

## 第 11 回日本核医学会研究奨励賞受賞論文要旨

### Quantitative evaluation of cerebral blood flow and oxygen metabolism in normal anesthetized rats: $^{15}\text{O}$ -labeled gas inhalation PET with MRI fusion

(*Journal of Nuclear Medicine* 2013; 54 (2): 283–290 USA)

正常ラットにおける脳血流量・酸素消費量の定量測定：  
 $^{15}\text{O}$  標識ガス吸入 PET/MRI 統合画像解析

渡部 直史

大阪大学大学院医学系研究科

#### 【目的】

ラットにおける  $^{15}\text{O}$  ガス定量法を確立し、脳血流量 (CBF)・脳酸素消費量 (CMRO<sub>2</sub>)・脳酸素摂取率 (OEF)・脳血液量 (CBV) の正常値を得る。また脳虚血モデル (片側中大脳動脈閉塞モデル) において、脳血流量低下・脳酸素摂取率の上昇の変化を捉えられるかどうかを確認する。

#### 【方法】

麻酔下の正常ラット 8 匹 (8 週齢, 268±14 g), 左中大脳動脈閉塞モデルラット (虚血開始 30 分後) 2 匹に大腿動脈より動脈ルートを確保し、気管切開を行った後に人工呼吸器による換気を開始した (換気量: 180 ml/min)。 $^{15}\text{O}$  ガス供給装置からのルートを人工呼吸器に接続し、 $^{15}\text{O}$ -CO<sub>2</sub> ガス (50 MBq/min) と  $^{15}\text{O}$ -O<sub>2</sub> ガス (100 MBq/min) の安定した換気を行い、定常吸入法 (Frackowiak 法) による脳血流量・脳酸素消費量の PET 定量計測を行った。定常状態の確認後、動脈採血を行い、全血および遠心分離後の血漿の RI カウント (cps/g), 動脈血液ガスを測定した。また  $^{15}\text{O}$ -CO ガス (100 MBq/min) 投与により脳血液量の定量計測を行った。麻酔は midazolam, xylazine, butorphanol の筋肉内注射にて行い、検査中は血圧・脈拍・酸素飽和度・直腸温のモニタリングを行い、ヒートパッドを用いて保温を行った。また PET 撮像の終了後に同一のホルダーにて MRI の撮像を行い (FLASH シークエンス: TR=50, TE=5, 64 slices), 自動位置合わせソフトウェアを用いて、PET/MRI 統合画像を作成した。

#### 【結果】

定量性の精度検証として、 $^{15}\text{O}$ -ガス肺ファントム PET 画像から肺から頭部への散乱線の影響がないこと、減弱補正を行っても PET カウント値の変化を認めないこと、 $^{15}\text{O}$ -水を注入した NEMA Body phantom による相対的放射能曲線から直径 15 mm の球では PET カウントが 70% 程度に過小評価されることを確認した。また微量血液の定量計測では、25  $\mu\text{l}$  の試料でも 200  $\mu\text{l}$  と同様の精度で計測可能であることを確認した。

ラットの PET 実験においては  $^{15}\text{O}$ -CO<sub>2</sub> ガス・ $^{15}\text{O}$ -O<sub>2</sub> ガスの吸入開始 10 分後にはいずれも脳のカウントは定常状態に達していた。PET および動脈血カウントから計算された正常ラットの全脳平均の定量値は以下の通りであった (CBF: 32.3±4.5 ml/100 ml/min, CMRO<sub>2</sub>: 3.23±0.42 ml/100 ml/min, OEF: 64.6±9.1%, CBV: 3.16±0.38 ml/100 ml)。また虚血モデルでは左中大脳動脈領域に CBF の低下, CMRO<sub>2</sub> の低下, OEF の上昇を認めた (患側/健側 CBF: 18.6/30.8 ml/100 ml/min, CMRO<sub>2</sub>: 1.79/2.64 ml/100 ml/min, OEF: 74.3/65.4%)。またラット脳を径 15 mm の球と仮定して PET カウントの過小評価の補正を行ったところ、CBF 値は 84 ml/100 ml/min となった。これはオートラジオグラフィや Kety-Schmidt 法の脳血流量に合致する定量値であった。

**【結論】**

$^{15}\text{O}\text{-CO}_2$  および  $^{15}\text{O}\text{-O}_2$  の定常吸入法による正常ラットの脳血流量・脳酸素代謝量の定量評価法を確立した。虚血モデルでは脳酸素摂取率上昇の検出が可能であった。