

# 1-B-5 調節呼吸下の NO 投与における濃度変動の評価 ：二酸化炭素によるシミュレーション

1)横浜市立大学医学部附属病院集中治療部  
2)横浜市立大学医学部麻酔科学教室  
坂井 誠<sup>1)</sup>、大塚将秀<sup>2)</sup>、磨田 裕<sup>1)</sup>、奥村福一郎<sup>2)</sup>

近年、一酸化窒素(NO)の吸入療法が行われているが、吸入する NO 濃度は変動しないことが望ましい。しかし、調節呼吸下で NO を吸気に同期して吸気側より投与するとき、吸気ガス中の NO 濃度は変動する可能性がある。通常、安価な電気化学方式の NO 測定器は応答速度が数十秒と遅いが、カプノメータは応答速度が数十ミリ秒と速く一呼吸の間の変動に追従できるような作られている。今回は一呼吸中の濃度変動を検討するため、CO<sub>2</sub>をトレーサーガスとして用い、シミュレーションした。

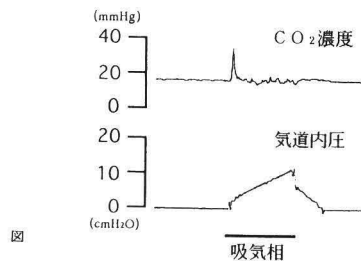
【方法】TTL モデル肺に SERVO900C を接続し、調節呼吸モードで換気した。吸気流速は一定とした。吸気に混合された後の CO<sub>2</sub>濃度が約 2% となるように、吸気流速に応じて STEC 社製マスフローコントローラー SEC-LU の CO<sub>2</sub>流量を設定した。カプノメータの測定レンジと NO 使用時の NO ボンベから投与濃度への希釈倍率を考慮して、CO<sub>2</sub>濃度は約 2% とした。SERVO900C の吸呼吸信号で制御された電磁弁を用いて、CO<sub>2</sub>を吸気相に同期して人工呼吸器 Y ピース部の吸気側より注入した。電磁弁開閉時に人工呼吸回路内圧の影響が少なくなるように、電磁弁の CO<sub>2</sub>大気開放側を水中に沈め、マスフローコントローラーの負荷が吸気と呼気で同等になるように人工呼吸回路の平均気道内圧と同程度の陽圧をかけた。Y ピース部の TTL モデル肺側で、メインストリーム型カプノメータである日本光電 OMR-7101 呼吸モニタを用いて CO<sub>2</sub>濃度、気道内圧、気流速を測定記録した。SERVO900C の一回換気量は 125,250, 500,1000ml、呼吸回数は毎分 5, 10, 15, 20 回、TTL モデル肺のコンプライアンスは 10, 25,50ml/cmH<sub>2</sub>O、気道抵抗は 5, 20, 50cmH<sub>2</sub>O/lps と変化させた。

【結果】図は CO<sub>2</sub>分圧と気道内圧の記録の 1 例である。カプノメータは CO<sub>2</sub>を分圧で測定するため、CO<sub>2</sub>分圧として示した。TTL モデル肺への流入気の CO<sub>2</sub>分圧は概ね一定で、理論値である 2% 相当の分圧に近似した。しかし、吸気相初期に急峻な一過性の上昇がみられた。人工呼吸器やモデル肺の設定にかかわらず、CO<sub>2</sub>濃度の上昇はみられ、その程度は概ね基準値の約 2 倍であった。しかし、吸気流速が

遅いとき、CO<sub>2</sub>濃度の上昇の程度は約 1.5 倍程度に抑えられた。

【考察】TTL テスト肺への流入気の CO<sub>2</sub>濃度は概ね一定で、理論値に近似した。しかし、吸気相初期に一過性の上昇がみられた。原因として、Y ピース吸気側で吸気気流の開始と CO<sub>2</sub>の注入の開始が完全には同期できないことが考えられた。NO の生体への投与に応用すると、予期せぬ濃度変動が影響をおよぼすかもしれない。気流速が遅いときは CO<sub>2</sub>濃度の上昇の程度に低下がみられた。これは、気流速が遅いと、CO<sub>2</sub>注入部から測定部までの移動時間が長くなり、その間に拡散・混合がすすむためと考えられた。よって、気道末梢側に行くほど CO<sub>2</sub>濃度の上昇は低下することが推測された。

【結論】調節呼吸下でマスフローコントローラーと電磁弁を用いて吸気に同期して CO<sub>2</sub>を投与したとき、Y ピース部での平均 CO<sub>2</sub>濃度は理論値に近似した。しかし同期させても吸気相初期に一過性の上昇を認めた。従って、NO を用いた場合も同様に NO 濃度が一過性に上昇する可能性がある。



遅いとき、CO<sub>2</sub>濃度の上昇の程度は約 1.5 倍程度に抑えられた。