

## 第10回杏林医学会研究奨励賞受賞報告

田代 祥一

杏林大学医学部リハビリテーション医学教室

ニューロリハビリテーション領域では、磁気や電流といった物理手段を用いて非侵襲的に脳を刺激し、リハビリテーションの効果を増強させる非侵襲的脳刺激法 (NTBS: Non-Invasive Transcranial Brain Stimulation) が大きな期待を集めている。その機序として、神経可塑性の増強、長期増強等を介した学習の向上、皮質興奮性の増加などが誘導されることが明らかになっている。このような手段のうち低強度の電流を用いるものは経頭蓋電流刺激 (TCS: Transcranial electrical current stimulation) と呼ばれ、多くの施設で利用可能な簡易的な装置を用いて容易に実施可能である。さらに主に利用されている 2.0 mA 以下のプロトコルであれば頭痛等の軽微な副作用すら顕在化しないとされる<sup>1)</sup>。

行動学的指標や経頭蓋磁気刺激を利用した脳の応答性に関する諸検査に加え、時間分解能に優れる脳波で計測される Brain state は効果指標として重要である。しかし、電流刺激電極と脳波記録電極は別物であるため、刺激電極で覆われた部位、すなわち標的領野由来の脳波を記録する手段が乏しく、直接的な神経生理作用の検証が困難である。このことは特に近年手法の改善が図られている精密刺激法の分野で特に問題となっている。精密刺激は、刺激電極の形状や位置を工夫し標的となる脳領野を限局させることで、より特異的かつ安定的な反応を得ようとする試みであり、非侵襲的脳刺激法につきまといっている刺激に対する反応の個体差を克服するために不可欠と考えられている。しかし、精密刺激法では刺激電極の陰極と陽極とが比較的局所に集中するため脳波電極を設置する空間的余裕がないこと、対象領野以外の脳波変化が指標として役に立ちづらいうことから新しい方法の開発が急務であった。

我々は、刺激電極の中央に脳波電極を埋め込むという簡潔明快な手法を発明し、このハイブリッド電極により十分に脳波測定が可能であることを検証、報告した<sup>2)</sup>。特に精密刺激用の直径 3 cm 強の円形小型電極でこれを示すことで、本手法が高い feasibility を有することを明らかにした。この電極はその形状から DONUT (DOuble electrodes for Nouha U TCS。U は数式の 'cup' である) と命名した。本手法の開発に伴って、従来必須と考えられてきた脳磁図や機能的核磁気共鳴の併用といった大掛かりな設備を用いることなく、多くの研究室で簡便に実施可能な方法によって TCS の即時的効果が直接的に測定できるようになった。このことは臨床神経生理学や神経リハビリテーション領域の研究・臨床を大いに振興する画期的な成果であると考えている。この杏林医学会研究奨励賞の対象論文は、Probing EEG activity in the targeted cortex after focal transcranial electrical stimulation. Brain Stimulation. 2020.13 (3): 815-818 に上梓された。

## 参考文献

- 1) Antal A, Alekseichuk I, Bikson M, et al. Low intensity transcranial electric stimulation: Safety, ethical, legal regulatory and application guidelines. Clinical neurophysiology: official journal of the International Federation of Clinical Neurophysiology. 2017; 128: 1774-809.
- 2) Tashiro S, Siebner HR, Charalampaki A, et al. Probing EEG activity in the targeted cortex after focal transcranial electrical stimulation. Brain Stimulation. 2020.13 (3): 815-818.