

D-14 CPAPにおけるCP-100呼吸モニタによる呼吸仕事量測定の問題点

横浜市立大学医学部附属病院 集中治療部

磨田 裕, 大塚将秀, 奥村福一郎

CPAPを施行するとPaO₂の上昇のみでなく呼吸仕事量も軽減され、患者は楽になったと感じることがある。この場合呼吸仕事軽減効果は、一回換気量を得るための肺圧量(P-V)ループが、PEEPによって、P-Vカーブ上のより急峻な部分に移動するためと考えられている。すなわち、PSVなど陽圧換気のように人工呼吸器が呼吸仕事の一部分を補助するのは異なるメカニズムによるものである。しかし、呼吸仕事モニタCP-100(BICORE)でCPAP中の呼吸仕事を測定するとCPAP回路によって呼吸時補助を行っているように表示する。そこで、この現象についてモデル肺を用いて検討した。

【方法】 常流型CPAP装置を自発呼吸を行うモデル肺に接続して、CP-100呼吸モニタで装置・人工呼吸器が行う呼吸仕事(WOBv)とモデル肺が行う呼吸仕事(WOBp)を測定した。モデル肺は2つのベロウズを持ち、陰圧を発生する装置で自発呼吸をシミュレートした。1回換気量0.6 l、呼吸数12/分に設定した。CPAPは定常流約30 l/分、PEEP弁(Vital Signs) 5.0、7.5 cmH₂Oを用いて施行した。CP-100の食道内圧測定バルーンカテーテルはモデル肺の「胸腔」部分に留置した。

【結果】 CPAPのレベルが0, 5, 7.5 cmH₂Oと上昇するにしたがい、CPAP回路による呼吸仕事量WOBvは0.00, 0.16, 0.32 J/Lと増加し、一方、モデル肺の仕事WOBpは1.10, 1.10, 0.94 J/lと減少した。すなわちCP-100はCPAP装置が呼吸仕事の一部分を補助しているように表示することがわかった。

【考察】 CP-100では呼吸仕事量を気道内圧、食道内圧、流量をもとにこれらを積分して求めている。しかし、この計算アルゴリズムはかなり複雑で、自発呼吸、pressure supportなどの補助呼吸、調節呼吸で異なる。また、一つの呼吸サイクルの中でも気道内圧や食道内圧の変化を分析しつつ計算式を選択している。呼吸仕事量を考えるときはCampbellのダ

イアグラムが用いられる(図)。これによると弾性仕事を考えるときは圧-量曲線と縦軸との間の面積が吸気の仕事量に相当する。図のようにCPAPを施行すると、三角形AからCPAPのレベル相当分だけ上方に移動する。そして、上方に移動したぶん面積が大きくなるが(B+Cの台形)、ここには器械・装置による仕事量(C)も現れるので、結果として、患者仕事量(B)は変化しないことになる。しかし、今回の実験結果のようにCP-100ではWOBpが減少したのは、CP-100の測定・計算アルゴリズムや、測定時の圧や流量の位相のずれなどが原因と思われる。なお、実際の患者では肺の圧-量曲線が直線であることは少なくCPAPによって、より急峻な部位で呼吸することになれば、患者呼吸仕事量の減少が期待できる。

- 【結語】**
1. CP-100ではCPAPで患者呼吸仕事が減少するように測定された。
 2. モデル肺の特性からみると呼吸仕事の減少は考えにくかった。
 3. 食道内圧測定や計算アルゴリズムなどにより計測値が変化したと考えられた。

