



Title	放射性 ¹³³ Xeガス洗い出し曲線の解析による肺局所換気機能の研究
Author(s)	山田, 公二
Citation	大阪大学, 1978, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/32259
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏 名・(本籍)	山 田 公 二
学 位 の 種 類	医 学 博 士
学 位 記 番 号	第 4 4 1 6 号
学位授与の日付	昭 和 53 年 11 月 2 日
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 2 項該当
学 位 論 文 題 目	放射性 ^{133}Xe ガス洗い出し曲線の解析による肺局所換気機能の研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 阿 部 裕 (副査) 教 授 中 馬 一 郎 教 授 近 藤 宗 平

論 文 内 容 の 要 旨

〔目 的〕

近年、肺機能検査は著しい進歩を遂げたが、それらは主に肺全体の機能を把握するもので、局所肺機能の計量的な解析までには至らなかった。そこで ^{133}Xe 等の放射性不活性ガスの出現は被験者の負担がほとんど無く局所肺機能検査が可能で、臨床上極めて有用となってきた。しかしその方法あるいはデータ処理に関しては未だ確立されたとは言い難く、今回シンチカメラを用いて得られる ^{133}Xe 洗い出し曲線から肺局所の換気機能を解析するために理論モデルを考案し、このモデルを用いた解析法の妥当性と臨床上の有用性について検討を加えた。

〔方法及び成績〕

(I) ^{133}Xe の投与法

(a) ^{133}Xe 一回吸入法：被験者に 5 mCi の ^{133}Xe を一回換気量 (VT) で吸入せしめ、10秒間の呼吸停止後開放系で安静呼吸させ肺内の ^{133}Xe を洗い出させた。

(b) ^{133}Xe 静注法：生食水溶解 ^{133}Xe 5 mCi を肘静脈より注入し、等容閉鎖系内で反復呼吸せしめた。全肺の RI カウントが平衡に達した後 (約 5 分)、(a)同様開放系に切換え肺内の ^{133}Xe を洗い出させた。

方法(a)、(b)における肺内 ^{133}Xe の経時的变化をシンチカメラとその動態処理装置で記録し、得られた全肺及び肺局所の洗い出し曲線を解析の対象とした。ここで(b) ^{133}Xe 静注法で得られる ^{133}Xe 洗い出し曲線は、胸壁にとりこまれた ^{133}Xe の影響が考えられるためその補正を施した。

方法(a)、(b)から得られた両曲線では一回吸入法の方が静注法より RI カウントの減衰が速やかであった。これは(a)では ^{133}Xe が換気の良い fast space に主に分布するのに対し、(b)では換気の悪い slow

spaceにまで均等に分布するためと考えられる。故に閉塞性肺疾患のslow spaceの把握には(b)が適しているものと考えた。

(Ⅲ) 肺換気のコムパートメントモデル

上述の理由から(I)―(b)の ^{133}Xe 洗い出し曲線から肺局所の換気機能を解析すべく数学的コムパートメントモデルを適用した。モデルは肺6領域(左右, 上中下)各々が換気の良いfast compartmentと換気の悪いslow compartmentから成り, 計12個のcompartmentがparallelに共通死腔と連結するもので, 吸気及び呼気時に気体はbulk flowで出入りし, 吸気終末及び呼気終末時には各compartment内及び死腔内のガスは瞬時に拡散し均等となるものと仮定した。この仮定の下では, n 回目呼気終末時の死腔内カウント $\text{CP}_{\text{Ds}}(n)$ は

$$\text{CP}_{\text{Ds}}(n) = \sum_{i=1}^{12} (\text{VT}_i \times \text{CP}_i(n-1) / V_i) \times \frac{V_{\text{Ds}}}{\sum_{i=1}^{12} \text{VT}_i} \dots\dots\dots(1)$$

また n 回目吸気終末時のcompartment i のカウント $\text{CP}_i(n)$ は

$$\text{CP}_i(n) = \text{CP}_i(n-1) - \text{VT}_i \times \text{CP}_i(n-1) / V_i + \text{CP}_{\text{Ds}}(n) \times \frac{V_i}{\sum_{i=1}^{12} \text{VT}_i} \dots\dots\dots(2)$$

となる。ここで V_i , VT_i は各compartmentの容量, 一回換気量であり, V_{Ds} は解剖学的死腔量である。各compartmentの初期値($\text{CP}_i(o)$)は各領域の ^{133}Xe を洗い出し曲線にbackward projection法を施行した時の y 軸との交点より求め, V_i は $\sum_{i=1}^{12} V_i = \text{FRC} + \text{VT}$ を $\text{CP}_i(o)$ に応じ比例分配することから求まる。 V_{Ds} , FRC , VT は実測でき, 式(2)では VT_i のみが変数となる。肺6領域において, モデルの洗い出し曲線が実測 ^{133}Xe 洗い出し曲線に最も一致する様な VT_i を, 試行錯誤的に求め, 被験者の呼気数 f をそれに乗ずることにより局所分時換気量(\dot{V}_{ER})が算出される。

従来のbackward projection法と本法との差異は生体肺に存在する死腔を考慮に入れたことで, 死腔の影響により肺局所の換気効率が経時的に変化することを指摘し得た。

さて本法で得られた肺局所の単位容量当りの分時換気量(\dot{V}_{E}/V)_Rは健常例(4名)では1.86~4.63, 閉塞性肺疾患(12名)では0.110~3.98で, 一秒率が低下するに従い値が低下する傾向が認められた。また肺局所におけるslow spaceの占める割合 $V_s / (V_f + V_s)$ は健常例では55%未満であるが, 閉塞性肺疾患では一秒率が低下する程 $V_s / (V_f + V_s)$ が55%を越える領域が増える傾向が認められた。

最後に本法で算出された VT_i の総和と実測 VT との比較により, 本法の妥当性を検討した。

〔総括〕

(1) 肺局所の換気機能の算出にあたって, 局所分時換気量の異なるfast及びslow compartmentを想定し, これらがparallelに共通死腔と連結し相互に死腔を介して影響し合うコムパートメントモデルを適用した。

(2) 実測 ^{133}Xe 洗い出し曲線にモデルの洗い出し曲線をfittingせしめ, 肺局所の単位容量当りの分時換気量(\dot{V}_{E}/V)_Rとslow compartmentの容量比 $V_s / (V_f + V_s)$ を算出した。

(3) 本法は従来のbackward projection法とは異なり, 死腔の影響で肺局所換気機能が経時的に変

化することを考慮に入れた ^{133}Xe 洗い出し曲線の解析が可能である。

(4) 閉塞性肺疾患の肺局所では健常例に比し $(\dot{V}_E/V)_R$ は低下し、 $V_s/(V_f+V_s)$ が高値となる傾向が認められ、本法は臨床検査上有用と考えられる。

論文の審査結果の要旨

今までに閉塞性肺疾患などの肺内局所病態を臨床の場で把握する適切な方法が無く、本研究により安静呼吸下の検査で肺機能を局所レベルで把握しうるということは臨床へ寄与するところが大きいと考えられる。また方法論の中で ^{133}Xe 洗い出し曲線の解析に死腔の影響を考慮に入れたコンパートメントモデルの導入はユニークであり、論理的である。