

^{123}I -IMP SPECT を用いた Autoradiography 法による 局所脳血流量定量における動脈血化静脈採血法の検討

大西 隆* 矢野 隆郎** 中野 真一*** 陣之内正史****
長町 茂樹**** Leo FLORES II**** 中原 浩**** 渡邊 克司****

要旨 ^{123}I -IMP SPECT を用いた ARG 法による局所脳血流量測定のための動脈採血を動脈血化静脈採血で代替可能か検討した。虚血性脳血管障害患者 15 例を対象に ^{123}I -IMP 静注後、橈骨動脈 (10 分後) および手背皮静脈 (10 分, 20 分後) より採血を行った。静脈採血側の手部はタオルにより加温し動脈血化を行った。手背皮静脈採血による入力関数積分値の動脈採血に対する平均誤差は、 ^{123}I -IMP 静注 10 分後で $4.1 \pm 3\%$, 20 分後で $9.3 \pm 5.4\%$ であった。静注 10 分後の静脈/動脈放射能濃度比は 0.96 ± 0.025 と、1 に近い値を示した。以上より、動脈血化手背皮静脈採血時刻は IMP 静注 10 分後がよいと考えられた。また、この場合、局所脳血流量は動脈採血に比べ平均 $3.6 \pm 2\%$ 過大評価されたが、両者の間には良好な相関を認めた。ARG 法において動脈採血は動脈血化手背皮静脈採血で代替可能と考えられた。

(核医学 33: 1105-1109, 1996)

I. はじめに

N-isopropyl-p- ^{123}I -iodoamphetamine (^{123}I -IMP) と single photon emission computed tomography (SPECT) を用いた簡便な局所脳血流量定量法として、autoradiography (ARG 法) が報告されている^{1,2)}。この方法では、1 回の動脈採血により得られた動脈血中放射能濃度で、標準入力関数を校正することにより、入力関数を求めるため、マイクロスフェア法³⁾と比べ、持続動脈採血、オクタノール抽出などの煩雑な手技は不要である。しかし、1 回の動脈採血を確実に正確な時刻に行うためには、動

脈内カニューレ留置が必要になり、被検者にとってはマイクロスフェア法と同程度の侵襲となる。今回われわれは、より簡便で非侵襲的な方法として、1 回動脈血化静脈採血による ARG 法の可能性を検討したので報告する。

II. 対象と方法

1. 対象

対象とした症例は、慢性期脳梗塞 12 例、クモ膜下出血後の脳血管攣縮 3 例の合計 15 例 (男性 12 例, 女性 3 例, 平均年齢 65 歳) である。入力関数が標準入力関数と異なると考えられる重度の心肺疾患患者は除外した。

2. 撮像装置, 方法

SPECT 装置は 2 検出器型 SPECT 専用装置 (OPITMA, 横河メディカル) を使用し、スキャンは中心時刻を ^{123}I -IMP 静注後 40 分として、30 分間 (20 秒 \times 64 step) でデータ収集を行った。収集マトリックスは 64×64 でピクセルサイズは 6 mm/pixel で収集した。再構成は前処理にバター

* 潤和会記念病院放射線科

** 同 内科

*** 同 脳神経外科

**** 宮崎医科大学放射線科

受付: 8 年 6 月 3 日

最終稿受付: 8 年 8 月 8 日

別刷請求先: 宮崎市小松 1119 (☎ 880)

潤和会記念病院放射線科

大 西 隆

ワースフィルター (order: 10, cut off: 0.45 cycle/cm), 再構成フィルターにランプフィルターを用い吸収補正はソレンソン法 (0.067 cm^{-1}) で行った. distribution volume (Vd 値) は, 本施設で行った, テーブルルックアップ (TLU) 法で求めた平均値の 45 を用いた.

3. 採血法および採血時刻の最適化

肘部皮静脈より ^{123}I -IMP 111 MBq を 1 分間定速静注後, 静注側と対側の手背皮静脈より, 静注 10, 20 分後に採血を行った. 動脈採血は静脈採血と同側の橈骨動脈より静注 10 分後に行った. 採血は, 動脈, 静脈とも 21 ゲージのカニユーレを中枢側に向けて留置した. 静脈採血側では, 手掌側と手背側に摂氏 50–60 度のタオルをおいて加温し, 動脈血化静脈採血を行った. 刺入部はカットバンで固定し, 刺入部とタオルの接触を防いだ. 加温は IMP 投与 5 分前より投与後 20 分まで行い, 5 分ごとにタオルを替えて温度維持を図った. またカニユーレ静脈採血時には駆血帯は使用せず, 採血が困難な場合には手を体幹より下方に下げて, 採血した. 採血試料はウエル型シンチレーションカウンターにて全血中放射能濃度測定を行った.

各症例での, 10 分時の動脈採血により得られた放射能濃度を用いて, 標準入力関数を校正して求めた入力関数の 0 分から 40 分の時間積分値を基準として, 10 分, 20 分時の静脈血中放射能濃度を時間積分値と比較し, その誤差率 (% difference (t)) を求めた. % difference (t) は以下の式で求めた.

$$\% \text{ difference} = \left(\int_0^{40} \text{CV}_i(t) dt - \int_0^{40} \text{Ca}_i(10) dt \right) / \int_0^{40} \text{Ca}_i(10) dt$$

ここで

$\int_0^{40} \text{Ca}_i(10) dt$: 10 分時, 動脈全血中放射能濃度で標準入力関数を校正して得た, 入力関数の 0 分から 40 分までの積分値.

$\int_0^{40} \text{CV}_i(t) dt$: 時間 t での静脈全血中放射能濃度で標準入力関数を校正して得た, 入力関数の 0 分から 40 分までの積分値となる.

また, 静脈採血と動脈採血による ARG 法で測定された, 局所脳血流量の比較を行った. 関心領域は, $15 \times 20 \text{ mm}$ の長方形のものを, 両側の小脳, 前頭葉, 側頭葉, 頭頂葉, 後頭葉に各症例で設定した.

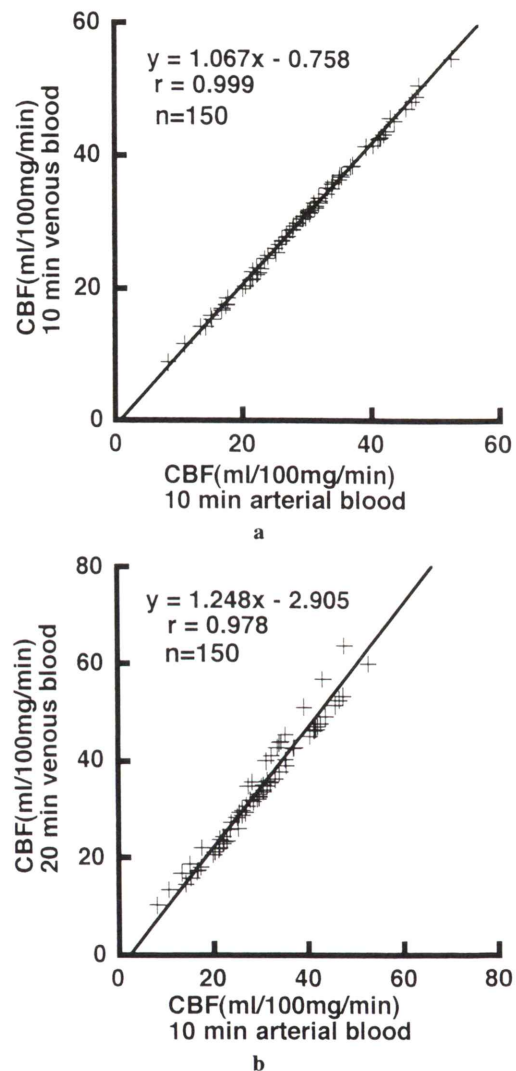


Fig. 1 a: The correlation between CBF values obtained by 10 min arterial blood sampling and 10 min venous blood sampling. b: The correlation between CBF values obtained by 10 min arterial blood sampling and 20 min venous blood sampling.

III. 結 果

1. 静脈採血時刻の最適化

手背皮静脈採血による入力関数積分値の平均誤差は、¹²³I-IMP 静注 10 分後で $4.1 \pm 3\%$ 、20 分後で $9.3 \pm 5.4\%$ と静注 10 分後で小さく、動脈血化手背皮静脈採血における、最適な採血時刻は、IMP 静注後 10 分と考えられた。また、静注 10 分後の静脈/動脈放射能濃度比は 0.96 ± 0.025 と、1 に近い値を示した。

2. ARG 法での局所脳血流量の比較

動脈血化手背皮静脈採血により求めた ARG 法による局所脳血流量、¹²³I-IMP 静注後 10 分時の動脈採血による ARG 法での局所脳血流量の比較を Fig. 1 に示す。Fig. 1a は静注後 10 分時採血、Fig. 1b は 20 分時採血の結果を示している。10 分時動脈採血で求めた局所脳血流量と 10 分時静脈採血で求めた局所脳血流量は良好な相関を認めた ($y = 1.067x - 0.758, r = 0.999$)。一方、20 分静脈採血で求めた局所脳血流量は、比較的良好な相関を示したが、10 分時静脈採血と比較するとばらつきを認めた ($y = 1.248x - 2.905, r = 0.978$)。また、10 分時動脈採血による局所脳血流量に比較して、静脈採血における局所脳血流量は、10 分時で平均 $3.6 \pm 2\%$ 、20 分時採血では平均 $13.3 \pm 8\%$ 、過大評価された。

IV. 考 察

¹²³I-IMP SPECT ARG 法の動脈採血を静脈採血で代替する方法は、伊藤ら⁴⁾、斎藤ら⁵⁾により報告されている。これらの報告では、採血部位により、局所脳血流測定の精度が異なり、手背皮静脈採血が推奨されている^{4,5)}。この原因として、末梢静脈ほど、動静脈短絡を通過する血液の割合が大きく、毛細血管で捕獲される IMP の割合が小さくなり、動静脈放射能濃度格差が小さくなるためと考えられる。また、採血時刻については、伊藤らは静注 20 分後、斎藤らは 10 分後が最適と報告している^{4,5)}。われわれは、加温による動脈血化を行うことによりさらに測定の精度を上げることが

可能と考え、動脈採血で最適とされている、静注 10 分後と静脈採血で推奨されている静注 20 分後の動脈血化静脈採血を行い、動脈採血法と比較した。

その結果静脈採血で較正した入力関数積分値の平均誤差は、10 分後で 4.1% と最小で、動脈血化手背皮静脈採血における、最適な採血時刻は、IMP 静注後 10 分と考えられた。

ARG 法では、動脈採血による、標準入力関数の較正係数に反比例して、算出される局所脳血流量が変化するため、動脈血放射能濃度に対する静脈血放射能濃度の誤差が、算出される局所脳血流量の誤差となる。本研究では、静注 10 分後の動脈血化静脈採血を手背皮静脈より行った場合、動脈採血 ARG 法による局所脳血流量と比べ、平均 3.6% 高く算出されたが、動脈採血法との間には良好な相関を認めた。また、従来報告された静脈採血法^{4,5)}と比べ、高い精度での局所脳血流量の算出が可能であり、動脈血化静脈採血法の妥当性が示された。一方、静脈採血法で推奨されている静注 20 分後の静脈採血で算出された局所脳血流量は動脈採血法との間に、よい相関 ($r = 0.978$) を認めたが、平均で 13.3% 、過大評価され、動脈血化静脈血採血は静注 10 分後に行うのが望ましいと考えられた。ただし、その誤差は高血流域で大きく、10 から $40 \text{ ml}/100 \text{ g}/\text{min}$ の範囲では比較的小さいため、10 分時の採血が行えなかった場合、20 分時の採血でも代替可能と思われる。

前腕や手部を加温し静脈血の動脈血化を行い、入力関数を静脈血採血により求める方法はいくつか報告されている⁵⁻⁸⁾。森脇らは hot water bath で良好な加温が得られたと報告している⁸⁾。IMP ARG 法での動脈血化静脈血採血法は、斎藤らによって行われているが、加温による動脈血化の効果は不十分であったと報告されている⁵⁾。われわれは、斎藤らと同様タオルを用いて加温を行ったが、加温を充分にするため、タオルを手背、手掌に置くこと、温度維持のため 5 分ごとに替えることを行った。その結果 10 分時の静脈動脈放射能濃度比は 0.96 ± 0.025 と、十分な動脈血化が安定

して行えたと考える。静脈血採血を行う部位は手背皮静脈が最適であることは、すでに報告されているが、斎藤らは、42% の症例で静脈が細く、十分な採血量が得られなかったと報告している⁵⁾。また、採血を容易にするために駆血を長く行うと動脈血との放射能濃度差が大きくなることなど主に、採血に伴う技術的な問題が指摘されている⁵⁾。とくに虚血性脳血管障害例では、高齢者が多く、手背皮静脈より十分な採血量をえることが困難な場合がある。この点、動脈血化静脈採血法は、十分な加温を行うことにより、動脈血化が計れるだけでなく、採血が容易になるという利点があり、優れた方法と思われる。

V. ま と め

ARG 法における動脈血採血は、IMP 投与 10 分後に対側の手背皮静脈より動脈血化静脈血採血を行うことで代替可能と考えられた。

文 献

- 1) 伊藤 浩, 福田 寛, 飯田秀博, 犬上 篤, 菅野 巖, 上村和夫, 他: ^{123}I -IMP を用いた 1 回 SPECT scan および 1 回採血による局所脳血流測定法. 日本医放会誌 **54**: S296, 1994
- 2) Iida H, Itoh H, Nakazawa M, Nishimura H, Onishi Y, Uemura K: Validation of quantitative mapping of rCBF using I-123 IMP from a single SPECT scan with a standard input function. J Nucl Med **35**: 191P, 1994
- 3) Kuhl DE, Barrio JR, Huang SC, Ackermann RF, Lear JL, et al: Quantifying local cerebral blood flow by N-Isopropyl-p-I-123 Iodoamphetamine (IMP) tomography. J Nucl Med **23**: 196–203, 1982
- 4) 伊藤 浩, 赤井沢隆, 後藤了以, 小山真道, 川島隆太, 他: ^{123}I -IMP を用いた簡便な局所脳血流測定法 (Table look up 法および Autoradiography (ARG) 法) における 1 回動脈採血の静脈採血代替についての検討. 核医学 **31**: 1071–1076, 1994
- 5) 斎藤京子, 村田 啓, 丸野広大, 奥田逸子: N-Isopropyl-p- ^{123}I -iodoamphetamine と SPECT を用いた ARG 法による局所脳血流定量法の検討——テーブルルックアップ (TUR) 法との比較および静脈採血法の問題点——. 核医学 **32**: 405–412, 1995
- 6) Phelps ME, Huang SC, Hoffman EJ, Selin C, Sokoloff L, Kuhl DE: Tomographic measurement of local cerebral glucose metabolic rate in humans with (F-18) 2-fluoro-2-deoxy-d-glucose: validation of method. Ann Neurol **6**: 371–388, 1979
- 7) Pedreka I, Baumgartner C, Suess E, Muller C, Brucke T, Lang W, et al: Quantification of regional cerebral blood flow with IMP-SPECT: Reproducibility and clinical relevance of flow values. Stroke **20**: 183–191, 1989
- 8) 森脇 博, 松本昌泰, 橋川一雄, 奥 直彦, 岡崎裕, 半田伸夫, 他: ^{123}I -IMP SPECT による定量的脳血流測定法——前腕加温静脈採血法 (WATER BATH 法) による非侵襲的計測——. 核医学 **30**: 481–488, 1993

Summary

The Quantitative Regional Cerebral Blood Flow Measurement with Autoradiography Method Using ^{123}I -IMP SPECT: Evaluation of Arterialized Venous Blood Sampling as a Substitute for Arterial Blood Sampling

Takashi OHNISHI*, Takao YANO*, Shinichi NAKANO*, Seishi JINNOUCHI**,
Shigeki NAGAMACHI**, Leo FLORES II**, Hiroshi NAKAHARA**
and Katsushi WATANABE**

**Departments of Radiology, Internal Medicine, and Neurosurgery, Junwa Memorial Hospital*

***Department of Radiology, Miyazaki Medical College*

The purpose of this study is validation of calibrating a standard input function in autoradiography (ARG) method by one point venous blood sampling as a substitute for that by one point arterial blood sampling. Ten and 20 minutes after intravenous constant infusion of ^{123}I -IMP, arterialized venous blood sampling from a dorsal vein were performed on 15 patients having ischemic cerebrovascular disease. And arterial blood sampling from radial artery was performed 10 min after ^{123}I -IMP infusion. The mean difference rates of integrated input function between calibrated standard input function by arterial blood sampling at 10 min and that by venous blood sampling were $4.1 \pm 3\%$ and $9.3 \pm 5.4\%$ at 10 and 20 min after ^{123}I -IMP infu-

sion, respectively. The ratio of venous blood radioactivity to arterial blood radioactivity at 10 min after ^{123}I -IMP infusion was 0.96 ± 0.02 . There was an excellent correlation between ARG method CBF values obtained by arterial blood sampling at 10 min and those obtained by arterialized venous blood sampling at 10 min. In conclusion, a substitution by arterialized venous blood sampling from dorsal hand vein for artery can be possible. The optimized time for arterialized venous blood sampling was 10 min after ^{123}I -IMP infusion.

Key words: ^{123}I -IMP SPECT, rCBF, Autoradiography method, Arterialized venous blood sampling.