

O-18 トータルフェイスマスク内の二酸化炭素濃度と呼吸再呼吸

防衛医科大学校病院集中治療部

高橋哲也、尾崎孝平、梅田英一郎、佐藤哲雄

【緒言】新たに登場した NPPV 用マスクであるトータルフェイスマスク (TFM) は、マウスケア時に陽圧が保てないといった欠点もあるが、従来のマスクに比べ装着感に優れる。

しかしながら、ガスが流れない状態では TFM の死腔は大きく、呼吸再呼吸の発生も疑われる。そこで今回我々は TFM 内の二酸化炭素 (CO_2) 濃度を測定し、呼吸再呼吸について検討した。

【対象と方法】対象は健康な成人被験者 10 人が、人工呼吸器のモニター画面を見ながら自発呼吸を一定に調整し、呼吸が安定したところで TFM 内の二酸化炭素分圧 (PmCO_2) を測定した。1 回換気量は $10 \pm 1 \text{ ml/kg}$ に固定し、呼吸回数は安静時の 12/min と過呼吸時の 30/min の 2 パターンで測定した。人工呼吸器は BiPAP Vision を用い、換気モードは CPAP; $4 \text{ cmH}_2\text{O}$, FiO_2 ; 0.21 とした。 PmCO_2 測定は Datex ULTIMA (G-AOV) を用いた。サンプリング場所はマスク最上部、最下部、側部、中央の吸気接続部、鼻孔の 5ヶ所で、サンプリングは呼吸が安定した時点で開始した。ガスサンプリング量が 200 ml/min であるために最初の 3 呼吸のデータのみを採取した。

【結果】①安静呼吸時において、呼気時 PmCO_2 は、マスク最上部で 7.23 mmHg と最も低く、鼻孔部で (ETCO_2) 23.7 mmHg と最も高い値を示した。吸気時 PmCO_2 は、中央接続部の 2.03 mmHg が最も高値で、鼻孔部 (FiCO_2) は 0.87 mmHg で最も低値であった。

②過呼吸時でも安静時と同様に呼気時 PmCO_2 は、マスク最上部で 10.73 mmHg と最も低く、鼻孔部 (ETCO_2) で 21.6 mmHg と最も高い値を示した。一方、吸気時の PmCO_2 の最低値は安静時と同じく鼻孔部 (FiCO_2) 2.33 mmHg であったが、最も高かったのは最上部の 5.1 mmHg で、次に高い値が中央接続部 4.64 mmHg で、安静時と過呼吸時で濃度分布が異なった。

③安静呼吸時と過呼吸時で比較してみると、いずれのサンプリング場所においても吸気時の PmCO_2 は過呼吸時に上昇していた。

④安静呼吸、過呼吸ともに吸気・呼気の PmCO_2 較差はマスク最上部で最も小さく、 PmCO_2 波形で振幅の減少・平坦化が確認された。一方、鼻孔部で吸気・呼気の較差は最も大きかった。

【考察】吸気時の PmCO_2 はいずれのサンプリング場所においても若干上昇し、安静時 FiCO_2 は $0.87 \pm 0.50 \text{ mmHg}$ で僅かに呼吸再呼吸が認められた。しかし、過呼吸時でも FiCO_2 は $2.33 \pm 0.87 \text{ mmHg}$ に留まり、 ETCO_2 上昇も認めなかった。以上より CO_2 産生量と排出能に異常のない患者では CO_2 再呼吸は許容範囲内であると考えられた。また、安静呼吸において、新鮮なガスが流入する中央接続部の吸気時 PmCO_2 が最も高いことは、TFM の intentional leak 部が接続部のすぐ横にあるためと考えられた。これに対し過呼吸時では、鼻孔および中央接続部から遠い最上部の吸気時 PmCO_2 が最も高く、吸気・呼気の較差が小さく、 PmCO_2 波形で振幅が減少する、もしくは平坦化することが確認された。これらのことからマスク内に排出される CO_2 量が多くなること、分時換気量が多くなることによって、最上部などの TFM 辺縁部ではマスク内 CO_2 クリアランスが低下し、呼気が TFM 辺縁部に滞留する傾向があると推測された。今回の検討は健康成人を対象とするため、実際に呼吸不全患者での安全性を確認する必要があると考えられた。

【結語】TFM 使用時の呼吸再呼吸について検討した。いずれのサンプリング場所においても吸気時の PmCO_2 は若干上昇し、呼吸再呼吸を僅かに認めた。しかし、 CO_2 排出に問題のない患者では呼吸再呼吸は許容範囲内に留まると考えられる。