

<シンポジウム 09—1> ヒト中枢神経の functional connectivity の新しい解析法

安静時 fMRI による運動関連領域間神経結合の解明

林 俊宏

(臨床神経 2010;50:898)

Key words : 脳機能画像法, 運動野

機能的磁気共鳴画像法 (fMRI) を始めとする脳機能画像法は, 感覚刺激や認知課題遂行による脳活動と安静時や対照課題遂行による脳活動の違いを検出して, 関心のある脳機能の構成要素に対応する脳賦活領域を特定すること, すなわち脳の機能局在を明らかにすることにもちいられてきた. 一方で, 複数の脳領域間において課題などの違いによる活動の相関関係の変化をみることにより, それら脳領域間の機能的結合 (functional connectivity) が評価されてきた.

通常の脳機能画像法では単なるベースラインとして扱われる安静時にも脳は活動を休止しているわけではない. 安静時の BOLD (blood oxygenation level-dependent) 信号の低周波性 (0.1Hz 以下) のゆらぎ成分に着目すると, 両側運動野の信号に時間的相関関係があることを 1995 年に Biswal らが示し, 安静時の信号にも自発的脳活動に由来する機能的結合の情報がふくまれていることが示唆された. この安静時の低周波性ゆらぎ成分は信号自体が微弱であり, かつ呼吸・心拍などの生理学的雑音も同周波数領域に混入しやすいなどの技術的困難もあり, その応用はすぐには普及しなかった. 2004 年に Greicius らがアルツハイマー病患者の安静時の fMRI にて健常対照群と比較して前頭葉内側面・頭頂葉内側面楔部 (default mode network) ・海馬の機能的結合の低下を認めたとの報告を契機に再度注目されるようになった. 安静時の

fMRI による機能的結合の評価は resting-state functional connectivity MRI (rs-fcMRI) とも呼ばれるようになり, 様々な神経・精神疾患を対象とした臨床研究もおこなわれつつある. ここで, 従来の rs-fcMRI 研究は背側視覚系, 腹側視覚系, 体性感覚・運動系, そして default mode network といった, 大域的神経ネットワークの活動をみるものが主であり, より詳細な機能的結合の情報を抽出するのは困難であった. また rs-fcMRI で観察されるところの機能的結合の機序は解明されておらず, それらが実際の神経結合と合致するものかも不明であった. 演者はここ 10 年来おこなってきたサルをモデル動物とした fMRI 方法論開発研究を基に, 麻酔下サルでの rs-fcMRI の方法論開発をおこなった. 体性感覚・運動系そして default mode network といった大域的神経ネットワークを同定し, さらに一次運動野・運動前野・補足運動野などの複数の運動関係領域で, それぞれの領域での体部位局在に対応した (M1 上肢—PMd 上肢—PMv 上肢—SMA 上肢など) 中域的ネットワーク単位での機能的結合を抽出することにも成功した. さらに rs-fcMRI による機能的結合マップはトレーサー法による解剖学的神経結合と良く一致することを示した. 本講演ではこれらの知見を概説し, また臨床応用の可能性と問題点を考察する.

Abstract

Connections among motor-related areas revealed by resting-state functional connectivity MRI

Toshihiro Hayashi, M.D., Ph.D.
The University of Tokyo Hospital

(Clin Neurol 2010;50:898)

Key words: functional brain imaging, motor cortex