

13 吸気加速度測定による人工呼吸器の吸気反応性の評価法

手稲済仁会病院麻酔科集中治療室、北海道大学麻酔学教室*

○片山勝之、伊藤美穂、小島 啄、玉川英文、石川岳彦、櫻谷憲彦
大野幹夫*、山村剛康*、鶴物 修*

近年、急性呼吸不全の始まりに際して見られるよう、非常に浅くて早い呼吸に対しても吸気しやすいと称する様々な人工呼吸器が開発されてきた。

しかし従来、吸気のしやすさそのものを測定し評価する方法は、P-Vカーブ以上のものはなかったと思われる。

我々はトリガーや最大吸気流量などの問題に加えて、患者と人工呼吸器の吸気加速度の不適合に着目し、吸気加速度を指標としてその測定を行い、若干の知見を得たので報告する。

[実験方法]

呼吸不全患者の呼吸パターンに相当する速い吸気流速をもつsingle bellow in box型のモデル肺を作成し、次に対象とする人工呼吸器（サーボ900C、バード6400ST、ベネット7200、ニューポートE200、VIPバード；ニューポートE200ではBias flow、またベネット7200では、PSVのほかFlow-byでも測定）に対して、ZEEP、PSV 5 cmH₂O, sensitivity -1 cmH₂Oの条件で、吸気流速、吸気加速度、回路内圧、人工呼吸器の吸気開始より最大加速度に達するまでの時間 Δd を測定した。

モデル肺の横隔膜の駆動はメラのジェットベンチレータを用いた。フローと圧力はセンサーを介して日本光電のOMR7101に取り込み、同機のアナログアウトプットから、さらに14bit A/D変換器（TEAC社製PS9358）を介してコンピュータ（HP9816）に取り込み連続的に加速度を計算、表示するプログラムを作成した。データサンプリングは1秒間に200ポイントを行い、任意の箇所でサンプリングを行い、一目盛り1秒の表示と100msecの表示に切り替え表示することができるようにした。

[結果]

呼吸不全患者の流速のパターンでは、吸気開始から最大吸気流速に達するまでに150 msec、 Δd は120 msecであった。

最大吸気流速は1 lps、最大加速度は29.6 lps²であった。

モデル肺では最大吸気流速は0.65 lps、最大加速度は34.9 lps²、 Δd は20msecと、例に示した呼吸不全患者の吸気よりやや早い実験条件であった。

シーガル、サーボでは共に最大吸気流速は2 lps近くまで出るが、吸気の立ち上がりは緩慢で Δd は200msec程度であり、その分回路内が大きく陰圧（シーガル；-29.5 cmH₂O, サーボ 900C；-25.1 cmH₂O）に傾いた。

ベネット7200は、前述の二つの呼吸器に比べ、吸気の立ち上がりもよく、モデル肺の吸気流速に比較的よく追従した。しかしながら若干 Δd が長く、PSVでは50msec、Flow-byでは30 msec程度かかり、その分回路内が陰圧（PSV；-11.5cmH₂O, Flow-by；-7.8 cmH₂O）となった。

ニューポートE200は今回実験した呼吸器のなかでは最もよくモデル肺の早い吸気に追従し、吸気の立ち上がりも早く、 Δd も20msec程度で、最低気道内圧は-6.4 cmH₂Oであった。

VIPバードでは、フローの立ち上がりが緩慢で、加速もピークがはっきりしなかった。その結果、回路内が-10.5 cm H₂Oまで陰圧となった。

[考案およびまとめ]

人工呼吸中の吸気流速の変化を客観的に評価するため、流速の加速度を連続的に測定し、各種の人工呼吸器で早い吸気速度への反応性を評価した。

この実験により、呼吸不全患者の必要とする最大吸気流速は必ずしも大きくないが、吸気加速度は吸気の早期に最大値に達する必要があることが明らかになった。

この立ち上がりの早い吸気人工呼吸器で追従するためには、吸気初期相で、すみやかに加速度の最大値が得られる必要があり、そのような機種では吸気時の回路内圧の低下が少いことが実証された。