

2. 脳の容積分析の定量化の試み

赤澤健太郎 京都府立医科大学大学院放射線診断治療学講座

100年以上続いたアナログ画像から、コンピュータによって処理されたデジタル画像による診断が行われるようになって久しい。これにより、医師による画像の濃淡あるいは信号変化といった定性的評価に加え、定量的な評価も可能となり、研究分野はもちろん、臨床でも定量的な評価が用いられるようになってきた。中枢神経領域では、PETやSPECTを用いて脳血流動態などに定量評価は広く使用され、CTやMR灌流画像での臨床応用も進んでおり、特にCT灌流画像は定量性において優れている。また、MRIでは、拡散強調画像におけるapparent diffusion coefficient (ADC)、拡散テンソル画像、q空間画像(q-space imaging: QSI)、拡散尖度画像(diffusion kurtosis imaging: DKI)における各種パラメータに加え、定量的磁化率マッピング(quantitative susceptibility mapping: QSM)における脳実質の鉄沈着などにおいて、定量データの検討が盛んに行われている。なかでも、高速三次元収集法の開発により、短時間で灰白質と白質の良好なコントラストを有する全脳の容積画像が得られるようになり、脳の容積およびその変化を定量的に評価し、委縮部位およびその程度を自動的に評価できるようになってきた。本稿では、種々ある定量法のうち、脳の容積分析に絞り、最近の話題を提供したい。

なぜ脳委縮の定量評価は有用なのか

高齢化社会とともに、認知症などの神経変性疾患は今や社会問題となり、早期診断および早期介入はこれからの医療政策上、重要な課題の一つである。このため、画像診断の重要度も近年増大し、この領域は放射線科医にとってもウエイトの大きい分野となっているが、その技術の習得は必ずしも容易ではなく、熟練を要するものの一つである。しかしながら、複数の神経放射線科医間の萎縮の評価を検証した結果、一致率は必ずしも高くないことを示す論文が存在する¹⁾。また、3名の神経放射線科医による92名の同一症例の脳委縮の読影結果の一致率は、43~50.9%と、脳委縮の観察者間変動は大きい結果であった²⁾。この問題の根本的な原因の一つに、各個人がこれまでに経験した正常脳画像の質や量、トレーニング環境の相違などが考えられる。また、そもそも脳委縮の程度が軽微であったり、高齢者では加齢による生理的な委縮があったりなど、局所的に異常な委縮を視覚的に判断することは容易ではない。このため、脳委縮の評価は客観的評価、すなわち定量的な良いターゲットとなりうる。

MRIによる容積分析およびデータ解析

以前の脳容積測定法は、仮説などに

基づいた特定の関心領域を、脳解剖を熟知した上で用手的に抽出する方法が採られてきた。その後、各個人の脳を標準脳に変換した上で、ボクセル単位でコンピュータによる画像統計解析を行うvoxel-based morphometry (以下、VBM)が2000年に発表され³⁾、その手法は研究面で広く普及した。VBMは、ロンドン大学で開発された標準の画像解析フリーソフトウェアである“Statistical Parametric Mapping (SPM)”が用いられている。従来、SPMによる解剖学的標準化において、まず線形変換により三次元の大きさの補正を行い、次に非線形変換にて局所的により精度の高い解剖的補正を行うが、この際、離散コサイン変換が用いられてきた。さらに、最近では、より正確な解剖学的標準化が可能なdiffeomorphic anatomical registration through exponentiated lie algebra (DARTEL)と呼ばれる非線形変換が用いられている。これにより、標準化の精度は飛躍的に高まり、エラーの減少とともに、灰白質、白質共に精度良く標準脳に変換することができるようになった。

しかしながら、こうしたコンピュータサイエンスの発展がなかなか臨床の現場で用いられないでいたのだが、転機となったのが、2005年の“Voxel-based Specific Region analysis system for Alzheimer's Disease (VSRAD)”の発表である。これはWindows PC単独で動作するVBMソフトウェアで、最新バージョンは“VSRAD advance2”と