

シ5 CFV constant-flow ventilation

熊本大学医学部麻酔学教室

岡元和文

Constant-flow ventilation (CFV) とは、間欠的気道内加圧を行うことなく、単に気道内に酸素または空気を持続的に吹送することにより呼吸運動停止下でも換気を維持しようとする人工呼吸法のことである。間欠的なbulk flowによる気道内加圧を行わないので“加圧による肺障害”なしに人工換気ができる可能性を秘めている。循環系の呼吸性変動もない。

歴史：CFVの研究は、1667年のHookの研究に始まる。Hookは、犬の肺にナイフで穴を開け気管内に空気を吹送すると犬の生命が維持できることを証明した。1906年、Meltzerらは、犬の気管内に気管の直径の約2/3の大きさの吹送管を気管分岐部近位まで挿入し空気を持続的に吹送すると犬の生命が維持できることを示した。この方法を人の呼吸不全や開胸術の人工呼吸法として始めて用いたのが1910年のElsbergである。しかし、その後、人工呼吸法としては、“鉄の肺”や“IPPV”の発達により1982年のLehnertらの報告まで約70年もの間にこのCFVが注目されることはなかった。

CFVの方法：一般に言うCFVの方法とは、両側の気管支内に挿入した細い吹送管を介して、約1～3L/kg/minの高流量の新鮮ガスを両側気管支内に吹送するものである。

CFVの問題点：(1)非常に高流量のガスを気道内に吹送するにもかかわらず、一般に、呼気の閉塞がなければ気道内圧は極めて低く維持できる。反面、呼気側の突然の閉塞による気道内圧の上昇の問題、高流量の乾燥ガスの加温加湿が問題となる。(2)次に、吹送ガスとして空気を用いた場合PaO₂が自然呼吸時やIPPV時よりも低下することである。CFV下では、ガス交換が下肺野で主に行われ強い換気血流の不均等が生じることによると推察される。このPaO₂の低下は、ガスの排出側に呼気抵抗を加え肺容量を増すと更に悪化する。また、犬の体位を背臥位から腹臥位にかえPaO₂の値を比較してみると、腹臥位よりも背臥位でのPaO₂の低下が強い。

ガス交換における気管と気管支の意味：さて、前述したCFVとは異なり、上部気管内に新鮮ガスを吹送し呼気ガスを両側気管支内に留置したチューブを介して受動的に排出しても換気が維持できるようである（逆行性CFV）。このように気管と気管支内を新鮮ガスが単に回るだけで、ある一定の換気が維持できる事実は呼吸生理学的には興味ある知見である。気管気管支の死腔を、気管内にガスを吹送することで小さくできれば、IPPVの際のbulk flowを大変小さくしても換気が維持できることを意味する。すなわち、気道内加圧による肺障害を少なくできることを意味する。

救急時の換気法としての一本の吹送管によるCFV：CFVの臨床応用に際して、吹送管を両側の気管支内に挿入するのは容易でない。プロンコファイバーによるガイドを必要とする。そこで、一本の吹送管によるCFVを検討してみた。一本の吹送管でも、気管支の奥に深く進めると、換気効率は著明に改善し、両側気管支のCFVよりも換気効率は改善するようである。このことは、一本の吹送管によるCFVは、救急時の換気手段として、利用できることを示唆する。

心肺蘇生時の換気手段としてのCFV：心肺蘇生時に一本の吹送管を気管内に挿入し単に酸素を吹送すると、換気が維持できることを示した。換気が維持できたのは、CFVによる酸素吹送と胸骨圧迫心マッサージによる気道内ガスのわずかなガスの往復運動の併用効果によると考えられた。この事実は、マスクによるIPPVや気管内挿管ができないときの換気手段として、一本の吹送管によるCFVは利用できることを意味する。

結語：CFVを単独で、呼吸不全患者の換気手段として利用するのは、CFVの限られた炭酸ガス排出能力から考えて得策でないと考える。しかし、CFVと他の換気法、例えば、自然呼吸、IPPV、CPAP、APRVなどとの併用は、気道内圧を上げたくない重症患者の換気手段として今後有用と考える。