

2-B-1 カプノグラム波形使用によるauto-PEEP推定法の検討

大分医科大学麻酔学教室

野口隆之、服部政治、森 正和、伊東浩司、北野敬明

【目的】 auto-PEEPは数種類の検出方法があるが、通常の臨床上の呼吸モニターでは検出できない。一方capnogramは最も一般的なモニターでCOPD患者においては人工呼吸中capnogramのスロープIIIにupward slopeが見られる。今回、カプノグラムを用いてauto-PEEPの推定が出来るか否かを検討した。

【方法】 対象患者は人工呼吸中の患者10名をCOPDの有無でCOPD群5名、コントロール群5名にわけた。ID: 7.5mmの気管内チューブ、TV: 10ml/kg、RR: 12/分、I:E=1:2、PEEP: 0、で人工呼吸が行われた。auto-PEEPはシーメンスサーボ900Cまたは300で呼気終末を閉塞し測定した。次に日本光電社製AG830Pを用いてカプノグラムをPEEP: 0、5、10、15 cm H₂Oで記録した。この波形を横軸を時間、縦軸を炭酸ガス分圧とし、 $1: F(x) = ax + b$ 、 $2: F(x) = C * (1 - \exp(-x/d)) + e * (1 - \exp(-x/f)) + g$ の関数を用いMac Curve Fittingで解析した。a (mmHg/sec)はカプノグラム平坦部の傾きを示し各PEEP値の時にa₀、a₅、a₁₀、a₁₅とした。dは早い呼気の時定数、fは遅い呼気の時定数を持つ肺胞よりのものと仮定し、それぞれのPEEP値でf₀、f₅、f₁₀、f₁₅とした。統計処理はANOVA、Student's t test、回帰分析は最小二乗法を用いp<0.05で有意差とした。

【結果】 auto-PEEPはCOPD群で3-5mmHg、コントロール群では測定できなかった。カプノグラムをプロットして得た点は1、2の関数に高い相関係数 ($R^2 > 0.98$)で良好に適合した。コントロール群におけるa₀は全て3.0mmHg/sec以下でPEEPで変化しなかった。COPD群のaはPEEP増加により低下した。COPD群のa₀はコントロール群より高値を示した (6.0±1.2 vs. 2.6±0.12mmHg/sec; mean±SEM)。dは両群で低値を示し、PEEPで変化しなかった。コントロー

ル群のf₀は高値を示したがPEEP増加で減少した。COPD群ではf₀が最小で、何れかのPEEP値で高値を示した (f highest)。またa₀とauto-PEEP間に有意の相関があり ($R^2 = 0.785$)
 $auto-PEEP = -2.2 + 0.94 a_0$ またf highest時のPEEPとauto-PEEPの間にも相関があった ($R^2 = 0.587$)。

【考案】 今回我々が使用したcapnogramのphase IIIでのupward slopeは3つの成因が考えられる。
 1. CO₂のuneven distribution (極端なVQ)、2. continuing gas exchange、3. sequential ventilation ; 混乱した時定数のためのparallel asynchronous emptying patternの3つであるが、1の原因は炭酸ガスは酸素の20倍の拡散能力を肺塞栓などの極端なVQミスマッチなどの場合でなければ、影響を受けにくく、COPD患者でVQミスマッチが存在することは間違いないと考えられるが、同一患者で変化を見てゆく場合にはvital signなどに大きな変化がなければ、大きな影響はないと考えられる。2の原因は極端な呼気延長、呼気中の労作などがなければ無視できるため、今回f値が変化したのはPEEPによりslow time constantをもつ肺胞が減少して、PEEPにより変化しない遅い時定数をもつ肺胞が残った。またはPEEPが気道を開通し炭酸ガス流出が止まったという成因が考えられた。この場合f値が増加する点が、最低の気道を開通させるPEEPまたは時定数を早めるPEEPではないかと思われた。今回、a値が高値な症例はauto-PEEPがあることが解り、f highest時のextrinsic PEEPは末梢気道を開通させ続けることが出来ると思われた。