
最新の脳画像統計解析

埼玉医科大学国際医療センター核医学

埼玉医科大学病院 核医学診療科

松田博史

SPECT や PET の脳画像を視覚評価する際に、脳血流・代謝の変化は脳血管障害以外の疾患では僅かなことが多いため、読影者の経験による正診率の相異、同一読影者でもその再現性、さらに病変の3次元的な広がりや把握の困難さなどが問題となる。このような欠点を克服し、客観的に全脳領域を検索するために、形態の異なる各個人の脳機能情報を、Talairach and Tournoux の標準脳に線形変換および非線形変換を用いて合うように変形することによって脳形態の個人差をなくし、画像統計解析を行う方法が研究面のみならず臨床現場でも用いられており、脳血流 SPECT や脳代謝 PET の診断に寄与している。Friston らが開発した Statistical Parametric Mapping (SPM) と Minoshima らが開発した three-dimensional stereotactic surface projection (3D-SSP) が代表的な解析法である。また、最近われわれが開発した、両者の長所を抽出し、正常画像データベースの共有化プログラムを内蔵した easy Z-score imaging system (eZIS) も多数の施設で用いられている。

このような画像統計解析手法は、特に痴呆の分野で威力を発揮している。アルツハイマー型痴呆の軽度認知機能障害の時期での早期診断、軽度認知障害の予後予測、アルツハイマー型痴呆とレビー小体型痴呆など他の痴呆性疾患との鑑別、さらには、塩酸ドネペジル等の治療効果の判定などが挙げられる。

正常画像データベースとの比較のみならず、個々の患者での縦断的検討にも新しい画像解析手法が開発された。MRI と SPECT の融合を行ない、かつ、2回の SPECT 間で変化した脳血流量の絶対値および絶対値の変化率を、被検者の MRI 上に表示する Brain Easy Analysis Tool (BEAT)、ならびに、個人の異なる条件下での2回の脳血流 SPECT の差分画像を統計学的に処理し、有意な部位のみを、その個人の MRI 上に登録するという Subtraction ictal SPECT co-registered to MRI (SISCOM) である。SISCOM は、てんかん領域で発作期と発作間欠期の脳血流 SPECT の変化の評価に用いられている。

画像統計解析手法は、PET や SPECT のみならず最近では、3次元の MRI から抽出した灰白質画像にも応用されており、Voxel-based Morphometry (VBM) と呼ばれている。SPECT と MRI の画像統計解析手法を組み合わせることによって、アル

ツハイマー型痴呆の超早期診断が可能となりつつある。

文 献

- 1) Matsuda H, Mizumura S, Souma T, et al. Conversion of brain SPECT images between different collimators and reconstruction processes for analysis using statistical parametric mapping. *Nucl Med Commun* 2004 ; **25** : 67-74
- 2) Kanetaka H, Matsuda H, Asada T, et al. Effects of partial volume correction on discrimination between very early Alzheimer's dementia and controls using brain perfusion SPECT. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2004 ; **31** : 975-980
- 3) Imabayashi E, Matsuda H, Asada T, et al. Superiority of three-dimensional stereotactic surface projection analysis over visual inspection in discrimination of very early Alzheimer's disease from controls using brain perfusion SPECT. *J Nucl Med* 2004 ; **45** : 1450-1457
- 4) Hirata Y, Matsuda H, Nemoto K, et al. Voxel-based morphometry to discriminate early Alzheimer's disease from controls. *Neurosci Lett* 2005 ; **382** : 269-274

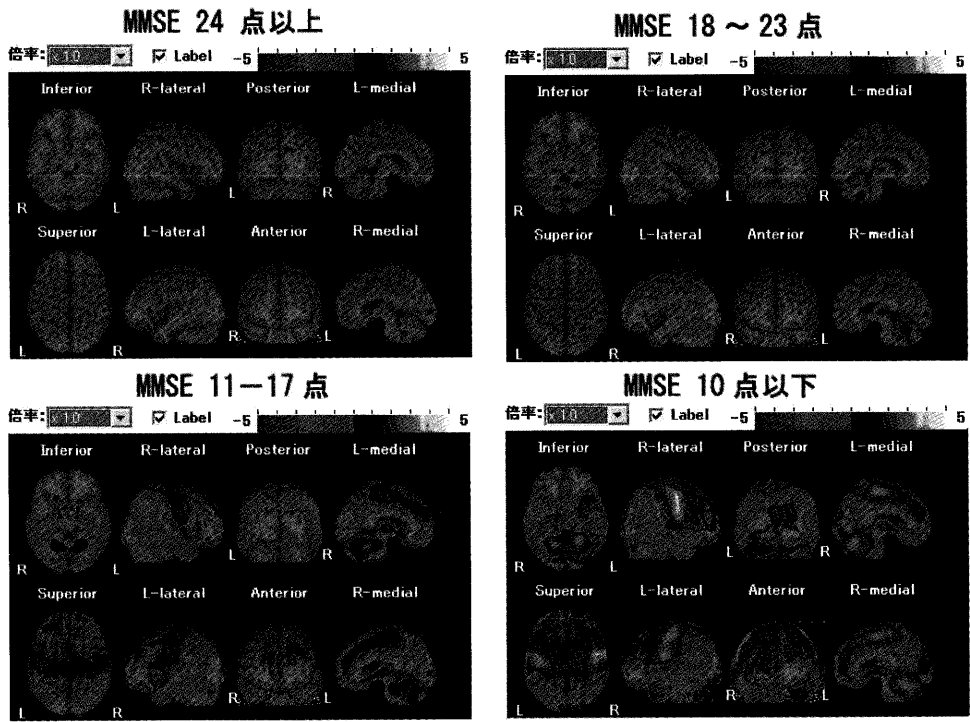
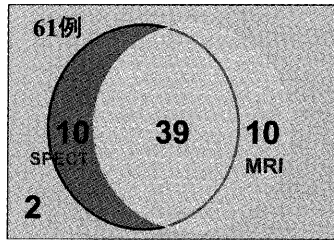


図1 高齢健常者(30例)と、アルツハイマー型痴呆患者でMMSEが24点以上(49例)、18～23点(72例)、11～17点(45例)、10点以下(13例)のそれぞれのグループとの画像統計解析手法(eZIS)を用いた比較。

寒色系はアルツハイマー型痴呆で血流が相対的に低下している領域、暖色系はアルツハイマー型痴呆で血流が相対的に増加している領域を示す。ごく早期では、後帯状回および頭頂葉皮質の血流低下がみられ、血流低下範囲は、頭頂葉から側頭葉に進展する。内側側頭部の血流低下が進行するとともに、前帯状回から前頭葉皮質にも血流低下がみられるようになる。大脳皮質において一次性感覚・運動野および一次視覚野は進行例においても代謝が保たれているのが特徴である。側頭葉皮質でも一次聴覚野は血流低下がめだたない。大脳皮質以外では、橋被蓋、小脳、大脳基底核の血流も保たれている。

MCIの時点での アルツハイマー型痴呆の診断能



MRI ; 80%
SPECT ; 80%
MRI & SPECT ; 64%
MRI or SPECT ; 97%

図2 軽度認知機能障害 (MCI) の時点でのアルツハイマー型痴呆と健常高齢者の画像による識別能

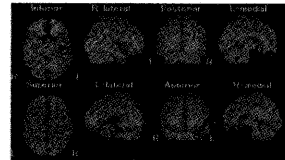
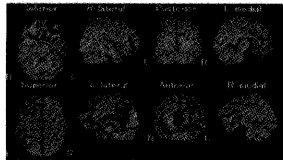
脳血流 SPECT と MRI の画像統計解析により、61 人のごく初期のアルツハイマー型痴呆を SPECT 単独、MRI 単独では、それぞれ 49 例、どちらかが異常とすれば、59 例で健常高齢者と識別可能である。

進行麻痺; 41歳, 男性

^{99m}Tc-ECD SPECT 治療前

治療半年後

eZIS



z値

6

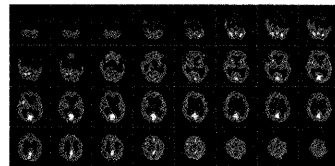
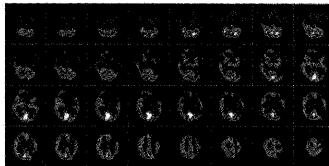
2

mL/100g/min

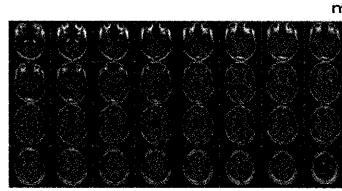
80

0

定量画像



BEAT
変化量



mL/100g/min

30

10

図3 進行麻痺の41歳男性の^{99m}Tc-ECDによる脳血流 SPECT と画像解析結果

指南力低下, 思考障害, 痴呆症状を有する進行麻痺患者。eZIS による治療効果判定において、治療前には、左側頭葉, 左前頭葉, 両側前帯状回, 両側梁下野, 左頭頂葉, 両側尾状核に血流低下がみられる。治療後には左前頭葉, 両側前帯状回, 左頭頂葉での血流低下がみられなくなっている。脳血流 SPECT 定量像では、治療前において、左側頭葉を中心に血流低下がみられる。全脳平均血流量は治療前の 34.3ml/100g/min から、治療後 41.0ml/100g/min まで改善している。BEAT では、治療後、脳血流量が 10ml から 30ml/100g/min の間で増加した部位が被検者の MRI に重畳されている。治療後の脳血流量の増加は、特に右前頭葉皮質, 左基底核, および左帯状回後部でめだっている。左帯状回後部の改善は eZIS では示されていない。

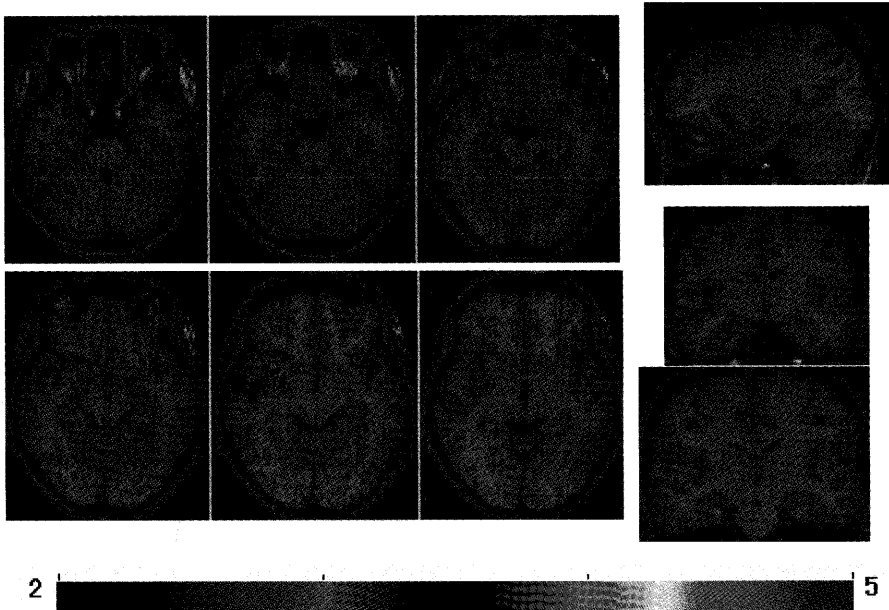


図4 側頭葉てんかん患者の発作期と発作間欠期の脳血流 SPECT の SISCOM 解析
 発作間欠記に発作期に比べ脳血流が2標準偏差以上増加した部位を、患者のMRI
 上に表示してある。右内側側頭部のみならず、右側頭葉新皮質、右前頭葉眼窩面、
 右基底核にも血流増加がみられ、てんかん発作波の伝播によるものと考えられる。