

A-38 調節換気中の呼吸抵抗の意義

自治医科大学・集中治療部

大竹 一栄、村田 克介、窪田 達也、和田 政彦、松山 尚弘、辻本登志英

【はじめに】重症呼吸不全では、一般に肺胸郭コンプライアンス (Crs) の低下を認めることが多い。

そのような症例で定流量調節換気を行っている際に、気管内チューブ近位側でP-Vループを記録すると、ループの吸気側がダイナミック・コンプライアンス・ラインの近傍で軌跡を描き、吸気呼吸抵抗 (Rrs) が病態から予想されるよりは低めに算出される。また、症例によっては、この吸気側ループがダイナミック・コンプライアンス・ラインの左側領域で軌跡を描くが、その場合には Rrs が負の値をとる。

【目的】P-Vループを注意して見ると、上述のような現象がしばしば認められるので、 Crs だけが低下した呼吸不全を想定し、その病態下で、定流量調節換気時の Rrs が如何なる意義を有しているかをモデル肺で検討した。

【方法】モデル肺は五十嵐医科工業のmodel-T3を用いた。T3の蛇腹(横隔膜に相当)を圧縮位または過伸展位で固定することにより、 Crs の低下を得た。気道に相当する部分の形態学的変化はない。定流量調節換気はDräger社のEV-Aで行った。1回換気量を500mL、換気回数を10回/分、PEEPゼロとした。また、 Rrs の算出には日本光電社の呼吸モニター；OMR-7101を使用した。このモニターでは、吸気相の気流・気道内圧関係から直列とみなした Rrs と Crs とを最小二乗法によって算出している。

【結果】モデル肺の蛇腹を圧縮位あるいは過伸展位で固定することにより、どちらの場合でも、 Crs の低下と共に Rrs が低下した。すなわち、気道には何ら形態学的変化がないにもかかわらず Rrs の低下が見られたことになる。最高気道内圧は Crs の低下に伴って上昇した。

【考察】この Crs の低下に伴う Rrs の低下を

次のように解釈してみた。 Crs が低下していくと力学的性状が肺泡と近似している末梢気道が、見かけ上あたかも肺胞化したようになり、力学的には肺泡の性質を併せ持つようになる。したがって、見かけの気道はこの肺胞化した末梢気道部を差し引いたものとなるのでその分だけ Rrs が減少する。このメカニズムが極端に進行すると、 Rrs が見かけ上ゼロに近づくことが予想される。この現象を統一的に説明するために、次のように考えてみた。

すなわち、呼吸器系を1ユニットのR・C直列回路とするのではなく、肺胞化した末梢気道と肺胞胸郭との合成抵抗 (r) が Crs と並列に結合し、そのユニットが更に気道抵抗 (R) と直列に結合しているモデルを想定した。このモデルでの Rrs は ($Crs = C$ として)、

$$Rrs = R - (\int P_A dt) / (r \cdot C \cdot f)$$

ここで、 P_A : 肺胞内圧、 f : 気流速度となる。この式から、 Crs が低下するにつれて Rrs も低下することが説明できる。また、右辺がマイナスとなるような病態が発生すれば、P-Vループはダイナミック・コンプライアンス・ラインよりも左側の領域で軌跡を描くことになる。

一般には、呼吸不全に陥っている肺は、その病態の内容に応じて、R・C直列回路で表される状態からR//C並列回路で表すべき状態まで、種々変化するものと考えられる。

【まとめ】①肺胸郭コンプライアンス； Crs 低下時の吸気呼吸抵抗； Rrs の意義をモデル肺で検討した。②気道に形態学的変化がなくても、コンプライアンスが低下すると見かけ上の吸気呼吸抵抗も低下しうることが示唆された。③コンプライアンス低下時は、呼吸器系の換気力学を1ユニットのR・C直列回路で検討することが適切でない、と考えられる。