

## 《原 著》

Xe-133 ガス洗い出し法におけるバックグラウンドの  
補正と肺換気指標の選択

蝦名 昭男\* 井沢 豊春\* 手島 建夫\* 平野 富男\*  
今野 淳\*

**要旨** 肺の換気の異常を定量的に評価をするため、バックグラウンドの換気の指標に対する影響とその補正法の検討を行った。準平衡洗い出し法で検査を行い、補正前後に求めた指標の値からその影響を、補正や算出の容易さおよび換気率( $\dot{V}_E \text{ min}/(\text{FRC} + V_T)$ )との関係から換気の指標として適した指標について検討した。正確に算出するためには、 $T_{1/2 R}$ や $T_{1/2 \text{ exp}}$ は時間ごとの補正を要したが、洗い出し開始 120 秒後までの総カウントを準平衡状態時と洗い出し開始 120 秒後の平均カウントの差で除して求めた指標  $T_{(A/E)}$  は、加算像での補正でよく、そのようにして算出した値は各時間ごとに補正して求めた値と一致した。換気率との相関には差がなかったが、 $T_{1/2 R}$  は、統計変動の影響を受けやすく、 $T_{1/2 \text{ exp}}$  は近似曲線が洗い出し曲線と解離し、指標として適さなかった。 $T_{(A/E)}$  は  $T_{1/2 R}$  とよく相関し、補正や算出が容易で、統計変動の影響が少なく指標として適すると思われた。

## I. 緒 言

局所的な肺の換気異常を検出するために、Xe-133 の吸入洗い出し検査が行われ、一般的には平衡状態からの洗い出し法が用いられている。しかし、この方法では換気の悪い領域で平衡に達するまでに時間を要し、平衡状態の判定が困難である。また、Xe-133 は少量ではあるが血液に溶解するため<sup>1)</sup>、厳密に言えば、検査を行っている間に、平衡状態に達することはないともいえる。平衡状態からの洗い出し法でなくとも適当な換気の指標が求められれば、強いて Xe-133 を長時間吸入させる必要はない。また、実際に肺内の Xe-133 の時間-放射能曲線から換気の指標を求める場合は、洗い出し時の換気量を測定し、その指標が換気の指標として適当か否かの検討も必要と思われる。

しかしながら、この点に関しては、種々の仮定に基づいた式から算出され、ほとんど検討されていないのが現状である。

今回、われわれは、bag-in-box システムとスパイロメータを用いた換気量のモニターシステムを作成して準平衡状態からの洗い出し法 (semi-equilibrium washout 法) で検査を行い、バックグラウンドの補正を試み、その影響と換気の指標として適当な指標について検討したので報告する。

## II. 対 象

対象は東北大学抗酸菌病研究所附属病院内科および仙台厚生病院内科に入院した男 10 名、女 6 名、および健常男子 2 名である。疾患別では慢性閉塞性肺疾患例 6 例、肺線維症と肺臓炎の拘束性肺疾患 5 例、右肺癌 2 例、肺炎 2 例、および右巨大肺嚢胞症 1 例である。

## III. 方 法

## a) 検査方法

検査は座位で行い、2~3 mCi/L の Xe-133 を含

\* 東北大学抗酸菌病研究所内科

受付：60 年 8 月 29 日

最終稿受付：60 年 10 月 28 日

別刷請求先：仙台市星陵町 4-1 (☎ 980)

東北大学抗酸菌病研究所内科

蝦名 昭男

むバッグから 3 回残気量位から全肺気量位まで深呼吸を行い、その後 1 度、安静換気 (準平衡状態) としてからわれわれの作成した換気モニターシステムに接続して Xe-133 の洗い出しを行った。計測は背面からガンマカメラ\* を用いて、128×128 のリストモードで行い、コンピュータシステム\*\* に入力し、記録した。換気モニターシステムの概要は、Fig. 1 に示すとおりである。被験者が Xe-133 の洗い出しを行う場合、bag-in-box システムのボックスから空気を吸入し、バッグの中に呼出させた。被験者の換気量をボックス内の体積の変動としてスパイロメータに記録した。この際、スパイロメータ接続部にあるバッグの体積で、一回換気量の上限が規定できるよう工夫にした。本研究にあたっては 500 ml のバッグを用いた。換気量はスパイロメータに取りつけたポテンシオメータ\*\*\* により電圧の変化に変換し、呼吸曲線としてコンピュータシステムに入力し、解析に用いた。

#### b) バックグラウンドの補正方法

ガンマカメラで計測した肺領域の Xe-133 の放射能を  $C(t)$ 、真の肺内の Xe-133 を  $C'(t)$ 、バックグラウンドを  $B(t)$  とすれば

$$C'(t) = C(t) - B(t) \dots \dots \dots (1)$$

である。そこで、バックグラウンドの補正は次のような手順で行った。最初に、サンプリング時間

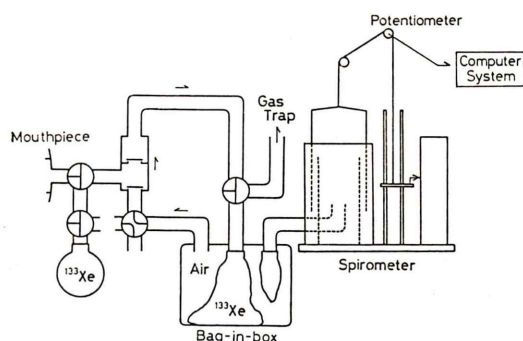


Fig. 1 Xe-133 inhalation system.

\*: RC-IC-1635LF: Hitachi Medical Corporation, Tokyo, Japan

\*\* : EDR-4200 HD: Hitachi Medical Corporation, Tokyo, Japan

\*\*\*: EP45: Japan Servo Corporation, Tokyo, Japan

1 秒の時間-放射能曲線を作成し、準平衡状態と洗い出し開始点をもとめ、その後に、リストデータをサンプリング時間 5 秒で 64×64、または 16×16 マトリックスのフレームデータに編集した。64×64 マトリックスのフレームデータで準平衡状態時と洗い出し開始 120 秒後までの加算像を作成して、関心領域 (ROI) の設定に用いた。

われわれの施設では Xe-133 のエネルギー (81 keV; ウィンドウ幅 ±20%) 領域での自然のバックグラウンドの値は 64×64 マトリックスに分割した場合、0.7 カウント/マトリックス/120 秒で、Xe-133 の放射能が存在する領域を被験者の体とみなすことができた。縦隔領域では肺が存在しないので、肺内の Xe-133 の散乱線と体に溶解した Xe-133 の放射能が計測され、肺領域では体に溶解した Xe-133 と肺内の Xe-133 の放射能が計測される。したがって、関心領域の設定は、Fig. 2 に示すようにして行った。最初に、胸郭全体を囲む ROI 1 を設定した。次に、縦隔や脊柱がかくれる程度に放射能レベルを設定し、肺の輪郭が明らかでなくなる放射能以上の放射能を有する領域を肺内の Xe-133 とその散乱線が含まれる領域を ROI 2、および脊椎上の放射能以上の放射能を有する領域を肺領域 ROI 3 として設定した。次に、各フレームデータごと、つまり各時間ごとに ROI 1 と ROI 2 に囲まれた領域の放射能と面積 (マトリックス数) から、16×16 マトリックスに分割した時の 1 マトリックス当たりの平均放射能  $B(t)$  を求めて真のバックグラウンドとして補正した (Fig. 2)。

#### c) 洗い出し曲線からの換気の指標の算出

洗い出し曲線からの指標の算出はバックグラウンド補正前後のデータ  $C(t)$ 、 $C'(t)$  に対して、Fig. 3 に示すように

1)  $T_{1/2 R}$ : 洗い出し曲線で放射能が 50% 洗い出される時間

2)  $T_{1/2 exp}$ : 洗い出し曲線に一次指数近似を行って求めた半減時間

3)  $T_{(A/H)}$ : 洗い出し開始 120 秒後までの総カウント (A) を準平衡状態時の後半 10 秒間のカウント (a) と洗い出し開始 120 秒後の前後 5 秒間の平均



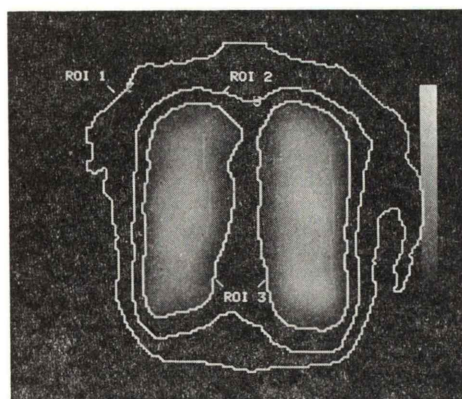


Fig. 2 Procedure for back-ground correction.

$B(t) = (C1(t) - C2(t)) / (N1 - N2)$   
 $C'3(t) = C3(t) - B(t)$   
 ROI 1: entire chest  
 ROI 2: area covering Xe-133 activity within lungs and its scatter  
 ROI 3: area over the lungs alone  
 $Nn$ : number of matrix within ROI n  
 $B(t)$ : back-ground activity  
 $Cn(t)$ : Xe-133 activity ROI n  
 $C'3(t)$ : Xe-133 activity after back-ground correction within ROI 3

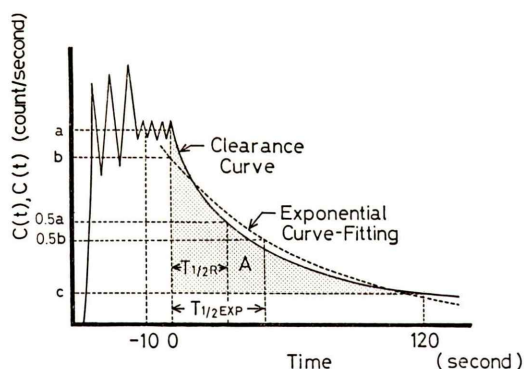


Fig. 3 Procedure for estimating ventilation indexes.

$T_{1/2R}$ : real half time  
 $T_{1/2EXP}$ : half time estimated from exponential curve fitting  
 $T_{(A/H)} = A/(a-c)$   
 a: Mean of activity of Xe-133 during semi-equilibrium  
 b: Activity of Xe-133 at the end of semi-equilibrium estimated from exponential curve-fitting between 0 and 120 seconds after washout started  
 c: mean of activity of Xe-133 between 115 and 125 seconds after washout started

カウント (c) の差で除して求めた指標

$$T_{(A/H)} = A/(a-c) \dots\dots\dots(2)$$

を肺全体と  $16 \times 16$  マトリクスに分割した局所肺で算出した。局所肺については、各例で、 $16 \times 16$  マトリクスに分割した左肺で肺底部から肺尖にむかって 7 領域を選んだ。

さらに、人為的に洗い出し開始点の設定を 5 秒誤った場合を想定して指標を算出し、洗い出し開始点の定めかたが算出された値におよぼす影響についても検討した。

バックグラウンド補正前に算出した指標の値 (VI) を基準としてバックグラウンド補正後の指標の値 (VI') との差 (difference) と差の比率 (relative difference) を求め、バックグラウンドの影響を検討した。

$$\text{difference} = VI' - VI \dots\dots\dots(3)$$

$$\text{relative difference} = (VI' - VI)/VI \dots\dots\dots(4)$$

#### d) 換気率の算出

換気の指標が実際の換気をどれだけ反映しているかを検討するため、機能的残気量 (FRC) と分時換気量 ( $\dot{V}_E \text{ min}$ ) と換気モニターシステムから求めた一回換気量 ( $V_T$ ) から、次の式を用いて換気率 (Turn-over Rate) を算出した。

$$\text{Turn-over Rate} = \dot{V}_E \text{ min} / (FRC + V_T) \dots\dots(5)$$

求めた指標と換気率を用いてバックグラウンドの影響といずれの指標が最も換気の指標として適しているかを検討した。

## IV. 結 果

### a) バックグラウンドの値

バックグラウンドの時間-放射能曲線の低下は肺の時間-放射能曲線よりも遅く、両者の比率は時間とともに上昇した。洗い出し開始 120 秒後のバックグラウンドの値は、被験者によって異なり、洗い出しが遅延する例ほど多い傾向がみられた。 $16 \times 16$  マトリクスに分割した場合の準平衡状態時と洗い出し 120 秒後のバックグラウンドの平均値はそれぞれ、 $26.9 \pm 19.4$ ,  $10.8 \pm 8.4$  カウント/マトリクス / 10秒であった。

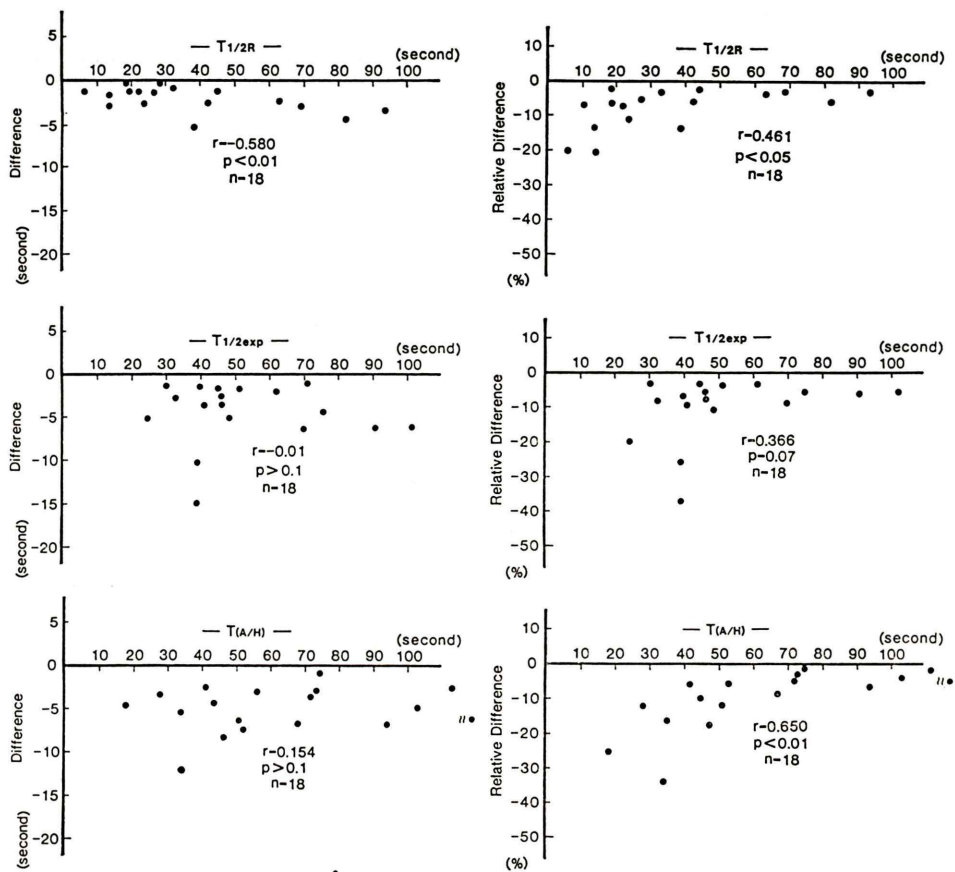


Fig. 4 Comparison between overall ventilation indexes calculated before back-ground correction (VI) and their difference or relative difference.

Difference = VI' - VI

Relative difference (%) = (VI' - VI) / VI

VI: Ventilation index calculated before back-ground correction

VI': Ventilation index calculated after back-ground correction

#### b) バックグラウンドの換気の指標の値への影響

洗い出し開始点を 5 秒誤ったとすると指標の算出値は数秒の誤差を生じ、正確な算出のためには洗い出し開始点の正確な設定が不可欠であった。

肺および局所肺での各指標のバックグラウンド補正前の算出値と、補正前後の指標の値の差と差の比率の関係は、Fig. 4, Fig. 5 に示すとおりである。

肺全体を対象とした場合、T<sub>1/2R</sub> はバックグラウンド補正後の値は補正前の値と比較して 2.06 ±

1.31 秒、7.48 ± 5.69% 少なく算出された。補正を行うと、T<sub>1/2exp</sub> は、4.44 ± 3.39 秒、9.75 ± 9.21%、T<sub>(A/H)</sub> は、5.03 ± 2.47 秒、10.56 ± 8.27% 少なく算出された。

他方、局所肺においては、正常例では全領域で T<sub>1/2R</sub> が算出できるが、疾患肺特に慢性閉塞性肺疾患例では洗い出し曲線の凹凸のため算出できないことがあり、全体として、約 30% の領域で算出できなかった。T<sub>1/2R</sub> は補正を行うと、0.99 ± 1.63 秒、6.76 ± 8.33% 少なく算出された。T<sub>1/2exp</sub> と T<sub>(A/H)</sub> は、ほぼ全領域で算出することができ

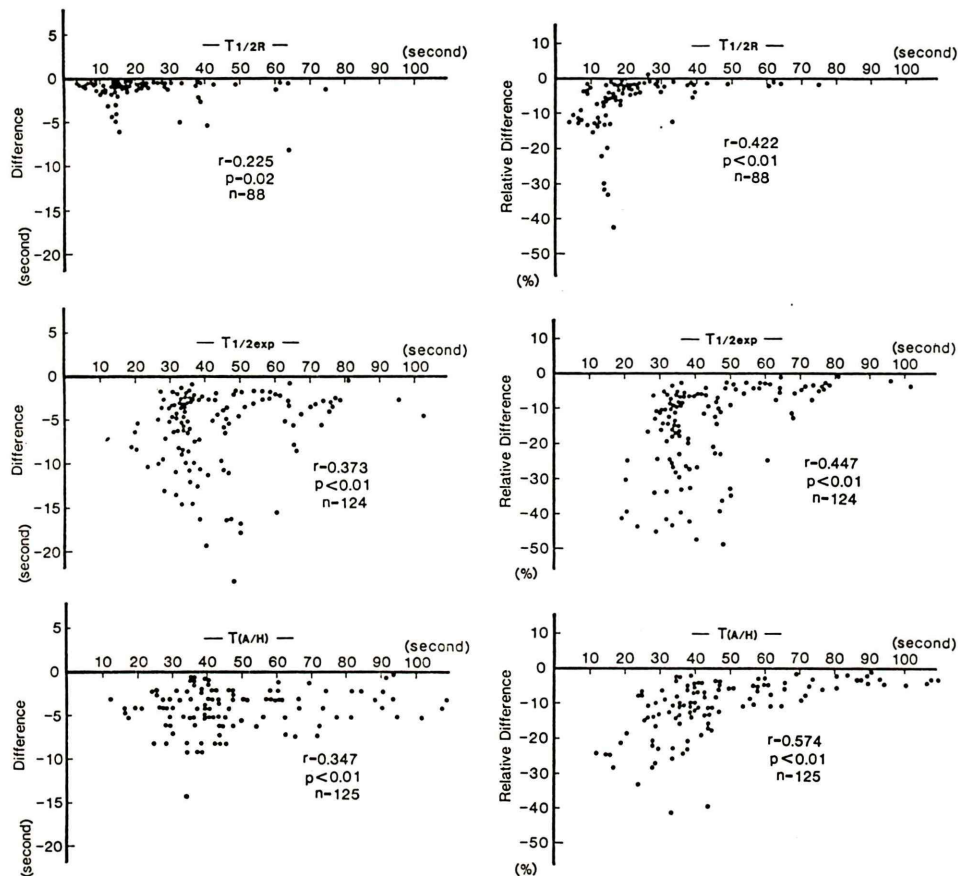


Fig. 5 Comparison between regional ventilation indexes calculated before back-ground correction (VI) and their difference of relative difference.

た。補正を行うと、 $T_{1/2exp}$  は  $5.70 \pm 4.78$  秒、 $15.0 \pm 12.7\%$ 、 $T_{(A/H)}$  は、 $4.00 \pm 2.74$  秒、 $10.07 \pm 8.5\%$  少なく算出された。

いずれの場合にも補正前の算出値と差と差の比率の間には相関を認めなかった。

#### c) 肺全体で算出した換気の指標と換気率の関係

バックグラウンド補正後に肺全体で算出した換気の指標と換気率の間には、有意な逆比例の関係があった ( $r = -0.794 \sim -0.819$ ,  $p < 0.01$ )。相関係数の値は、 $T_{1/2R}$ 、 $T_{1/2exp}$ 、 $T_{(A/H)}$  の間に有意差がみられなかった (Fig. 6)。

#### d) 各指標間の関係

一次指数近似曲線は洗い出し曲線と解離し、局所肺において、 $T_{1/2exp}$  は  $T_{1/2R}$  との間に  $r = 0.807$  ( $p < 0.001$ ) の有意な正の相関がみられた (Fig. 7a)。 $T_{(A/H)}$  は  $T_{1/2R}$  との間に  $r = 0.941$  ( $p < 0.001$ ) の有意な正の相関がみられ (Fig. 7b)、 $T_{1/2exp}$  よりも良好な相関を示した ( $p < 0.001$ )。

### V. 考 察

#### a) バックグラウンドの補正のための関心領域の設定

健康人においては、吸入した Xe の体内からの消失曲線は、5つの指数近似曲線の和で現わされるといわれている<sup>2,3)</sup>。しかし、5つの指数曲線の



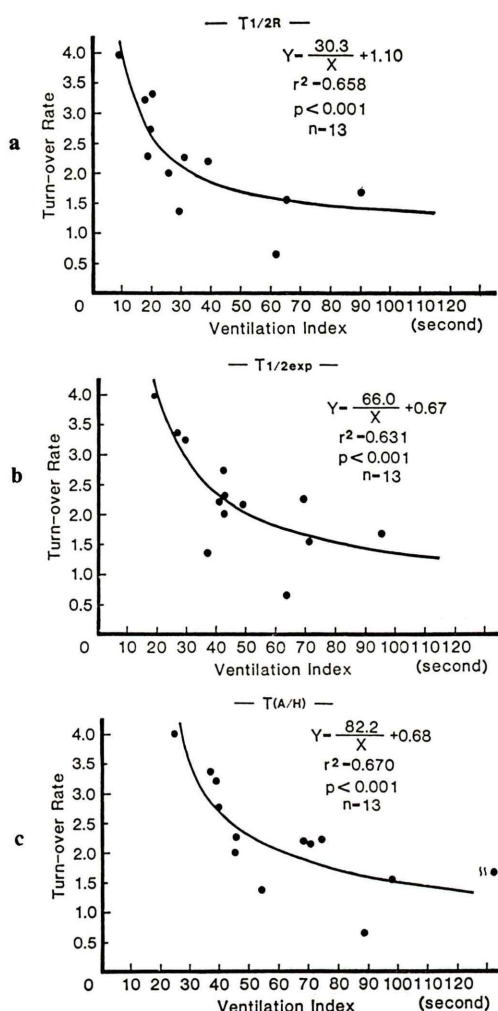


Fig. 6 Relationship between 'turn-over rate' and overall (a)  $T_{1/2R}$ , (b)  $T_{1/2exp}$ , (c)  $T(A/H)$  calculated after back-ground correction, respectively. Each index is inversely proportional to the 'turn-over rate'.

和に近似する方法は複雑すぎるため、体内に溶解した Xe をバックグラウンドとして補正する場合、肺外に設定した関心領域の放射能を用いる方法<sup>4,5)</sup>が一般的であるが、2次曲線に近似する方法もある<sup>6)</sup>。しかし、関心領域の設定方法によって、バックグラウンドの値は異なると考えられ、その設定方法についても検討が必要である。

われわれの施設では自然のバックグラウンドは

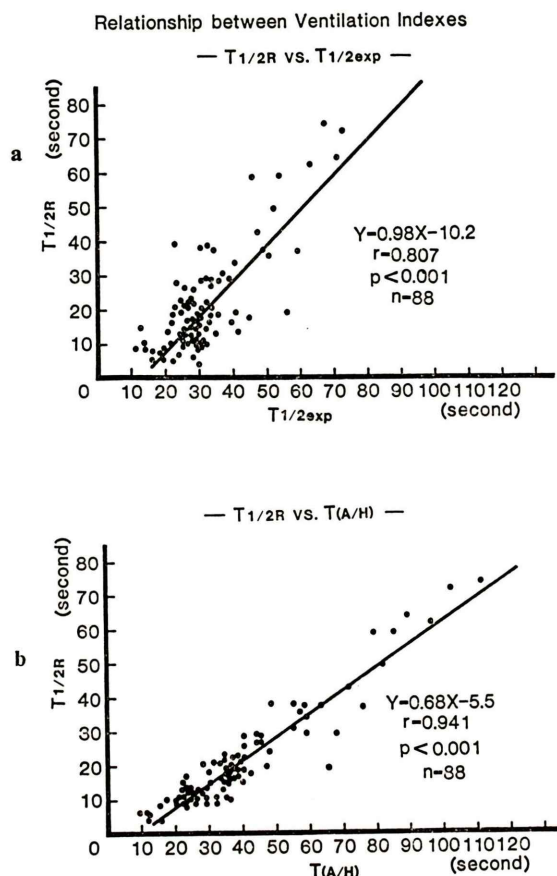


Fig. 7 Comparison between regional  $T_{1/2R}$  and (a)  $T_{1/2exp}$  and (b)  $T(A/H)$  calculated after back-ground correction, respectively.

小さいので胸郭全体の ROI 1 設定には影響を与えないと考える。計測された放射能に肺内の Xe-133 の散乱線が含まれる領域、すなわち縦隔や脊柱上の領域がかくれる程度に放射能レベルを設定して求めた領域を ROI 2 としたが、その設定は比較的容易であった。肺の ROI 3 の設定方法は、肺野の最高カウントの一定の比率以上の放射能を有する領域とするのが一般的である<sup>7,8)</sup>。しかし、その比率については定説がなく、その根拠も乏しい。脊椎上にあたる縦隔領域には肺がないのは明らかで、Xe-133 を吸入した肺は当然、脊椎上の縦隔領域以上の放射能を有するはずである。上部縦隔には気管が重なるが、背面計測では気管とガンマ

カメラの間には脊椎があり、Xe-133 のエネルギーを考えれば、気管の中の Xe-133 の影響は無視できると考えられる。したがって、われわれの肺の関心領域 (ROI 3) の設定方法は妥当なものと考ええる。肺外にバックグラウンド補正のための関心領域を設定する場合、バックグラウンドの放射能が低いために、できるだけ広い関心領域を設ける必要がある。Secker-Walker らの方法<sup>4,5)</sup>に従って肺外に関心領域を設定すると、その関心領域は ROI 1 と ROI 2 の間に含まれたが、大きさは、ほぼ肺野の 1/15~1/10 にとどまった。われわれの関心領域の設定方法は、彼らの方法と異なり、肺野の 1/3~1/2 の面積を補正に用いることができ、放射能が低いことによる統計変動の影響を少なくすることができた。

われわれの各時間ごとの補正方法でもかなり正確に補正ができるが、各時間ごとの補正は実際には煩雑にすぎ、実用的ではない。この点については、後で述べるように算出する指標によっては、簡略化することができる。

#### b) バックグラウンドの換気の指標への影響

バックグラウンドの換気の指標への影響については片肺の摘出例や Xe-133 より溶解度の小さい核種を用いて行われた報告<sup>8,9)</sup>があるが、十分に検討されていない。

われわれの結果では、バックグラウンド補正後の値は補正前の値よりも少なく算出された。差も差の比率も一定ではなく、補正前の値と両者の間には、あまり相関を認めず、かなりのバラツキがある (Figs. 4, 5)。すなわち、補正を行わない洗い出し曲線から算出した指標に一定の法則性をもって補正を加えることは不可能で、このことは、肺全体および局所肺で、指標を正確に算出するためには、あらかじめ、バックグラウンドの補正が必要なことを示していると思われる。実際に補正を行う場合には、 $16 \times 16$  マトリクス以下の例えば、 $32 \times 32$  や  $64 \times 64$  マトリクスなどの小さな肺領域に分割した場合にはバックグラウンドの値が 1/4, 1/16 となり整数計算を行う限り、補正が十分に行えないと思われた。

#### c) 肺全体で算出した換気の指標と換気率 (Turn-over Rate) の関係

洗い出し時の換気量の測定は方法が確立していないこともあって、ほとんど行われていない。われわれの作成した換気モニターシステムは Secker-Walker ら<sup>5)</sup>の、dual bag-box spirometer を簡単にしたもので、洗い出し時の換気量を測定でき、しかも、一回換気量の上限も設定できる。しかし、一般には呼吸商が 1 以下であるため、呼気量は吸気量よりも少なく、われわれの換気モニターシステムには、長時間の洗い出しを行った場合、その間に肺容量が減少する欠点がある。この肺容量の減少は、酸素消費量を 240 ml/分、呼吸量を 0.8 と仮定すれば 50 ml/分 で、4~5 分の洗い出しでは、問題にならないと思われる。

われわれは 3 種類の指標を算出したが、いずれの指標も換気率との相関係数には差がなく、換気の指標として用いることができる (Fig. 6)。

#### d) 換気の指標の選択

指標として適しているか否かには、洗い出し曲線との関係や統計変動の影響、求め易さも考慮しなければならない。一次指数関数に用いた場合は、時定数を  $\lambda$  とすれば、 $T_{1/2R}$  と  $T_{1/2exp}$  は  $0.693/\lambda$  に、 $T_{(A/H)}$  は H/A 法で求めた  $1/\lambda$  に相当する。

正確に  $T_{1/2R}$  と  $T_{1/2exp}$  を算出する場合は、各時間ごとのバックグラウンドの補正が必要で、かなり煩雑である。さらに、 $T_{1/2R}$  は指標として最善ではあるが、一回呼吸洗い出し法の場合と同様<sup>10)</sup>に、慢性閉塞性肺疾患例では洗い出し曲線の凹凸のため、算出できないことが多い。また、 $T_{1/2exp}$  は近似曲線が洗い出し曲線と解離し、 $T_{1/2R}$  と相関が悪く、指標として適当とはいえない (Fig. 7a)。

これに対して、 $T_{(A/H)}$  は  $T_{1/2R}$  との相関もよく (Fig. 7b)、算出に加算像を用いるために統計変動の影響も少なく指標として適当と思われる。

また、バックグラウンド補正後のデータ  $C'(t)$  を用いて  $T_{(A/H)}$  を算出する場合には、



$$T_{(A/H)} = A/(a-c) \dots\dots\dots (6)$$

$$A = \int_0^{120} C'(t) dt$$

$$= \int_0^{120} C(t) dt - \int_0^{120} B(t) dt \dots\dots\dots (7)$$

同様に,

$$a = \int_{-10}^0 C'(t) dt/10$$

$$= (\int_{-10}^0 C(t) dt - \int_{-10}^0 B(t) dt)/10 \dots\dots (8)$$

$$c = \int_{115}^{125} C'(t) dt/10$$

$$= (\int_{115}^{125} C(t) dt - \int_{115}^{125} B(t) dt)/10 \dots\dots (9)$$

が成り立つ。

(7), (8), (9) は, それぞれ洗い出し開始から 120 秒後まで, 準平衡状態時, 洗い出し開始 120 秒後の平均の加算像についてのバックグラウンド補正を意味し, 補正が簡略化できることを示している。加算像での補正は各時間ごとの補正よりも多くの計測値を用いるため, さらに統計変動の影響が少なくなる。加算像に対して補正を行って算出した  $T_{(A/H)}$  と各時間ごとに補正して算出した値との差は, 当然あるが,  $-0.02 \pm 0.89$  秒でよく一致していた。この加算像で行う補正方法を用いれば, 計測データを一定のサンプリング時間で編集することも不要で, かつ, 洗い出し区間の変更も容易である。また, この方法はバックグラウンドの値が大きく, 換気の指標の算出には補正が必要な平衡状態からの洗い出しにも応用することが可能である。

## VI. 結 論

Xe-133 の吸入洗い出し検査で準平衡状態洗い出し法 (semi-equilibrium washout 法) を用いる場合, 次のような手順で換気の指標を求めれば, 肺の換気を反映した指標を, 正確に効率よく算出することができる。

1. 洗い出し開始点を正確に求められるような計測を行って, 開始点を正確に求める。
2. 洗い出し開始から 120 秒後まで, 準平衡状態時, 洗い出し開始 120 秒後の平均の加算像を作成する。

3. 加算像を用いて胸部全体を含む関心領域 (ROI 1), 計測された放射能が肺内の Xe-133 とその散乱線を含む関心領域 (ROI 2), および脊椎上の放射能以上の放射能を有する領域を肺の関心領域 (ROI 3) として設定する。

4. ROI 1 と ROI 2 の間の領域の平均カウントをバックグラウンドとして  $16 \times 16$  マトリクスに変換した各加算像についてバックグラウンド補正を行う。

5. 補正後の画像を用いて A/H 法に準じた方法で指標を算出する。

## 文 献

- 1) Anderson AM, Ladefoged J: Partition coefficient of  $^{133}\text{Xe}$  between various tissues and blood in vivo. *Scand J Clin Lab Invest* **19**: 72-78, 1967
- 2) Matthews CME, Dollery CT: Interpretation of  $^{133}\text{Xe}$  lung wash-in and wash-out curves using an analogue computer. *Clin Sci* **28**: 573-590, 1965
- 3) Susskind H, Atkins HL, Cohn SH, et al: Whole-body retention of radioxenon. *J Nucl Med* **18**: 462-471, 1977
- 4) Secker-Walker RH, Alderson PO, Wilhelm J, et al: The measurement of regional ventilation during tidal breathing: A comparison of two methods in healthy subjects and patients with chronic obstructive lung disease. *Br J Radiol* **48**: 181-189, 1975
- 5) Secker-Walker RH, Hill R, Markham J, et al: The measurement of regional ventilation in man: A new method of quantitation. *J Nucl Med* **14**: 725-732, 1973
- 6) van der Mark ThW, Peset R, Beekhuis H, et al: An improved method for the analysis of xenon-133 washin and washout curves. *J Nucl Med* **21**: 1029-1034, 1980
- 7) Alpart NM, McKusick KA, Correia JA, et al: Initial assessment of a simple functional image of ventilation. *J Nucl Med* **17**: 88-92, 1976
- 8) Hales CA, Gibbons R, Burnham C, et al: Determinants of regional distribution of a bolus inhaled from residual volume. *J Appl Physiol* **41**: 400-408, 1976
- 9) van der Mark ThW, Rookmaker AEC, Kiers A, et al: Nitrogen-13 and Xenon-133 ventilation studies. *J Nucl Med* **25**: 1175-1182, 1984
- 10) 蝦名昭男, 井沢豊春, 手島建夫, 他: Single breath washout 法による functional image 作成に適した換気の指標と matrix size の検討. *核医学* **12**: 971-980, 1985



## Summary

### Back-ground Correction and Selection of Ventilation Indexes in Xenon Gas Ventilation Studies

Akio EBINA, Toyoharu ISAWA, Takeo TESHIMA,  
Tomio HIRANO and Kiyoshi KONNO

*Department of Medicine, The Research Institute for Chest Disease and Cancer,  
Tohoku University, Sendai, Japan*

How to treat the effect of back-ground countrate (BGC) on the ventilation indexes (VI) in the ventilation studies in the lungs has been given little attention to and no definite method to correct the BGC has been established. The purpose of this study was to assess the effect of BGC on the VI's and establish a reasonable and simple way to correct the BGC. Xe-133 gas was inhaled with a semi-equilibrium method and washed out with air. Three ROI's were made for BGC correction; an entire chest (ROI 1), an area covering Xe-133 activity within lungs and its scatter (ROI 2), and an area over the lung alone (ROI 3). Firstly we estimated the BGC per matrix in the region between ROI 1 and ROI 2 in each frame data. By analyzing the wash-out curves on the whole lung region (ROI 3) and regional lungs between semi-equilibrium and 120 seconds after washout started, three different VI's were calculated; real half time ( $T_{1/2 R}$ ), half time estimated from exponential curve fitting ( $T_{1/2 exp}$ ), and/or the area under the curve (A) divided by the difference in mean count rate during semi-

equilibrium (a) and at 120 second (c) after washout started ( $T_{(A/H)} = A/(a-c)$ ). True VI's were calculated after BGC correction in each frame data. There was no uniform correlation between the non-corrected VI's and true ones, respectively. Therefore, we had to correct BGC to calculate each of the three VI's exactly. There were statistically significant correlations between 'turn-over rate' ( $= \dot{V}_R \text{ min}/(\text{FRC} + V_T)$ ) and any of the true VI's calculated from the overall lung area ( $r = -0.8$ ).  $T_{1/2 R}$  could hardly be estimated in regional lungs in patients with chronic obstructive lung disease.  $T_{(A/H)}$  correlated better with  $T_{1/2 R}$  ( $r = 0.941$ ) than  $T_{1/2 exp}$ .  $T_{(A/H)}$  calculated after BGC correction in 'A', 'a', and 'c' were equal to  $T_{(A/H)}$  calculated after BGC correction on each frame.

In conclusion, the best VI is  $T_{(A/H)}$  calculated after BGC correction on 'A', 'a', and 'c'.

**Key words:** Xe-133, Semi-equilibrium, Back-ground correction, Turn-over rate, Ventilation index.