

氏 名 しろ いし こういち こうじ  
白 石 晃 一 郎

授 与 学 位 医 学 博 士

学 位 授 与 年 月 日 昭 和 3 6 年 7 月 1 2 日

学 位 授 与 の 根 拠 法 規 学 位 規 則 第 5 条 第 1 項

研 究 科 , 専 攻 の 名 称 東 北 大 学 大 学 院 医 学 研 究 科  
内 科 学 系

学 位 論 文 題 目 変 量 式 ヘ リ ウ ム 閉 鎖 回 路 法 に よ る 肺 内 ガ ス 分 布  
測 定 に 関 す る 研 究

指 導 教 官 東 北 大 学 教 授 海 老 名 敏 明

論 文 審 査 委 員 東 北 大 学 教 授 海 老 名 敏 明

東 北 大 学 教 授 中 村 隆

東 北 大 学 教 授 佐 藤 三 郎

# 白石晃一郎提出論文内容要旨

## I 緒 言

残気量測定法の一つである変量法施行の際の肺内ガス分布異常検出法については、Motle<sup>y</sup>の平衡時間及び海老名、金上の $\Delta H_e$ の二つの報告があるにすぎない。残気量測定と肺内ガス分布異常検出は不可分の関係にあり、変量法においても、これらが同時に測定し得ることがのぞましい。

## II 対象及び方法

従来閉鎖回路法は、患者が消費する酸素を逐次補つて回路容積を一定に保つ方式をとつた。変量法はその酸素を必要量だけ予め加へておく方式で、酸素追注による薬雑は除かれるが、酸素消費に伴う容積の変動が起り、回路内ヘリウム濃度は、肺内へのヘリウムの移行と酸素消費による濃縮との二つの因子の支配をうけ、時間的には最初急激に下降した後徐々に上昇し、酸素消費による濃縮のみの効果に次第に接近してゆく。したがつて、この曲線の経過から患者の肺内ガス分布状態を知るためには、酸素消費による影響の補正が必要である。本論文ではその方法を示し、更にBriscoe及びBates & Christieに倣つてSlow space (P. v. S.)及びMixing efficiencyを計算した。又日常施行の際容易に得られ、ガス分布異常判定の規準となり得るであろう指標として、ヘリウム平衡時間及び換気量、並びに最低に達した後の単位時間の上昇率( $\Delta H_e$ ,  $\Delta H_{e_2}$ )を測定した。対象は健康者58名、肺疾患患者(気管支拡張症、サルコイドーシス、塵肺症、気管支喘息、肺気腫、一側肺全剝後、肺癌、肺結核)211名、合計269名であつた。

又正常人6名、一側肺疾患患者6名について、左右別肺機能検査について施行した。

## III 実験成績

Constant volume法と、本法から得られるSlow space及びMixing efficiencyの比較では両者よく一致し、通常安静時に見られる呼吸量、呼吸数では、各測定値にほとんど変化なく、呼吸死腔の附加では、各測定値は死腔の増加に並行してガス分布障害を指示した。

健康者ではヘリウム平衡時間は150秒以内、 $\Delta H_e$ は0.4、 $\Delta H_{e_2}$ は10以上、Slow spaceは630 cc以下であつた。高年者は若年者に比し、何れの測定値もガス分布不良を示した。

患者においては、ヘリウム平衡時間は、肺気腫、気管支喘息、一部の肺癌、気管支拡張症及

び塵肺症で延長したが、肺気腫以外の疾患で360秒を超えることはなかつた。平衡に達する迄の換気量は、健康青年、高年者、気管支拡張症、気管支喘息、肺気腫でそれぞれ平均8.7, 8.6, 11.0, 23.8, 31.4 ℓであつた。 $\Delta He$ ,  $\Delta He_2$ は、肺気腫、気管支拡張症、気管支喘息、一部塵肺症で明かに減少し、Slow spaceは、肺気腫、気管支喘息、塵肺症、肺癌、気管支拡張症、重症肺結核に増加する例を認めたと、そのF.R.C.に対する比率は、肺気腫及び重症肺結核以外では、正常人に比し有意の変化ではない。Mixing efficiencyの平均値は、健康青年、高年者、気管支拡張症、気管支喘息、肺気腫でそれぞれ77.9, 45.8, 53.7, 38.7, 25.4であつた。疾患別に見ると、肺気腫はすべての肺疾患中すべての測定値で最も著明に肺内ガス分布障害を示し、Slow spaceは全例正常値の上限以上で、2ℓを超える例もあつた。気管支喘息では、すべて中等度の障害を示し、気管支拡張症では $\Delta He$ は病巣の拡りに比例して低下する傾向を示した。肺癌及び塵肺症で各測定値の軽度変化があり、重症を除く肺結核及びサルコイドーシスでは、測定値はほとんども正常範囲にあつた。

#### IV 総括並びに考按

変量法における回路内ヘリウム濃度曲線から肺内ガス分布異常を検出する方法を種々試みた。変量法におけるヘリウム濃度曲線を、定量法におけるヘリウム濃度曲線と同様の取扱いを可能にするため、酸素消費に伴う回路容積の変化による影響を補正する方法を示したが、この方法とconstant volume法によつて得られた値はよく一致し、又正常人及び肺気腫におけるSlow space、及びMixing efficiencyの平均値は、Briscoe及びBates & Christieの報告と略一致した。

肺内不均等換気部位の測定については種々の報告があるが、ここではBriscoeの方法に倣つたSlow Space(Poorly ventilated space)の測定を行つた。その値は、健康青年では多くゼロであり、存在しても600ccを超えない。肺気腫及び喘息の患者で増加を示し、特に前者で著明であつた。両者は共に残気量、残気率が増加しているが、Slow spaceに有意の差があることは、気管支喘息の場合増加した肺容量は、過膨張として存在していると考えられる。

高年者、気管支拡張症ではSlow spaceは略正常であるに拘らずMixing efficiencyは小さく、一方肺気腫では全例でSlow spaceは大きくMixing efficiencyは小さい。呼吸死腔量の測定は行わなかつたが、高年者及び気管支拡張症ではそれが関与することが考えられる。

若年者に比し高年者では、Mixing efficiencyは肺気腫、気管支喘息、気管支拡張症等との差は判然としたものでなく、一方Slow spaceの上限値は、若年者高年者で有意の差がなく、高年者と肺気腫との間には明らかな差があつた。したがつて、ガス分布の障害を指摘するためには、Mixing efficiencyよりもSlow spaceによる表現の方がよりよいと考えら

れる。

しかし、Slow space, Mixing efficiencyの測定は臨床上繁雑である。ヘリウム平衡時間は、肺気腫、気管支喘息を除けば、正常人に比しその変化は明らかでなく、一方 $\Delta H_e$ は上記疾患の他に気管支拡張症でも低下が認められる。臨床的指標としては $\Delta H_e$ がよりよいと考える。

左右別測定では、いずれの測定値も正常肺に対する値の変動が大で、各測定値の総合的判定が必要である。

## 審査結果の要旨

変量式ヘリウム閉鎖回路法を用いる肺内ガス分布測定に関しては、之迄僅かに Motley がヘリウム平衡時間と肺内ガス混合指数との間に相関を認めたとの報告があるのみである。そこで著者は変量式ヘリウム閉鎖回路法を用いて機能的残気量を測定する際 20 秒毎に回路内のヘリウム濃度をよみ、時間に対して Plot して得た肺内ヘリウム混合曲線を分析する事によつて肺内ガス分布異常を定性的並びに定量的に測定する方法を考案し、健康者 58 人、各種肺疾患患者 211 人、計 269 人について之等各種 Index の正常値及び臨床的意義について検討した。定性的な Index としては  $\Delta He$ 、 $\Delta He_2$ 、ヘリウム平衡時間、平衡換気量を、定量的な Index としては Slow space、Mixing efficiency を測定した。本法による Slow space 及び Mixing efficiency は従来の定量式ヘリウム閉鎖回路法によつて測定した値とよく一致し再現性も高かつた。各種肺疾患の中でガス分布障害の最も高度なのは、慢性肺気腫で  $\Delta He$ 、 $\Delta He_2$  の低下が著明で Slow space の増加は最も高度であり、同程度の残気量増加を示す喘息患者では Slow space の増加が軽度である点からみて両者鑑別上の一所見と考えられた。定量的に肺内ガス分布異常を測定する方法として Mixing efficiency と Slow space を比較し、前者は高年健康者においてその正常限界が極めて広く肺気腫患者と高年健康者との間に差異を認め難い出来ないが、後者は肺気腫及び気管支喘息患者に於て増加し高年健康者ばかりでなく他の肺疾患患者とも充分鑑別出来るので肺内ガス分布を定量的に測定する方法としては、Mixing efficiency よりも Slow space の方がより有効であると述べている。

健康者における  $\Delta He$ 、 $\Delta He_2$  の正常限界を夫々 0.4、1.0 とするとガス分布障害のある患者では高度に減少するのを認め、 $\Delta He$  及び  $\Delta He_2$  は測定が極めて簡単なので臨床的に肺内ガス分布異常を定性的に検出する Index として秀れていると述べている。

即ち著者の考案した変量式ヘリウム閉鎖回路法による肺内ガス分布測定法は測定が容易で再現性ことみ換気量その他の測定時の影響に対して定定で、肺内ガス分布異常を定性的及び定量的に測定する方法として極めて役立つものと思ふ。