

Connectivity in ictal single photon emission computed tomography perfusion : a cortico-cortical evoked potential study

Tousseyn S, Krishnan B, Wang ZI, Wongwiangjunt S, Nayak CS, Mosher JC, Wu G, Van Paesschen W, Leahy RM, Gonzalez-Martinez JA, Bulacio J, Najm IM, Alexopoulos AV, Nair DR

Brain 140 : 1872-1884, 2017

MRI・PET 陰性あるいは局在性の脳波所見に乏しいてんかんの焦点診断において、SISCOM（発作時と安静時 SPECT の統計学的差分表示）は強力な診断ツールである。しかし、時間分解能の問題があり、複雑な発作時灌流パターンの解釈は必ずしも一定ではない。発作時高灌流領域は発作起始もしくは発作伝播経路を反映するとされる一方で、発作時低灌流領域の意義は不明である。著者らは、SISCOM で検出された発作時灌流変化（高灌流/低灌流）が脳内ネットワークの電気的結合と一致するかどうかについて、頭蓋内脳波（SEEG）で計測した皮質-皮質間誘発電位

（CCEP）を用いて検討した。

SEEG にて単一焦点が同定された 31 例の難治性てんかん患者の 36 件の SISCOM について解析した。発作起始領域（IOZ）を電気刺激して脳の各部位で CCEP と SISCOM を定量比較したところ、67% の検査で、高灌流領域の誘発電位は通常灌流域より有意に高い値を示した。高灌流領域の電極の大部分が有意な CCEP を示した一方、通常灌流域と低灌流域では、有意な CCEP を示した電極は少なかった。61% の検査において、灌流値と CCEP は、有意な正の相関を示し、特に刺激した IOZ が高灌流域であった場合、82% で灌流値と CCEP に有意な正の相関がみられた。つまり、IOZ と高灌流域の間では電気的結合が強く、通常灌流域・低灌流域では IOZ との電気的結合が弱いことが示された。著者らは、SISCOM で検出される灌流域は無秩序なものではなく、電気的に結合したてんかん原性ネットワークを反映していると主張している。

【コメント】 てんかん原性をネットワークとして捉える方法がさまざまに模索されている中で、SISCOM の解釈を捉え直すような興味深い論文である。SISCOM で検出される発作焦点以外の高灌流域が、従来考えられていたような単純な発作の伝播よりはむしろ電気的な結合を反映しているとする内容で、SISCOM の解釈に大きく影響し得ると思われる。

Presurgical thalamic “hubness” predicts surgical outcome in temporal lobe epilepsy

He X, Doucet GE, Pustina D, Sperling MR, Sharan AD, Tracy JJ

Neurology 88 : 2285-2293, 2017

Resting state, グラフ理論, 機械学習といった流行の理論を用いててんかん原性を捉え直した興味深い論文である。著者らは脳をテンプレートに基づいて区画化し、ゆっくり変動する安静時の fMRI 信号の 2 区画間の相関を機能結合の指標とした。そして各区画を node, 区画間の相関を edge としてグラフ理論を適用した。片側側頭葉てんかんに対して前側頭葉切除を行った 56 名の患者を対象とし、術後 1 年の発作成績を Engel class I（35 名）と class II 以下（21 名）に分け、さらに 28 名の健常者をコントロール群として解析を行った。グラフ理論に基づいて、nodal hubness（ネットワークにおける node の重要性）とネットワークの統合性といったネットワーク特性を見積もり、グループ間

で比較したところ、90 個の node のうち、両側視床においてのみ、術後無発作群およびコントロール群と比較して、非無発作群で nodal hubness の上昇がみられた。すなわち、側頭葉てんかん術後の発作残存例では、視床を中心としたネットワーク構築が顕著であることが示された。そこで、視床を除去するシミュレーションを行ったところ、非無発作群においてネットワーク統合性の著しい低下がみられた。著者らは、この結果に基づいて、視床の nodal hubness が術後発作予後予測に有用であるかどうかの検討を行った。機械学習の手法を用いて発作予後予測を行ったところ、正答率は 76% であった。一方、てんかんの標準的な臨床指標による発作予後予測の正答率は 58% であった。すなわち、視床の hubness が術後発作予後予測のバイオマーカーとして有用である可能性が示された。

【コメント】 近年、部分てんかんのてんかん原性の維持においても視床が重要な役割を果たしていることが注目されている。一方で、同様の臨床所見を呈する側頭葉てんかんであっても術後発作予後が異なる場合がある。著者らは、これらの知見の関係を新しい解析手法を用いて鮮やかに紐解いた。同時に、術後発作残存例に対するモジュレーション治療の可能性も示唆している。前向き研究がまたれる。

（國井尚人 東京大学脳神経外科）