

機能的磁気共鳴画像法（fMRI）による非侵襲的脳循環動態評価

雨宮史織

東京大学医学部附属病院 放射線科

【研究の背景】

fMRI 計測は、血行動態の影響を直接的に受けるがその影響についての知見は乏しい。これまでの研究 (Amemiya et al. 2012, 2014) により、低灌流下において灌流時間遅延に応じた fMRI 信号の遅延が起こることが知られている。しかしながら、健常者における BOLD (blood oxygenation level dependency) 信号の時相差の由来が血管性か神経性かは未知であった。

【目的】

本研究では、健常者全脳 BOLD 信号及び Gd 造影灌流画像の時間差解析を行い、灌流時間の及ぼす影響を計算した上で、安静時神経活動に空間伝播性があるか否かを明らかにし、その伝播経路を同定することを目的とする。

【方 法】

神経学的異常、脳血管障害のない被験者の安静時 fMRI および灌流画像 (PWI) を取得した。fMRI データには撮像タイミング補正、体動補正、空間的標準化、平滑化、線形トレンド除去、低周波成分 (0.01-0.1 Hz) 抽出後、相互相関解析を行い、全脳平均信号変動と各ボクセルの信号変動との相関が最も高くなる時間差をボクセル毎に算出し、(1) fMRI time lag map を得た。灌流画像データにも撮像タイミング補正、空間的標準化の後、BOLD と同様に相互相関解析を行い、(2) 血行動態による time lag map を得た。主成分分析により fMRI time lag と PWI time lag の次元を推計した後、独立成分分析により (1) から (2) を分離し、神経活動由来と推定される伝播性信号変動の経路同定を試みた。

【結 果】

空間的独立成分分析により PWI lag は一次元と推計された。一方、fMRI lag map からは、灌流成分と別に複数の独立な伝播経路が同定された (Minka's maximum likelihood density estimation)。これらは左右対称性で解剖学的特徴を持つものの、個々の resting-state network とは一致せず、単純な hemodynamic response function の空間的差異でも説明は困難であり、安静時神経活動の空間伝播性に由来するものと推測された。

【考 察】

安静時 fMRI 時間差解析は、空間伝播性を有し構造的な時相差を呈する自発的神経活動の存在を示した。

【臨床的意義・臨床への貢献度】

脳の定常状態を構成する自発性神経活動には、多岐にわたる神経・精神疾患で異常が起こることが知られる。本研究は灌流成分の分離から、全脳性の自発的神経活動に空間伝播性があることを示した初の研究である。安静時神

経活動基盤の仕組みの一部を明らかにする結果であり、機能異常を評価・理解する上で重要なバイオマーカとなることが期待される。

【参考・引用文献】

雨宮史織, 高尾英正, 花岡昇平, 大友邦 rs-fMRI temporal lag analysis reveals structured propagation of spontaneous neuronal activity 第 43 回 日本磁気共鳴医学会 2015.9.10