

研究速報

水素クリアランス法による肝血流量測定に  
関する問題点と、その理論的考察

梅森 眞理 笹島 耕二 恩田 昌彦 代田 明郎

はじめに

近年、肝血流量測定に水素クリアランス法を利用した報告が増加している。しかし、肝は他臓器と異なり肝動脈と門脈の2系統の血流をうけているため、クリアランス曲線が2相性になるという報告<sup>1)</sup>もあり、同法により算出した値、および算出法そのものについて再検討をせまられている。今回、われわれはこの問題を解決するため、基本1次系モデルに基づいたコンピュータ・シミュレーションを実施したところ、肝クリアランス曲線と肝血流量の関係に手がかりを得ることができたので、ここに報告する。

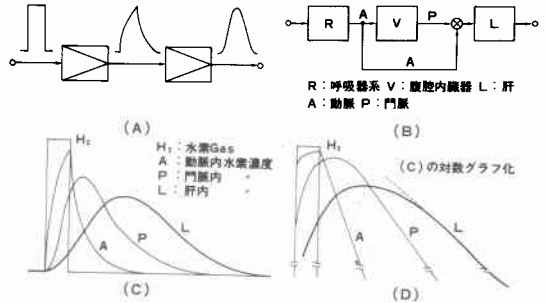
方 法

臓器に蓄積された水素の量は Fick の法則 ((1) 式) で与えられるが、このとき臓器中での水素の拡散に要する時間を無視できるなどの条件を仮定すると<sup>2)</sup>、クリアランス曲線 ((2) 式) が導かれる。(2) 式のような応答をする系を基本1次系という。クリアランス曲線一般にみられる“なで肩現象<sup>3)</sup>”はステップ状の濃度変化が、この系を2回通過したためにうける変形であると説明できる(図中[A])。このため、われわれは各臓器が水素の濃度変化に対して基本1次系であるとみなして、クリアランス曲線生成モデルをくみだした(図中[B])。このモデルに基づいてコンピュータ・シミュレーションを実施し、肝((3)式)および、これに先行する系の各クリアランス曲線を求めたところ、実験で得られたものときわめて近いものが得られることを確認した(図中[C])。そこで、本モデルにさまざまな条件を与えシミュレーションを実施し、肝クリアランス曲線に与える影響を検討することにした。

成績と考察

1) 肝クリアランス曲線の対数グラフは本モデルにどのような条件を与えても、十分な時間経過後には一定の傾きをもつ直線に移行した(図中[D])。2) 直線の傾きは肝動脈血流量と門脈血流量の比率や、そのほかの条件によらず総肝血流量にのみ依存した。ただし、3) 肝に先行する系のクリアランスが肝よりも小の場合(ショックなどで、腸管血流が低下している場合などが考えられる)のみは、2) が成り立たない。4) 本

図 基本1次系モデルとクリアランス曲線



モデルのもとでは2相性のクリアランス曲線は生成されない。

以上の知見から、肝の血流量測定に水素クリアランス法は有効であり、肝の血流量として算出された値は総肝血流量で、算出値に対する補正は必要ないことが明らかになった。ただし、3) の場合は本法が利用できないので注意する必要がある。

付  $Q = F \int_0^t (Ca - Cv) dt \dots (1)$  Q: 臓器(組織)に蓄積された水素量, Ca: 動中水素濃度, Cv: 静脈中水素濃度, F: 血流量.  $C_T = C_{T0} e^{-(F/\lambda \cdot W)t} \dots (2)$   $C_T$ : 組織中水素濃度,  $C_{T0}$ : 初期濃度,  $\lambda (= 1)$ : 組織血液間分配係数, W: 臓器重量.  $C_L(tn) = (1/W) (Fa \sum (Ca(tn) - Chv(tn)) \Delta t + Fp \sum (Cp(tn) - Chv(tn)) \Delta t) \dots (3)$   $C_L$ : 肝水素濃度, W: 肝重量, Fa: 肝動脈血流, Fp: 門脈血流, Ca: 肝動脈血水素濃度, Cp: 門脈血水素濃度,  $Chv (= C_L)$ : 肝静脈血水素濃度

索引用語: 水素クリアランス法

文 献: 1) 竹島 徹, 岩崎洋治: 水素クリアランス式組織血流計による肝血流測定(第1報). 外科治療 43: 701, 1980 2) 梅森眞理, 笹島耕二, 恩田昌彦ほか: 水素の組織中の拡散を考慮した水素クリアランス血流測定の新検討—Krogh modelの digital simulationを中心として. 医用電子と生体工学 21 (特別号): 109, 1983 3) 梅森眞理, 笹島耕二, 恩田昌彦ほか: 水素クリアランス式組式血流量測定法の再検討—動脈中残存水素濃度の影響について—. 日消病会誌 80: 239, 1983

日本医科大学第1外科 <昭和58年7月28日受付>

REEVALUATION OF HYDROGEN CLEARANCE METHOD FOR THE LIVER BASED ON AN ANALYSIS OF A MATHEMATICAL MODEL Makoto UMEMORI, Koji SASAJIMA, Masahiko ONDA and Akiro SHIROTA First Department of Surgery, Nippon Medical School