

2-B-6 肺胸郭系の重量とコンプライアンスとの対応

帝京大学市原病院麻酔科

○諏訪邦夫，市瀬史，後藤隆久，森田茂穂

[目的] 肺胸郭系で、「重い」と「硬い（コンプライアンスが低い）」ことは力学的に等価である。しかし、パラメーター自体は異なるから差はある。実際の肺胸郭系で差を検討する。

[背景：「重い」と「硬い」は等価] 弾性体としての肺胸郭系を膨らませると、質量をもつ肺胸郭系を重力場で持ち上げるのは、ポテンシャルエネルギーを増す点で等価である。人工呼吸器の行う仕事量でも両者は等しい。しかし、一般に肺や胸郭が「硬い（コンプライアンスが低い）」要素として「重い」ことを考慮する習慣はない。量的な検討がないだけでなく、「重い」と「硬い」は等価との認識もない。

[重量の寄与度] 肺の質量を 1 kg、水平断面を 20×20cm の正方形とし、1cm 押し上げる仕事を計算すると、

$1 \text{ kg} \cdot 9.8 \text{ m/sec}^2 \cdot 0.01 \text{ m}$ であるから、約 $10^4 \text{ cm}^2 \text{ g/sec}^2$

要する力は約 $10^4 \text{ cm} \cdot \text{g/sec}^2$ 、要する圧は約 $10^4 \text{ g/sec}^2/\text{cm}$ である。

1 cmH₂O は $10^3 \text{ g/sec}^2/\text{cm}$ に当り、上記仕事に必要な圧は約 10cmH₂O で、肺を持ち上げるに要する圧である。

400cm² を 1cm 押し上げる換気量は 400ml だから、コンプライアンスは 40ml/cmH₂O である。弾性コンプライアンスも同じなら、総コンプライアンスは 20ml/cmH₂O になる。

[重量と弾性の差] 1) 弾性要素は、肺の所在部位によらない。肺の他の部

分や、隣接臓器の影響を受けにくい。一方重量要素は、肺の所在部位に依存し、肺の他の部分や、隣接臓器の影響を受ける。下肺のコンプライアンスが低いのは、この要素が大きい。

2) 重量によるコンプライアンス低下は、肺気量や肺の性質の影響を大きく受ける。肺自体がピンと張って自重を支えれば、肺は胸郭内で「浮かんだ」状態にあり、コンプライアンスは低下しない。従来の呼吸生理学が「重量によるコンプライアンス低下」を完全に無視して成立したのは、この故である。しかし、健康な肺でも極端な低肺気量では、「重量によるコンプライアンス低下」を無視できない。

[病態における役割] 含水量の多い肺は密度が高い。密度増加は「コンプライアンス低下」の大きな要素だが、評価されていない。弾力が乏しく「組織張力」で自らを支えられない肺も、この要素の影響も受ける。

[サイズとの関連] 重量によるコンプライアンスは、サイズに依存する。乳児や小児は寄与が小さく、成人は寄与が大きい。肥満者や巨人は特に重要である。動物界では、マウスでは重力が寄与せず、象では寄与が大きい。

[無重力状態] 無重力でコンプライアンスの重量依存分は消失する。肥満者は身体が動かしやすくなり、気道閉塞が起こりにくいが、換気仕事も低下するはずである。