

3 検出器型ガンマカメラを用いた QSPECT Dual-Table ARG 法の検査時間短縮の検討

矢田 俊介 吉岡 隆二 曾田 卓実 井上 聖也

概要：脳血流シンチグラフィ検査の一つであるDual Table Autoradiography（以下DTARG）法脳血流定量検査は、同日の1回の検査で安静時と負荷時の脳血流定量画像および脳循環予備能を評価できる手法であり、脳虚血の病態診断に有用な検査である。しかし、安静時28分、負荷時28分、合計約1時間と長時間の検査であるため、患者にかかる負担も大きい。そこで今回、DTARG法の検査時間短縮の可能性を検討した。

今回の検討より、検査時間を短縮することは定量性や画質の低下につながることを確認できた。検査時間短縮を行う場合は、負荷時の収集時間を24分に短縮するまでに留めておくことが望ましい。

索引用語：DTARG法、脳血流定量検査、脳循環予備能

A study on shortening examination time of QSPECT Dual-Table ARG method using 3-Head gamma camera system

Shunsuke YADA Ryuji YOSHIOKA
Takumi SOTA and Seiya INOUE

【緒 言】

塩酸N-イソプロピル-4-ヨードアンフェタミン (^{123}I) 注射液（以下 ^{123}I -IMP）を用いた脳血流シンチグラフィ検査は、脳梗塞や脳血管の動脈硬化が疑われる患者に、脳虚血の重症度評価や脳血行再建術の適応決定・効果判定のために利用されている¹⁻³⁾。

^{123}I -IMPは静脈投与されたあと、脳血流に応じて脳組織に取り込まれるため、血流障害部位を集積欠損像として描出することができる。安静時に行うことで、主として脳血管障害に起因する脳出血や脳梗塞の部位と広がりを観察するのに用いられている。また、脳血管拡張薬（アセタゾラミド）による負荷検査を行うことで、動脈硬化の重症度を診断することが可能である。安静時と負荷時の脳血流シンチグラフィ検査を行うことで、脳循環の予備能の評価や、脳主幹動脈疾患

の虚血重症度の診断をすることが出来る⁴⁻⁷⁾。

脳血流シンチグラフィ検査の一つであるDTARG法脳血流定量検査は、同日の1回の検査で安静時と負荷時の脳血流定量画像および脳循環予備能を評価できる手法であり、安静時と負荷時の検査を別日に行う方法と比べて安定した結果が得られることから、現在では、脳虚血の病態診断に不可欠な検査になりつつある。

DTARG法は、安静時28分、負荷時28分、合計約1時間の検査となり、検査時間が長いことは患者にとって負担となる。しかし、検査時間を短縮し、収集データが乏しくなることで、安定した脳血流定量値が得られない可能性もある。そこで今回、DTARG法の検査時間をどこまで短縮することが可能であるかを調べ、患者に負担の少ない検査条件を検討したので報告する。

【対象と方法】

対象は2017年1月～5月までの期間に当院にてDTARG検査を施行した患者6名であり、使用機器は東芝社製のGCA9300Rである。通常のDTARG法を行い、安静時28分、負荷時28分のデータを収集した。安静時の収集データを28分不変とし、負荷時の脳血流データについて、28分収集データを基準画像とし、負荷時28分の収集データから短時間収集データ（12、16、20、24分収集データ）をそれぞれ取得し、それらのデータを用いて各々の定量画像を作成し比較検討を行った。得られた定量画像の基底核レベルのスライ

スにおいて、Hemisphere, ACA, MCA, M2 ant, M2post, PCA, basal ganglia, ThalamusにROIを設定し、Cerebral Blood Flow（以下CBF）及びCerebral Vascular Reserve（以下CVR）を求めた。

検討として、負荷時の基準画像（28分収集データ）と短時間収集画像について、

1. CBF、CVRの相関関係
2. CBF、CVRのBland-Altman解析
3. 画質評価（NMSE評価）

の検討を行い、どこまでDTARG法の検査時間短縮を行うことが可能であるか調べた（図1、図2）。

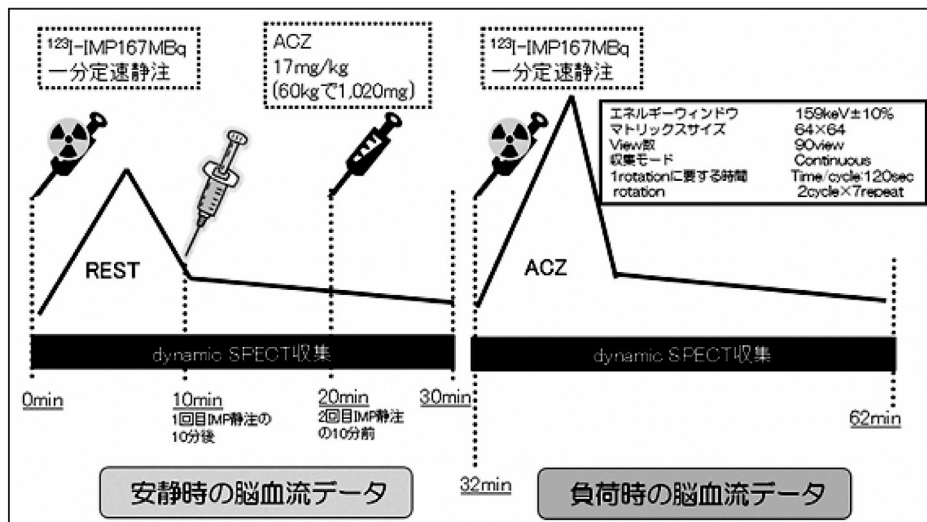


図1 DTARG法のプロトコル

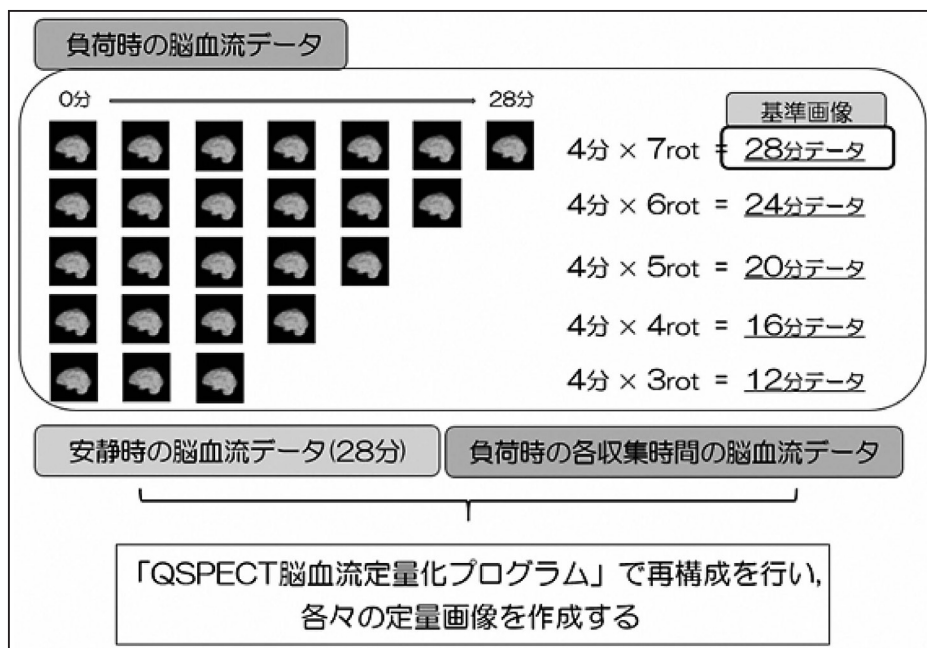


図2 脳血流定量データの作成（基準画像と短時間収集画像）

【結 果】

結果①

図3に負荷時の基準画像と短時間収集画像のCBFの相関関係、図4に負荷時の基準画像と短時間収集画像のCVRの相関関係の結果を示す。負荷時のCBF、CVRの相関関係について、基準画像と短時間収集画像の相

関は高いが、収集時間が短くなるにつれてバラつきが大きくなった。

結果②

図5に負荷時の基準画像と短時間収集画像のCBFのBland-Altman解析、図6に負荷時の基準画像と短時間収集画像のCVRのBland-Altman解析の結果を示す。負

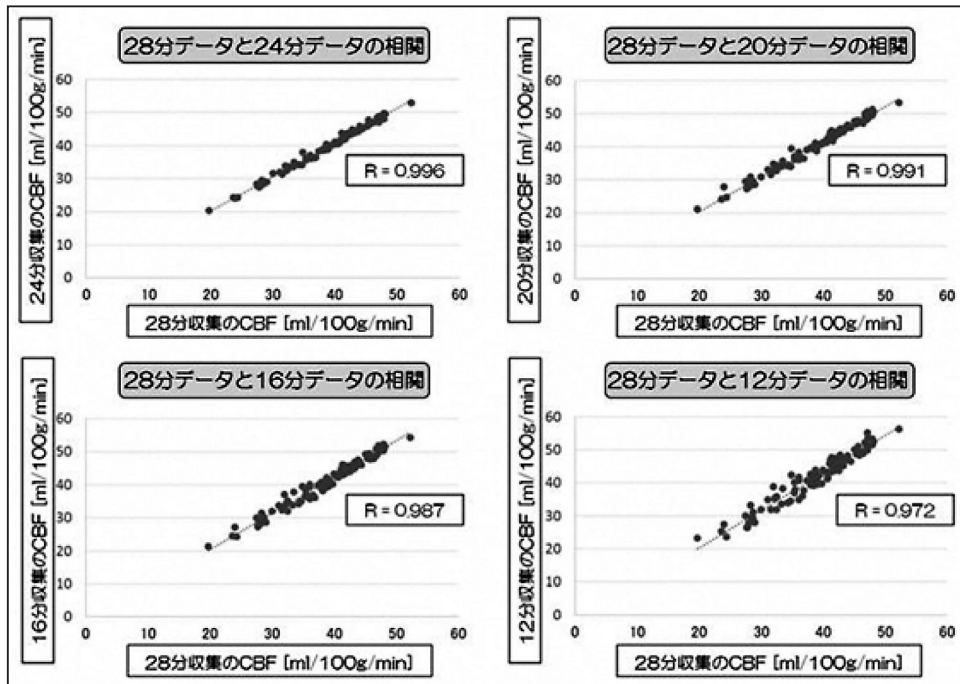


図3 負荷時の基準画像と短時間収集画像のCBFの相関関係

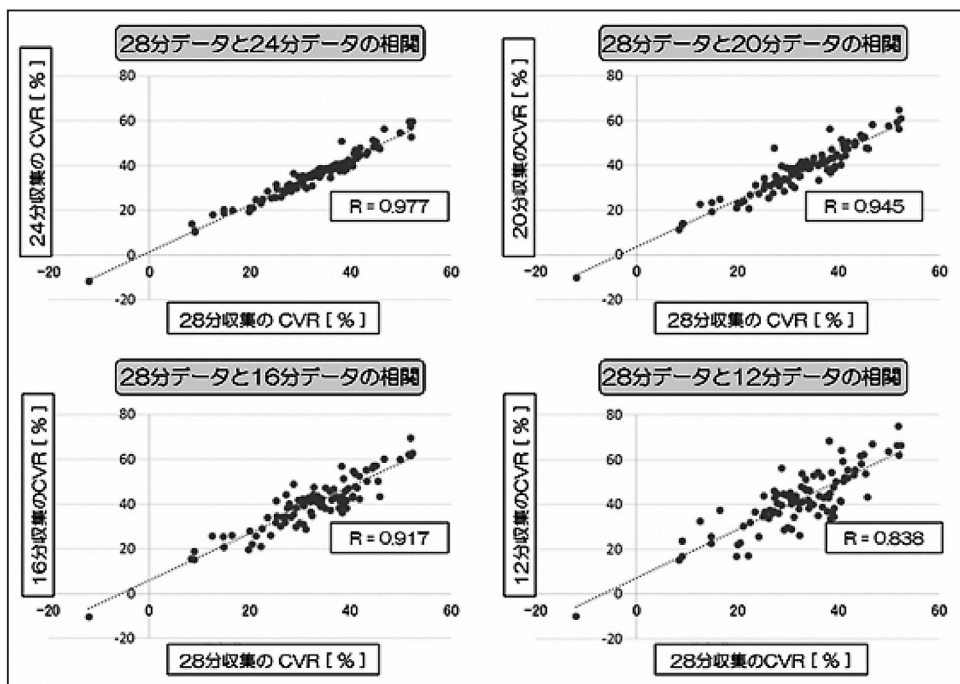


図4 負荷時の基準画像と短時間収集画像のCVRの相関関係

荷時のCBF、CVRのBland-Altman解析について、収集時間が短くなるにつれて基準画像と短時間収集画像の誤差が大きくなった。また、グラフからわかるように、誤差がマイナス側に分布していることから、短時間収集画像の定量値が基準画像より高くなる傾向があることがわかった。

結果③

図7に負荷時の基準画像と短時間収集画像について、NMSEにて画質評価を行った結果を示す。NMSEを用いた画質評価について、収集時間が短くなるにつれてNMSEが高くなった。

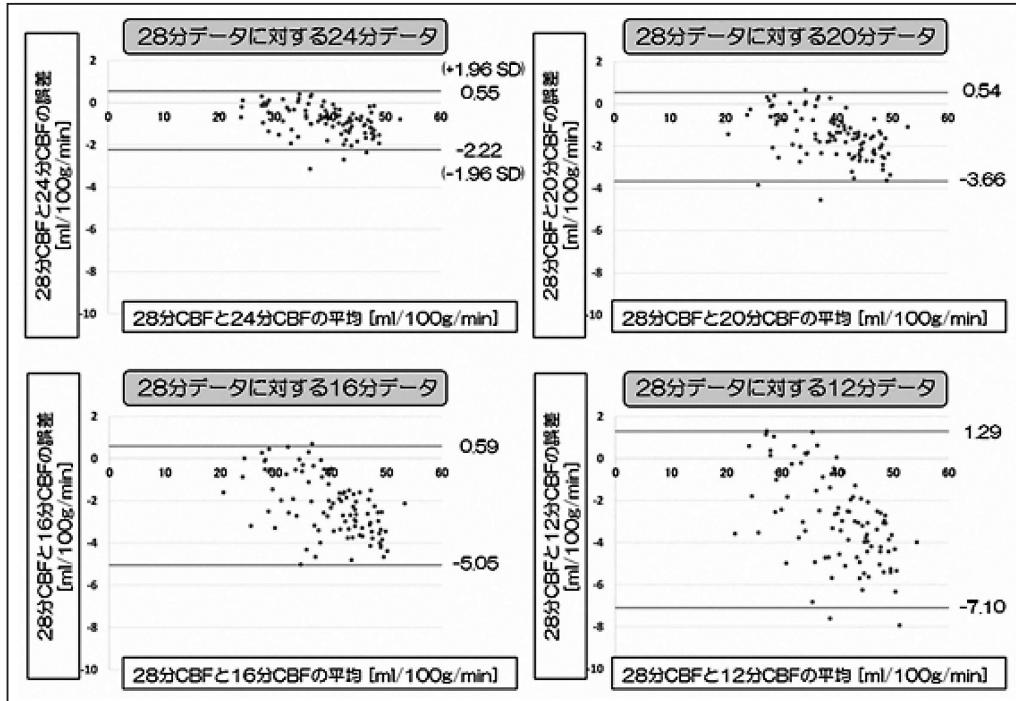


図5 負荷時の基準画像と短時間収集画像のCBFのBland-Altman解析

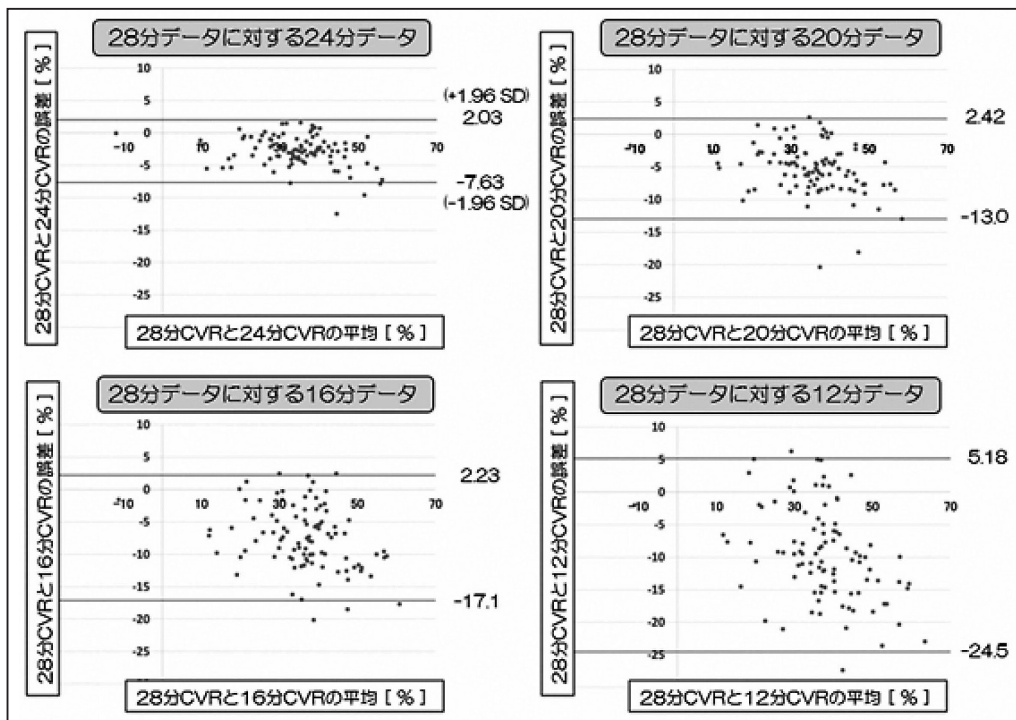


図6 負荷時の基準画像と短時間収集画像のCVRのBland-Altman解析

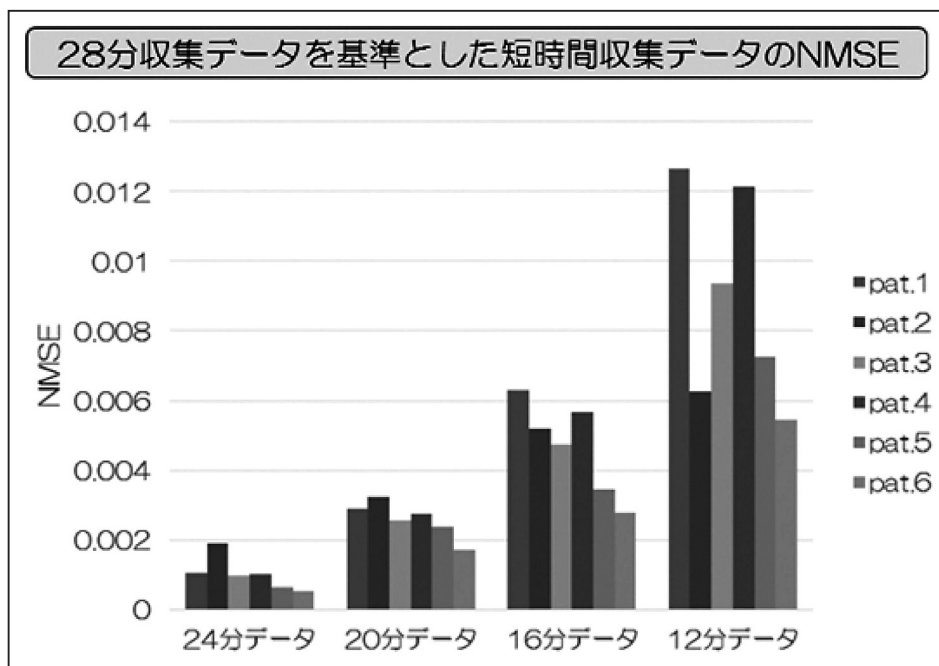


図7 負荷時の基準画像と短時間収集画像のNMSEによる画質評価

【考 察】

結果①、②より、収集時間の短縮に伴いCBF、CVRの相関が悪くなり、誤差が大きくなったのは、収集カウントが低下することでノイズ成分が増え、定量値にバラつきが出たためと考える。また、検査に使用する薬剤であるIMPの脳への集積は20～30分後に平衡状態になるため、重要な部分である20～28分のデータを欠損することは、脳血流量の誤差を生み出す大きな要因となると考える。

結果③より、収集時間の短縮に伴いNMSEが大きくなったのは、収集カウントが低下することでノイズ成分が増え、画質が低下したためと考える。

バイパス手術の適応となる Powers 分類の Stage II の基準は、安静時の CBF が正常脳血流量値 (40 mL/min/100g) の 80% 未満で、かつ CVR が 10% 未満のときである。本検討において、基準画像と短時間収集画像の CVR の差が 10% 以上となる割合は、24 分収集画像で 1.04%、20 分収集画像で 7.29%、16 分収集画像で 33.3%、12 分収集画像で 47.9% であった。また 24 分収集画像では、基準画像との CBF の差を 4 mL/min/100g 以内に抑えることが出来た。検査で得られる CBF 及び CVR は、バイパス手術の適応が決定する重要な因子であり、検査結果については誤差が少ないことが望ましい。以上のことより、可能であれば収集時間を短縮

することなく撮像を行うことが理想的であるが、収集時間短縮を行う必要がある場合には、負荷時の収集時間を 24 分に短縮するまでに留めておくことが望ましいと考える。

【結 語】

基準画像と短時間収集画像における CBF と CVR について相関があることが確認できた。しかし、極端な収集時間の短縮を行うと定量性や画質の低下を招くため、これらを十分担保出来る収集時間設定が必要である。定量性と画質の面から、収集時間短縮を行う場合は、負荷時の収集時間を 24 分に短縮するまでに留めておくことが望ましい。今後症例数を増やし、許容できる収集時間をさらに詳細に検討する必要があると考える。

【臨床研究・治験審査委員会】

許可委員会名：臨床研究・治験審査委員会

研究許可年月日：平成 29 年 5 月 1 日

許可番号：中臨 R17-005

研究課題名：脳循環予備能検査 DTARG 法の検査時間短縮の検討

【参考文献】

- 1) 大西秀雄, 市原 隆, 山本智朗: 核医学検査技術学 (改定3版), 日本放射線技術学会, 2016; 262-271
- 2) 福喜多博義: 核医学画像処理, 日本核医学技術学会, 2010; 133-143
- 3) 對間博之, 飯森隆志, 甲谷理温: 超実践マニュアル核医学, VERSUS研究会, 2016; 3-13
- 4) Powers WJ and Raichle ME: Positron emission tomography and its application to the study of cerebrovascular disease in man. *Stroke* 16, 1985; 361-376
- 5) Powers WJ, Grubb RL and Raichle ME: Physiological responses to focal cerebral ischemia in humans. *Ann Neurol* 16, 1984; 546-552
- 6) Ogasawara K, Ogawa A, Terasaki K, et al.: Use of cerebrovascular reactivity in patients with symptomatic major cerebral artery occlusion to predict 5-year outcome: comparison of xenon-133 and iodine-123-IMP single-photon emission tomography. *J Cereb Blood Flow Metab* 22, 2002; 1142-1148
- 7) Ogasawara K, Ogawa A and Yoshimoto T: Cerebrovascular reactivity to acetazolamide and outcome in patients with symptomatic internal carotid or middle cerebral artery occlusion: a xenon-133 single-photon emission computed tomography study. *Stroke* 33, 2002; 1857-1862