem ser relacionados com a capacidade de tosse. Para uma tosse eficaz, é necessário gerar altos PFE, em nível suficiente para mover as secreções da superfície das vias aéreas. Em pessoas saudáveis, a tosse protege as vias aéreas da inalação de substâncias estranhas e, em doenças hipersecretivas, a tosse é responsável pela eliminação do excesso de muco. Altos fluxos podem ser gerados pela contração forçada dos músculos expiratórios, que produzem altas variações de pressão no tórax e abdômen<sup>6</sup>. A pressão intrapulmonar elevada alcançada a partir de uma inspiração profunda, do fechamento da glote e da contração da musculatura expiratória proporciona altos fluxos na fase explosiva da tosse, e esse alto fluxo transfere energia cinética do ar para a secreção ou para o corpo estranho, removendo-os da parede brônquica e transportando-os até a faringe ou a boca, onde podem ser eliminados<sup>4</sup>.

A simplicidade do método para medida do PFE é a sua principal vantagem, podendo ser realizada por diferentes instrumentos, incluindo instrumentos

portáteis<sup>7,8</sup>. O medidor de pico de fluxo portátil é um aparelho simples, confiável, de baixo custo e de fácil transporte, manejo e compreensão. Os medidores adultos tipicamente variam de 100 a 850 L/min (não menos que 100 L/min)<sup>9</sup>. A realização satisfatória do PFE é volume esforço-dependente. O esforço expiratório forçado deve ser iniciado a partir de uma posição neutra, pois a extensão do pescoço eleva, e a flexão reduz o PFE por mudanças na complacência traqueal<sup>9</sup>. Pelo menos três medidas devem ser realizadas em cada sessão. A manobra deve ser repetida até que três leituras estejam dentro de uma variação menor que 20 L/min cada uma da outra<sup>10</sup>. O maior valor das três leituras deve ser anotado<sup>9</sup>.

Embora as medidas de PFE sejam afetadas pelos diferentes equipamentos e pela técnica de medida<sup>11</sup>, alguns estudos mostram que não há diferenças significativas entre as medidas obtidas na posição sentada ou em pé<sup>12-14</sup>, enquanto outros sugerem diferenças<sup>15</sup>. Apesar dessas controvérsias, as orientações das associações internacionais<sup>16</sup> recomendam que a manobra seja realizada na posição em pé<sup>16</sup>. No entanto, especialmente pacientes hospitalizados podem apresentar limitações e dificuldades para realização da medida em pé<sup>15</sup>.

Com relação à posição deitada, sabe-se que a distribuição regional da ventilação pode ser influenciada pela postura corporal, com predomínio da ventilação nas áreas dependentes da gravidade<sup>16-19</sup>. Mas, o efeito das diferentes posturas sobre o PFE, de especial interesse para a fisioterapia, tem resultados controversos. A fisioterapia respiratória utiliza diversas técnicas que podem associar expirações forçadas, tosse e diferentes posições corporais com o objetivo de remover secreções, com melhora da ventilação pulmonar e das trocas gasosas<sup>20</sup>.

O objetivo deste estudo foi comparar os resultados do PFE em homens e mulheres adultos jovens e saudáveis obtidos na posição sentada, com as medidas obtidas em decúbito dorsal (DD), decúbito lateral direito (DLD) e decúbito lateral esquerdo (DLE).

## ● Método

Trata-se de uma pesquisa observacional transversal. Foram recrutados adultos jovens de acordo com os seguintes critérios de inclusão: idade entre 18 e 30 anos, não fumantes, sem doenças neurológicas e/ou respiratórias, capazes de executar adequadamente as manobras e que não utilizassem substâncias estimulantes.

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital das Clínicas da Faculdade

de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (USP), Ribeirão Preto, SP, Brasil, processo HCRP nº 8731/2010. Todos os voluntários leram e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido.

Posteriormente, foi realizada a avaliação física dos voluntários, e os dados anotados em uma ficha de avaliação, que continha nome, idade, sinais vitais, a saturação periférica de oxigênio e os dados sobre PFE. Todos os participantes realizaram espirometria, a fim de avaliar a normalidade da função pulmonar, e responderam ao questionário de atividade física (IPAQ)<sup>21</sup> para quantificar o nível de atividade física.

As avaliações foram realizadas pelo mesmo avaliador, sempre no período da tarde.

### Espirometria

Cada voluntário realizou um repouso de cinco a dez minutos antes do teste. O procedimento foi cuidadosamente descrito e foi realizado de acordo com as diretrizes para testes de função pulmonar de 2002<sup>9</sup>.

Foi utilizado espirômetro (Koko PFT *system* versão 4.11, 2007 *nSpire Health, Inc; Pulmonary Data Services*, Estados Unidos), previamente calibrado. O voluntário sentou-se de forma alinhada, com os pés apoiados e a cabeça em posição neutra, evitando a flexão e extensão, utilizando um clipe nasal para evitar escape de ar pelo nariz.

O voluntário foi orientado a colocar o bucal na boca, de forma que não houvesse escape de ar, e respirar em volume corrente. Logo após, foi instruído a realizar uma inspiração com fluxo laminar até a capacidade pulmonar total (CPT), uma expiração forçada e máxima e novamente uma inspiração até a CPT.

A manobra foi realizada até que o voluntário realizasse três curvas fluxo-volume aceitáveis e duas reprodutíveis, em até oito tentativas para garantir a reprodutibilidade das curvas.

### Avaliação do pico de fluxo expiratório

Para a realização das medidas de PFE foi utilizado um aparelho portátil *Mini Wright® (Clement Clarke International Ltd, Inglaterra)*, com bucal descartável, de fácil manuseio, pertencente à instituição.

As medidas foram realizadas em quatro posições: sentado, deitado em DD, deitado em DLE e DLD. A fim de evitar o efeito da ordem das medidas e consequente fadiga nas últimas medidas, a posição em que o voluntário deveria iniciar as medidas foi aleatória, definida por sorteio.

Os voluntários realizaram três medições em cada posição, com um minuto de repouso entre as medidas, sendo que as leituras não deveriam ter mais de 20 L/min de diferença entre elas. O valor final foi considerado o maior valor obtido entre as medidas realizadas.

### Análise estatística

As variáveis analisadas seguiram a distribuição normal de acordo com o teste Shapiro-Wilk. A posição sentada foi comparada às posições DD, DLD e DLE de acordo com o teste *t* de *Student* pareado, com nível de significância estabelecido em 5%.

## Resultados

Foram estudados 30 voluntários, sendo 15 do sexo feminino e 15 do sexo masculino, com média de idade de 22,2±2,4 anos. Para o subgrupo masculino, a média de idade foi de 22,13±1,9 e, para o subgrupo feminino, a média de idade foi de 22,27±2,4 anos.

O IMC dos grupos teve uma média de 26±4,95 Kg/cm<sup>2</sup> para os homens e 22,5±2,28 Kg/cm<sup>2</sup> para as mulheres.

De acordo com o IPAQ, a maioria dos sujeitos foi classificada como sedentária (n=23), ou com atividade física irregular (n=7).

Os resultados das espirometrias estão contidos na Tabela 1, demonstrando que todos os indivíduos eram saudáveis e com prova de função pulmonar normal.

Os valores obtidos para PFE nas posições sentada, DD, DLE e DLD para voluntários homens e mulheres saudáveis seguem na Tabela 2.

Comparando os resultados obtidos para todo o grupo ou separadamente para os grupos masculino e feminino, a posição sentada com as posições deitado em DD, DLE e DLD, os valores obtidos na posição sentada foram maiores que os obtidos em DD e DLD (p<0,05), porém não houve diferença significativa entre as posições sentada e DLE (Figura 1).

## Discussão

A proposta deste estudo foi avaliar as mudanças que ocorrem nos valores do PFE em adultos saudáveis em diferentes decúbitos. Quando comparados com a posição sentada, os resultados sugerem uma diminuição dos valores de PFE em DD e em DLD, no entanto não houve diferença significativa em relação ao DLE.

O efeito do DD em pessoas saudáveis sobre diferentes variáveis da função pulmonar já está bem estabelecido na literatura, com diminuição

**Tabela 1.** Médias e desvios padrão das variáveis espirométricas nos voluntários do sexo masculino e feminino.

Variáveis espirométricas	Homens		Mulheres	
	Média	D.P.	Média	D.P.
CVF (L)	5,36	0,68	3,52	0,48
CVF %	95,93	9,74	93,43	9,71
VEF1 (L)	4,5	0,49	3,38	1,30
VEF1%	96,60	8,20	92	6,20
VEF1/CVF	0,84	0,07	0,9	0,05
VEF1/CVF%	101,13	8,36	101	5,42
PFE (L/s)	8,02	1,59	5,75	1,13
PFE%	82,13	17,93	81,71	25,71

CVF: capacidade vital forçada; VEF1: volume expiratório forçado no primeiro segundo; VEF1/CVF: índice de Tiffenau; PFE: pico de fluxo expiratório; DP: desvio padrão.

**Tabela 2.** Médias e desvios padrão de pico de fluxo expiratório (PFE) em L/min, para o sexo masculino e feminino, nas posições sentada, decúbito dorsal (DD), decúbito lateral esquerdo (DLE) e decúbito lateral direito (DLD).

Posição	Homens		Mulheres	
	Média	D.P.	Média	D.P.
Sentada	558	116,7	404,7	45,1
Decúbito dorsal	530	118,2	375,7	37,4
Decúbito lateral esquerdo	545,3	132,2	393	38,7
Decúbito lateral direito	526,7	117	382,3	39,7

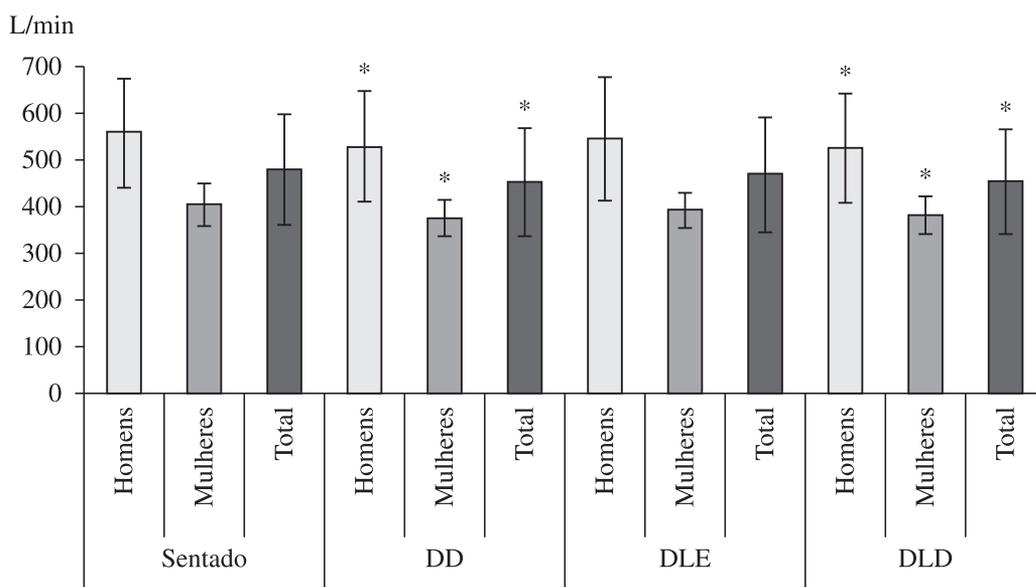
DP: desvio padrão.

da capacidade vital forçada (CVF) e do volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF1)<sup>22</sup>, além de aumento da resistência de vias aéreas<sup>18</sup> e diminuição de pressão expiratória máxima (PEmáx)<sup>18,23</sup>.

Com relação ao PFE em sujeitos saudáveis, alguns autores encontraram uma diminuição dos valores na posição supina<sup>24</sup>, enquanto outros encontraram valores não diferentes<sup>14,15</sup>. Outros ainda encontraram diminuição apenas quando os voluntários foram posicionados com a cabeça rebaixada<sup>8</sup>.

A diminuição dos volumes e fluxos pulmonares em DD também já foi descrita em sujeitos com asma e obesos. Haffejee<sup>25</sup> estudou o efeito da posição supina nos valores de PFE em crianças asmáticas, com idade entre quatro e 11 anos, utilizando o medidor portátil *Mini Wright*. Uma primeira medida era realizada com a criança em posição ortostática, em seguida, ela era deitada, e as medições eram realizadas de 30 em 30 minutos por quatro horas. Os resultados mostraram uma queda significativa no PFE em crianças asmáticas em posição supina.

Em obesos, também foi observado efeito semelhante. Domingos-Benício et al.<sup>26</sup> compararam os valores de CVF, VEF<sub>1</sub> e VEF<sub>1</sub>/CVF nas posições em pé, sentada e deitada em voluntários na faixa etária de 20 a 40 anos, eutróficos e obesos, sedentários, por meio da espirometria. Concluíram que tanto para indivíduos eutróficos como para os obesos, há uma



**Figura 1.** Pico de fluxo expiratório (PFE) em homens e mulheres saudáveis e para o grupo todo nas posições sentado, decúbito dorsal (DD), decúbito lateral esquerdo (DLE) e direito (DLD). \* Diferença significativa comparado a posição sentada (p < 0,05).

redução de 20% da CVF quando o indivíduo passa para a posição deitada.

Com relação à influência do decúbito lateral (DL) sobre o PFE, nossos resultados mostraram uma diminuição dos valores em DLD, comparável ao DD, mas valores não diferentes da posição sentada e em DLE. Esses resultados são divergentes quando comparados com outros autores, que não encontraram diferenças quando comparados o DLD e o DLE<sup>22-24</sup>.

Meysman e Vincken<sup>22</sup> avaliaram o efeito da posição sentada, DD, DLD e DLE na curva fluxo-volume, mostrando que o PFE na posição sentada foi maior do que nos decúbitos, e que a  $VEF_1/PFE$  foi maior nos decúbitos laterais. Os autores justificam que a força diafragmática é afetada pela posição supina, com aumento no volume intratorácico de sangue e conseqüente diminuição do volume pulmonar. Além disso, o tamanho da faringe é menor em DD, pela força gravitacional atuando na língua e no palato mole, e o DL pode diminuir a resistência das vias aéreas superiores.

Badr et al.<sup>23</sup> estudaram o PFE e a  $PEmáx$  em 25 adultos saudáveis entre 18 e 65 anos e 11 com limitação crônica do fluxo aéreo. As medidas de PFE foram realizadas por meio de um espirômetro, e os resultados mostraram que a posição em pé apresentou maiores valores, seguida pela posição sentada. Não houve diferença significativa entre as posições de decúbito (dorsal e lateral), porém os valores em DL foram discretamente menores do que em supino. A justificativa apresentada pelos autores é que o hemitórax dependente pode ter tido a sua expansibilidade reduzida.

Elkins et al.<sup>24</sup> avaliaram PFE e  $PEmáx$  em pacientes com diagnóstico de fibrose cística com pelo menos 18 anos de idade, por meio de espirometria e manovacuometria, em oito diferentes posições e mostraram que houve diferenças nos valores de PFE entre as posições, sendo que, sentado, a 45°, supino, DL e *head down tilt* obtiveram resultados significativamente menores comparados às posições em pé e sentado com as pernas estendidas, sendo a maior diferença entre a posição em pé (6,35 L/s) e supino (5,79 L/s). No entanto, não encontraram diferenças entre os decúbitos laterais. Já para a  $PEmáx$ , encontraram que o DL foi significativamente menor do que em pé e sentado em cadeira.

Também controversos são os resultados de Shinde e Shinde<sup>8</sup>, que avaliaram oito diferentes posições em adultos saudáveis e em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) e encontraram tendência não significativa a maiores valores de PFE em DLD em relação ao DLE nos dois grupos. Os autores atribuíram esse resultado ao maior volume

do pulmão direito e a uma redução na compressão do coração sobre os pulmões em DLD<sup>8</sup>.

Esse mecanismo, porém, não justifica os resultados do presente trabalho. A posição em DL permite o deslocamento do conteúdo abdominal para frente. Assim, os autores especulam que o hemidiafragma que está na posição dependente da gravidade é alongado, e isso melhora a sua capacidade de gerar pressão, enquanto o hemidiafragma não dependente permanece menos alongado<sup>8</sup>. É possível inferir que, inversamente, o maior volume do pulmão direito tenha contribuído para um maior alongamento do hemidiafragma esquerdo em nossos resultados, uma vez que a posição do diafragma não foi avaliada em nenhum dos estudos.

Para a avaliação do PFE na prática clínica, recomenda-se que o fisioterapeuta defina o método de medida, incluindo o posicionamento do paciente, para que os valores do PFE possam ser comparáveis entre diferentes períodos ou entre diferentes pacientes<sup>15</sup>.

Sabendo-se que o PFE é importante para a realização de uma tosse eficaz, sendo necessário um pico de fluxo >180 L/min para uma tosse efetiva<sup>27</sup> e que a posição do corpo pode afetar o PFE, recomenda-se que os sujeitos sejam posicionados com o tronco mais elevado para auxiliar a remoção de secreções das vias aéreas, especialmente aqueles com a capacidade de tosse reduzida<sup>8,15</sup>. O fluxo e a velocidade do ar no momento da tosse são os principais fatores responsáveis pelo *clearance* das vias aéreas<sup>4,5</sup>. Assim, é importante considerar que o DLE pode ser uma alternativa, especialmente para pacientes restritos ao leito, mas, no processo de escolha, é fundamental conhecer e entender os efeitos fisiológicos dos diferentes decúbitos e das diferentes patologias, especialmente as unilaterais, sobre a função pulmonar.

Roquejani et al.<sup>28</sup> analisaram efeitos da posição sobre os valores de força muscular, o que também pode influenciar o PFE. Os autores estudaram as pressões inspiratória e expiratória máximas ( $PI_{máx}$  e  $PE_{máx}$ ) em adultos sadios com faixa etária de 18 a 55 anos por meio de um manovacuômetro. As medidas foram realizadas em sete posições, e os resultados desse estudo mostraram que há interações significativas entre a posição corporal e o sexo do indivíduo. Os maiores valores de  $PI_{máx}$  foram obtidos a 45° nas mulheres e, em DLD nos homens, enquanto os menores valores foram obtidos na posição de Trendelenburg. Contudo, com relação aos valores de  $PE_{máx}$ , apenas os valores obtidos no grupo sexo masculino foram maiores, porém sem influência do decúbito.

Devido às diferenças nos valores previstos para homens e mulheres em diversas variáveis da função pulmonar, estabelecidos por equações preditivas diferentes para cada gênero, optamos por apresentar os dados separadamente, mas ressaltamos que as diferenças obtidas foram confirmadas no grupo todo e nos grupos masculino e feminino separadamente. Em nosso estudo, estabelecemos uma faixa etária para inclusão dos participantes de 18 a 30 anos, pois o envelhecimento desencadeia uma redução da elasticidade pulmonar e redução da pressão de recolhimento elástico, contribuindo para a redução da força muscular respiratória, e o PFE tem seu pico máximo entre 18 e 20 anos e mantém esse nível até os 30 anos<sup>7,29</sup>. A fim de diminuir os fatores de confusão, foram avaliados apenas sujeitos sedentários ou sem atividade física regular, pois a atividade física pode contribuir para o aumento do PFE<sup>5,30</sup>. Adicionalmente, foram posicionados em ordem aleatória, não havendo interferência de fadiga nos resultados.

Como limitações, as medidas do PFE para as diferentes posições foram realizadas apenas por meio do aparelho portátil, portanto não sabemos ao certo se os resultados seriam alterados quando medidos por espirometria. Também não foram realizados outros testes de função pulmonar para avaliar medidas como o volume residual ou ventilação regional e nem testes de imagem, a fim de confirmar a posição do hemidiafragma dependente.

## ● Conclusão

A posição corporal afeta os valores de PFE em adultos saudáveis e não fumantes, com diminuição nas posições DD e DLD. Contudo, não há diferença entre a posição sentada e o DLE. Assim, o DLE pode ser uma alternativa para otimizar o fluxo expiratório em situações de restrição à posição sentada.

## ● Referências

- Boaventura CM, Amuy FF, Franco JH, Sgarbi ME, Matos LB, Matos LB. Valores de referência de medida de pico de fluxo expiratório máximo em escolares. *Arq Med ABC*. 2007;32(Supl.2):S30-4.
- Ruchys VC, Dias RM, Sakurai E, Camargos PAM. Acurácia de medidores do pico de fluxo expiratório (peak-flow) da marca MiniWright. *J Pediatr*. 2000;76:447-52.
- Quanjer PH, Tammeling GJ, Cotes JE, Pedersen OF, Peslin R, Yernault JC. Lung volumes and forced ventilatory flows: official statement of the European Respiratory Society. *Eur Respir J*. 1993;6(16):5-40.
- Freitas FS, Parreira VF, Ibiapina CC. Aplicação clínica do pico de fluxo da tosse: uma revisão de literatura. *Fisioter Mov*. 2010;23(3):495-502. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-51502010000300016>
- Freitas FS, Ibiapina CC, Alvim CG, Britto RR, Parreira VF. Relação entre força de tosse e nível funcional em um grupo de idosos. *Rev Bras Fisioter*. 2010;14(6):470-6. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-35552010000600004>
- Smith JA, Aliverti A, Quaranta M, McGuinness K, Ketsall A, Earis J, et al. Chest wall dynamics during voluntary and induced cough in healthy volunteers. *J Physiol*. 2012;590(3):563-574. PMID:22144580 PMID:PMC3379701.
- Dikshit MB, Raje S, Agrawal MJ. Lung functions with spirometry: an Indian perspective-I. Peak expiratory flow rates. *Indian J Physiol Pharmacol*. 2005;49(1):8-18. PMID:15881854.
- Shinde N, Shinde KJ. Peak expiratory flow rate: Effect of body positions in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Indian Journal of Basic & Applied Medical Research*. 2012;1(4):357-362.
- Pereira CAC, Jasen JM, Barreto SSM, Marinho J, Sulmonett N, Dias RM. Espirometria. In: Diretrizes para testes de função pulmonar. *J Pneumol*. 2002;28(3):S1-S82.
- Ayres JG, Turpin PJ. Measurement, recording and analysis of peak flow records. In: *Peak flow measurement*. Chapman & Hall Medical; 1997. p. 13-32.
- Bongers T, O'Driscoll BR. Effects of equipment and technique on peak flow measurements. *BMC Pulm Med*. 2006; 6(14) [cited 2013 Feb 20]. Available from: <http://www.biomedcentral.com/1471-2466/6/14>. <http://dx.doi.org/10.1186/1471-2466-6-14>
- Vaswani R, Moy R, Vaswani SK. Evaluation of Factors Affecting Peak Expiratory Flow in Healthy Adults: Is It Necessary to Stand Up? *J Asthma*. 2005;42:793-794. PMID:16316876. <http://dx.doi.org/10.1080/02770900500308528>
- McCoy EK, Thomas LJ, Sowell RS, George C, Finch KC, Tolley EA. An Evaluation of Peak Expiratory Flow Monitoring: A Comparison of Sitting Versus Standing Measurements. *J Am Board Fam Med*. 2010;23(2):166-170. PMID:20207926. <http://dx.doi.org/10.3122/jabfm.2010.02.090120>
- Badaruddin M, Uddin MB, Khatun MF, Ahmad K. Study on Peak Expiratory Flow Rate in Different Positions. *Dinajpur Med Col J*. 2010;3(1):17-18.
- Wallace JL, George CM, Tolley EA, Winton JC, Fasanella D, Finch CK, et al. Peak expiratory flow in bed? A comparison of 3 positions. *Respir Care*. 2013;58(3):494-497. PMID:22906434.
- Global Initiative for Asthma. Global strategy for asthma management and prevention. 2012 [cited 2013 Jan 8]. Available from: <http://www.ginasthma.org/guidelines-gina-report-global-strategy-for-asthma.html>.
- Kaneko K, Milic-Emili J, Dolovich MB, Dawson A, Bates DV. Regional distribution of ventilation and perfusion as a function of body position. *J Appl Physiol*. 1966;21(3):767-777. PMID:5912746.
- Behrakis PK, Baydur A, Jaeger MJ, Milic-Emili J. Lung mechanics in sitting and horizontal body positions.

- Chest. 1983;83(4):643-6. PMID:6831953. <http://dx.doi.org/10.1378/chest.83.4.643>
19. Alcoforado L, Pessôa LC F<sup>o</sup>, Brandão DC, Galvão AM, Reinaux CM, Andrade AD. Influence of change in lateral decubitus on pulmonary aerosol deposition. *Rev Bras Fisioter.* 2011;15(4):278-83. PMID:21971723. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-35552011000400004>
  20. Gomes EL, Postiaux G, Medeiros DR, Monteiro KK, Sampaio LM, Costa D. Chest physical therapy is effective in reducing the clinical score in bronchiolitis: randomized controlled trial. *Rev Bras Fisioter.* 2012;16(3):241-7. PMID:22499404. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-35552012005000018>
  21. Craig CI, Marshall AL, Sjostrom M, Baumann AE, Booth ML, Ainsworth BE. International Physical Activity Questionnaire: 12-Country Reliability and Validity. *Med Sci Sports Exerc.* 2003;35(8):1381-1395. PMID:12900694. <http://dx.doi.org/10.1249/01.MSS.0000078924.61453.FB>
  22. Meysman M, Vincken W. Effect of body posture on spirometric values and upper airway obstruction indices derived from the flow-volume loop in young nonobese subjects. *Chest.* 1998;114(4):1042-7. <http://dx.doi.org/10.1378/chest.114.4.1042>
  23. Badr C, Elkins MR, Ellis ER. The effect of body position on maximal expiratory pressure and flow. *Aust J Physiother.* 2002;48(2):95-102. PMID:12047207.
  24. Elkins MR, Alison JA, Bye PTP. Effect of Body Position on Maximal Expiratory Pressure and Flow in Adults With Cystic Fibrosis. *Pediatr Pulmonol.* 2005;40:385-391. PMID:16130087. <http://dx.doi.org/10.1002/ppul.20287>
  25. Haffejee IE. Effect of supine posture on peak expiratory flow rates in asthma. *Arch Dis Child.* 1988;63:127-129. PMID:3348658 PMID:PMC1778739. <http://dx.doi.org/10.1136/adc.63.2.127>
  26. Domingos-Benício NC, Gastaldi AC, Perecin JC, Avena KM, Guimarães RC, Sologuren MJJ, et al. Medidas espirométricas em pessoas eutróficas e obesas nas posições ortostática, sentada. *Rev Assoc Med Bras.* 2004;50(2):142-7 PMID:15286860. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-42302004000200028>
  27. Toussaint M, Boitano LJ, Gathot V, Steen M, Soundon P. Limits of Effective Cough-Augmentation Techniques in Patients With Neuromuscular Disease. *Respir Care.* 2009;54(3):359-366. PMID:19245730.
  28. Roquejani AC, Araújo S, Oliveira RARA, Dragosavac D, Falcão ALE, Terzi RGG, et al. Influência da Posição Corporal na Medida de Pressão Inspiratória Máxima e Pressão Expiratória Máxima em Voluntários Adultos Sadios. *Rev Bras Ter Intensiva.* 2004;16(4):215-218.
  29. Wun YT, Chan MS, Wong NM, Kong AY, Lam TP. A Curvilinear Nomogram of Peak Expiratory Flow Rate for the Young. *J Asthma.* 2013;50(1):39-44. PMID:23174006. <http://dx.doi.org/10.3109/02770903.2012.743152>
  30. Bemanian MH, Shirkhoda S, Nakhjavani M, Mozafari H. Effect of Swimming on Peak Expiratory Flow Rate of Atopic Children Iran. *J Allergy Asthma Immunol.* 2009;8(2):121-123.

#### Correspondence

**Ada Clarice Gastaldi**

Av. Bandeirantes, 3900

CEP 14049-900, Ribeirão Preto, SP, Brasil

e-mail: [ada@fmrp.usp.br](mailto:ada@fmrp.usp.br)