

¹²³I-IMP を用いた新しい非侵襲的脳血流測定法

松田 博史*, 隅屋 寿*, 辻 志郎*
大場 洋*, 寺田 一志*, 今井 啓子*
久田 欣一*, 東 壮太郎**, 藤井 博之**

¹²³I-IMP は脳血流用剤として広く普及しているが、静注のみでは定性的なイメージしか得られない。動脈採血を併用することにより脳への入力と流出を求め、脳血流値を算出する方法が我々の方法も含めて、2, 3 みられるが侵襲性があり一般的ではない。半定量的評価法として、1) 左右差を評価する方法、2) 投与量あたりの摂取率を求める方法が報告されているが、前者では全脳にわたるびまん性の血流低下は診断し得ない。また、一側の病変が対側に神経投射系を介して抑制を与えるという diaschisis が存在する場合には、血流低下の程度を正しく評価し得ない。後者は、血流のみならず、¹²³I-IMP の肺での動態や脳への心拍出量分画に依存するため患者間での比較はし得ない。これらの欠点を克服するため今回、血流値を算出するノモグラムをコンピュータで作製し使用したところ臨床的に有用と考えられたので報告する。

【材料と方法】

ノモグラムは初期像と後期像から算出した washout rate (%) と後期像撮影時に採血することにより得られた脳血液分配係数 (λ) から血流値 (F, ml/100g/min) を次式に基づき算出するものである。

$$\text{washout rate} = 100 \left[\frac{Cb(T_1) - Cb(T_2)}{Cb(T_1)} \right]$$
$$= 100 \left[\frac{F \int_0^{T_1} Ca(t) e^{-\left(\frac{F}{100\lambda}\right)(T_1-t)} dt - F \int_0^{T_2} Ca(t) e^{-\left(\frac{F}{100\lambda}\right)(T_2-t)} dt}{F \int_0^{T_1} Ca(t) e^{-\left(\frac{F}{100\lambda}\right)(T_1-t)} dt} \right] \quad \dots\dots(1)$$

ここで、 T_1, T_2 は静注後の初期像と後期像の平均撮影時間である。ここでは45分と195分に設定した。Ca(t) は経時的動脈血中濃度曲線であり、実際の4人の患者から得られた平均値を使用した。

本法を3人の正常者と36人の脳血管障害患者に42回応用した。まず¹³³Xe吸入法を施行し、脳血流指標である Initial Slope Index (ISI) を求める。その後¹²³I-IMP を3mCi 静注し、30分後と180分後からの2回、それぞれ30分かけてSPECTを施行した。後期像撮像時に静脈採血を行い、オクタノール抽出法により未代謝の¹²³I-IMP の血中濃度を求め、後期像の脳の放射能濃度をこの血中濃

度で除することにより λ を算出した。初期像と後期像から算出される washout rate と λ よりノモグラムにて血流値を求め、前述のISIと半球平均または全脳平均で相関を求めた。

【結果】

作製したノモグラムをFig. 1に示す。見やすくするため血流値は10ml/100g/min毎にプロットしてあるが実際には任意幅でプロットすることが可能である。

¹³³Xe 吸入法により得られた ISI (X) とノモグラムで推定された血流値 (Y) の間には0.88 (N=42, P<0.001) という有意の正相関が得られた。またその直線回帰式は $Y=1.6X-7$ であった (Fig. 2)。

得られた λ の値および washout rate はそれぞれ平均27 (標準偏差7) および平均-2% (18%) であった。

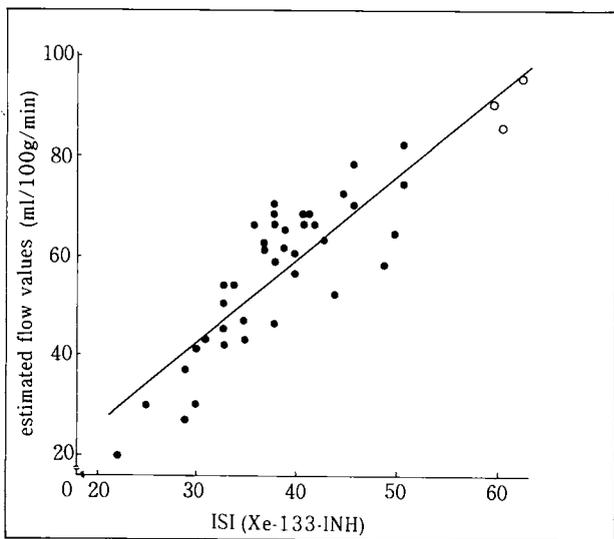
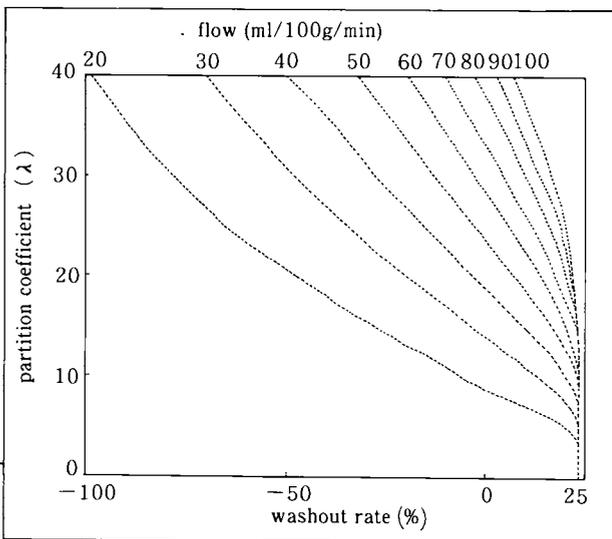
【討論】

本法で正確な血流値を推定するためには λ の値をなるべく正確に算出することが必要である。¹²³I-IMP は肺から長時間にわたって徐々に放出されていくため、¹²³I-IMP の血中濃度は30分以後ほぼ一定である。このため静注後2時間以降では脳と血液の間で平衡状態が成立し、 λ を算出することが可能である。ただし、 λ が高く、血流値が低い場合には3時間でも平衡状態に達しないことがある。推定される血流値の信頼区間と、真の血流値および λ の関係をFig. 3に示す。これによれば λ が38の時は真の血流値が32ml/100g/minまで90%の信頼性で血流値を推定し得ることがわかる。従って本法による血流値推定はFig. 4に示すごとくまず健常部で行い、その後、初期像における放射能比を用いて病変部の低い血流値を推定するのが妥当と考えられる。

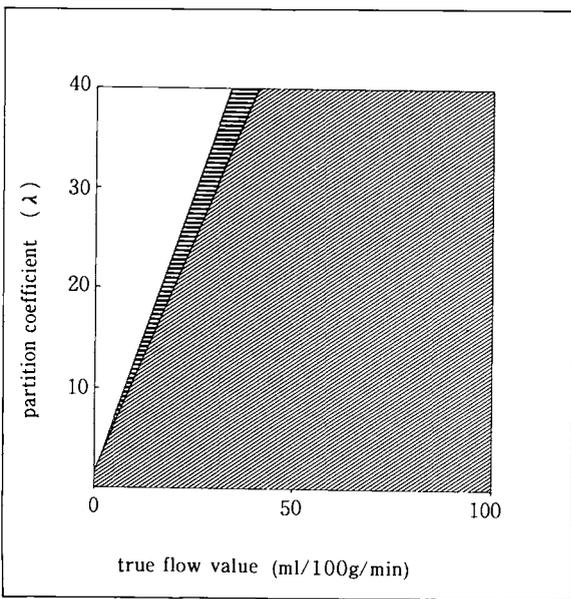
* 金沢大学 核医学科

** 同 脳神経外科

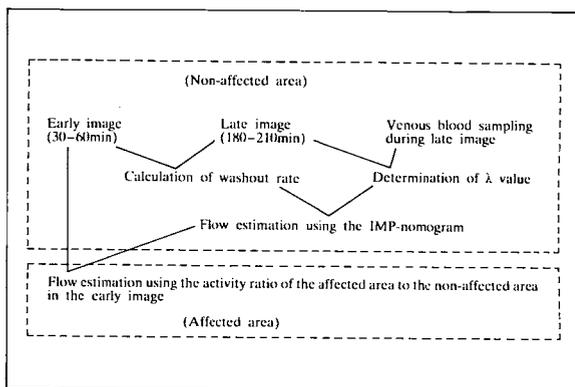
► **Fig. 1** IMP-nomogram for flow in which flow value (contour lines) is plotted versus washout rate (%) on the x-axis and versus partition coefficient (λ) on the y-axis. The flow contour lines are arbitrarily spaced 10ml/100g/min apart and range from a minimum of 20 to a maximum of 100. The nomogram was constructed according to equation 1 using the time-course data of arterial activity measured in the four patients.



◀ **Fig. 2** Relationship between hemispheric or brain mean initial slope indexes (ISI, X) by Xe-133 inhalation (INH) method and the cortical flow values (Y) estimated from IMP-nomogram shown in Fig. 1 in 42 clinical studies. Open and closed circles represent the studies in the normal volunteers and the patients with cerebrovascular disorder respectively. A significant positive correlation ($r=0.88$, $p < 0.001$) is demonstrated between them and its regression line is $Y=1.6X-7$.



▲ **Fig. 3** The confidence interval of the flow values estimated from the IMP-nomogram relative to varying true flow values and partition coefficient (λ).
 ▨ : 95% confidence interval
 ▨+▨ : 90% confidence interval



▲ **Fig. 4** An overall procedure for estimating blood flow values using the IMP-nomogram.