

AMCoR

Asahikawa Medical College Repository <http://amcor.asahikawa-med.ac.jp/>

ナーシングQ&A (2007.03) 15号:26～27.

【これだけは知っておきたいモニタリングQ&A】呼吸モニター 呼吸数と一回換気量の評価法を教えてください

高畑治

呼吸数と一回換気量の評価法を教えてください

Answer

呼吸数と一回換気量は人工呼吸器内のモニターにより計測されますが、適切な呼吸数と一回換気量かを判断するには動脈血酸素分圧と二酸化炭素分圧を計測する必要があります。レベルⅠ

呼吸数と一回換気量の適切な値とは

人工換気中の呼吸数と一回換気量は、年齢(新生児、小児と成人)により異なりますが、一般的な成人では呼吸回数 8-12 回/分、一回換気量は 8-10 ml/kg とされています。また、従圧式換気では一回換気量の絶対値を設定できないため、人工呼吸器内にあるモニターにより一回換気量を計測する必要があります。人工呼吸器の換気条件設定や呼吸弁の開閉頻度から、呼吸回数は自動的に計算され表示されます。

一回換気量は呼吸回路内を通過するガスの流量を差圧型流量計や熱線流量計などを用いて計測し、その積分から換気量が計算されます。呼吸数と一回換気量を掛け合わせることで分時換気量を算出することが可能となります。

呼吸数と一回換気量の評価とは

呼吸数と一回換気量の積が分時換気量であり、この換気量が適切であるかどうかを評価する上で、動脈血中酸素分圧(PaO_2)ならびに二酸化炭素分圧(PaCO_2)の計測が重要となります。分時換気量が適切であるかどうかの指標には PaCO_2 がひとつの目安となります。換気量が少ない場合には PaCO_2 は上昇し、多すぎる場合には PaCO_2 は低下することとなります。また、分時換気量は適切であっても、一回換気量が少なすぎる場合には、 PaO_2 が低下する可能性があります。人工換気中では適切な呼吸数、一回換気量で換気が維持されているかどうか、監視すべきモニターとしてこの 2 項目は重要となります(表 1)。

PaO_2 、 PaCO_2 の評価

PaO_2 、 PaCO_2 は動脈血採取を行い、ガス分析を施行することにより計測可能となります。人工換気中では吸入させる酸素濃度が大気(O_2 21%)と異なり、高い酸素濃度の吸入気を吸わせています。 PaO_2 の絶対値は重要ですが、吸入させている酸素濃度から推察できる肺胞内の酸素分圧(PAO_2)と PaO_2 の較差が増大することが實際上、問題となります。この較差が小さいほど、肺における酸素可能が優れていると判断できます。肺酸素可能が障害される原因として、換気-血流不均等、拡散障害、シヤント血流が挙げられています(図 1)。酸素化能を表す指標として、幾つかのものが

提唱されています。その一つが $A-aDO_2$ ($PAO_2 - PaO_2$) で、通常は 10-20 であり 350 以上の較差が見られると酸素化能が障害されていると判断できます。

PaO_2 を連続的に監視するものとしてパルスオキシメータがあり、これにより動脈血液中の酸素化ヘモグロビン (SpO_2) をパーセント表示することが可能となっています。その精度は SpO_2 が 70-100% の場合では $\pm 2\%$ と精度が高いですが、値が低くなるほど精度が低下することを念頭に置く必要があります。

$PaCO_2$ はどのくらい、有効な換気が行われているかを判断する上で重要なものです。しかしながら、連続的に計測するにはカプノメータが必要となります。これは呼吸中にでてくる二酸化炭素の量を推定する方法です。カプノメータにより計測された終末呼気二酸化炭素分圧が $PaCO_2$ に近似していることを利用し、 $PaCO_2$ を連続的に計測する方法です。呼気ガス採取方法によりメインストリーム方式とサイドストリーム方式があります。メインストリーム方式は呼吸回路にセンサーを装着し、回路内を流れるガス内の二酸化炭素を計測するものです。これに対してサイドストリーム方式は呼吸回路にサンプリングチューブをつけ、一定量の呼気ガスを計測器械に取り込むことで測定するものです。それぞれの特徴と理解し、欠点をふまえて使用することが重要となります(表2)。

参考文献

- 1) 石井宣大:アラーム設定はなぜ必要? どう行う? Expert Nursing 19(臨時増刊号): 82-87, 2003
- 2) 山田芳嗣 責任編集:人工呼吸療法の基礎 -円滑なチーム医療を行うために必要な知識-.Clinical Engineering 17:325-382,2006
- 3) 藤原康嗣:カプノメータ「麻酔科診療プラクティス 13 モニタリングのすべて」高崎真弓、弓削孟文、稲田英一、岩崎 寛 編:文光堂、東京、2004

表 1 人工呼吸器装着中のモニタリング項目(文献¹⁾より引用)

1.ガス交換	動脈血酸素分圧または動脈血酸素飽和度 動脈血二酸化炭素分圧
2.気道内圧	最高気道内圧 吸気終末時気道内圧 PEEP, Auto-PEEP 気道内圧波形
3.呼吸パターン	分時換気量 一回換気量 呼吸回数
4.血行動態	血圧 尿量 心拍出量 肺動脈圧
5.胸部 X 線	気管内チューブ位置 圧外傷の徴候 肺炎の徴候

表 2 メインストリーム方式とサイドストリーム方式の比較(文献³⁾より引用)

	メインストリーム方式	サイドストリーム方式
測定法	回路内の呼気ガスを直接測定	呼気ガスの一部を測定器に吸引して測定
対象	主に新生児、乳児	ほとんど全ての年齢
気管挿管	必要	必ずしも必要とせず
応答時間	速い(0.5 秒以内)	遅延時間あり(2-3 秒)
測定ガス	二酸化炭素のみ	麻酔ガスなど、他のガスも測定可能
接続	センサが大きく重い 死腔量増加	コネクタが小型軽量 死腔も小さい
除湿対策	センサが加熱する	本体センサ前にウォータートラップを置く 人工鼻通過後にサンプリングチューブを置く
その他		サンプリングしたガスを呼吸回路へ戻さないと一回換気量が減少し、また室内汚染の可能性もある

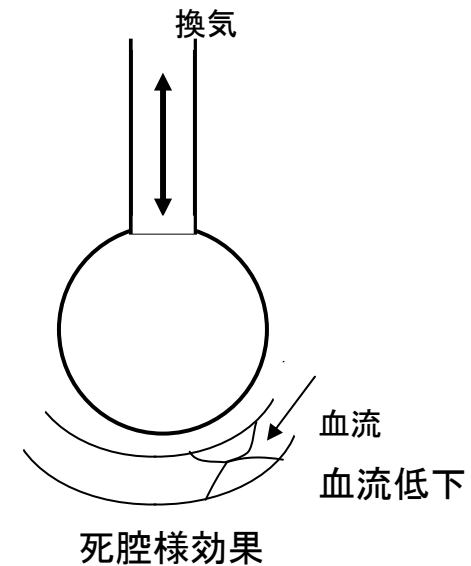
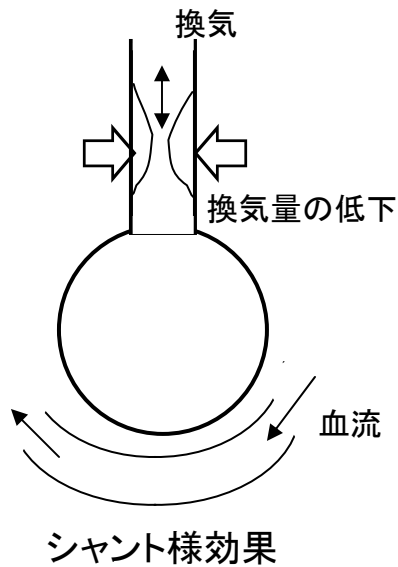
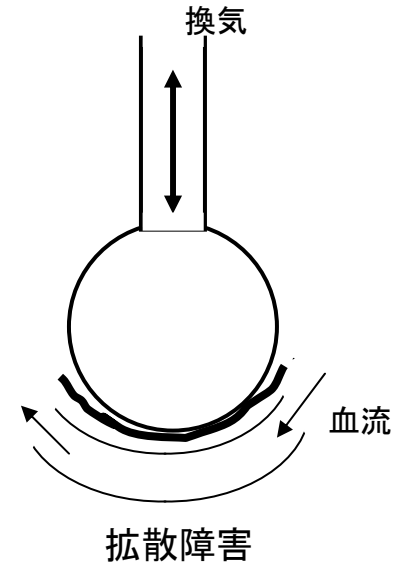
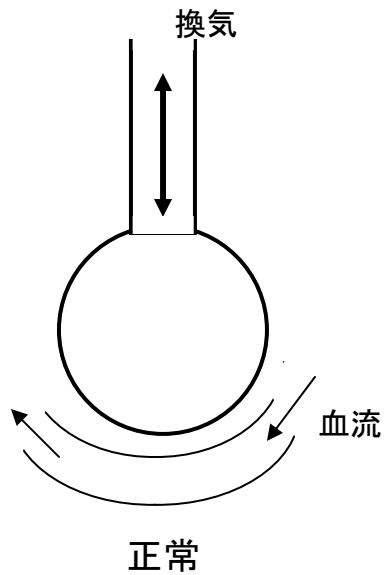


図1 肺酸素化能の障害 シャント様効果と死腔様効果の混在が換気-血流不均等であり、シャント様効果が著しい状況ではシャント血流となります