

Title	Connectivity Gradient in the Human Left Inferior Frontal Gyrus: Intraoperative Cortico-Cortical Evoked Potential Study(Abstract_要旨)
Author(s)	Nakae, Takuro
Citation	Kyoto University (京都大学)
Issue Date	2020-07-27
URL	https://doi.org/10.14989/doctor.k22693
Right	The article is published under a CC BY licence.
Type	Thesis or Dissertation
Textversion	ETD

京都大学	博士（医学）	氏名	中江卓郎
論文題目	Connectivity Gradient in the Human Left Inferior Frontal Gyrus: Intraoperative Cortico-Cortical Evoked Potential Study (ヒト左下前頭回における結合性勾配について—術中皮質刺激皮質誘発電位による研究)		
(論文内容の要旨)			
<p>【背景】 脳神経外科手術において機能温存、とくにヒト固有の高次機能である言語機能の温存は重要である。優位半球の下前頭回 (inferior frontal gyrus; IFG) は、後方にある三角部 (pars triangularis; pTri)と弁蓋部 (pars opercularis; pOpe) が Broca 野として知られる運動性言語中枢であり、前方にある眼窩部 (pars orbitalis; pOrb) が意味認知機能に関連する。言語二重経路仮説において、音韻性処理を担う背側経路と意味性処理を担う腹側経路が知られ、IFG 後方は背側経路に、前方は腹側経路に属する。下前頭後頭束(inferior fronto-occipital fasciculus; IFOF)は腹側経路を構成する主要な白質の一つで、IFG pOrb に終末をもち、大脳深部白質における電気刺激マッピングにより意味性処理を担うことが示されている。他方、側頭葉前部は意味記憶を担う部位として知られ、腹側経路への関与が推察されるが、IFOF との間に解剖学的結合は証明されていない。このことから、単発電気刺激により皮質-皮質間の結合性を評価する皮質皮質間誘発電位(CCEP)によって、下前頭回から側頭頭頂葉への接続様式を明らかにすることを目的とした。</p> <p>【方法】 京都大学医学部附属病院にて言語優位半球の髄内腫瘍摘出またはてんかん焦点切除術を実施した連続 49 症例のうち、下前頭回刺激で側頭頭頂葉において術中 CCEP 記録を行った14症例を対象とし、以下の2つの解析を行った。(1) 刺激領域(pOrb / pTri / pOpe)ごとに、標準脳空間に全症例の反応を加算し、平均した 4D マップを作成し、(2) 各症例で計測された波形から結合の有無を判定し、刺激部位座標と結合部位座標の位置関係を解析した。判定条件は、背景活動の 6 SD 以上の振幅をもつ短潜時の陰性誘発電位 (以下、N1 反応) を認める場合とした。位置関係については、刺激部位 (前後軸・上下軸) × 結合部位 (前後軸・上下軸) の 4 つの変数ペアについて回帰分析を行った。</p> <p>【結果】 平均反応 4D マップでは、pOpe 刺激で背側経路に属する上・中側頭回後部や縁上回に N1 反応を認め、pOrb 刺激では腹側経路に属する側頭葉前下方や角回に N1 反応を認めた。pTri 刺激では両者の中間的な反応であった。刺激部位と結合部位の位置関係の解析では、下前頭回 (刺激部位) の前後軸と側頭葉 (結合部位) の前後軸との間に有意な回帰式が求まり、それぞれ前方同士、後方同士が結合していた。他のペアでは有意な関係は見られなかった。</p> <p>【考察】 IFG pOrb から側頭葉前下方への結合はこれまでに報告がなく、解剖や MRI による従来のアプローチでは交差線維の検出が困難で、電気刺激により機能的結合性を評価する CCEP を用いたことで、はじめて明らかになったと考える。下前頭回から側頭葉への結合において前後軸に沿った対応関係を認めたことは、過去の文献において下前頭回と側頭葉の双方で前後軸に沿った機能勾配が報告されていることと相容れる結果で、下前頭回において音韻性から意味性への前後軸に沿った機能的勾配が存在することを示唆する。これらの結果から、Broca 野のみならず、その前方領域にも留意することが術後の機能温存に寄与する可能性がある。</p>			

(論文審査の結果の要旨)

本研究は、言語優位半球の髄内腫瘍切除およびてんかん焦点切除の手術中に皮質刺激皮質誘発電位(CCEP)検査を行った 14 症例を対象に、下前頭回と、側頭葉・頭頂葉の結合関係を明らかにし、全症例の CCEP を共通の座標系に統合し、下前頭回の各領域 (眼窩部・三角部・弁蓋部) の刺激による CCEP の反応の違いを動画として可視化した。これにより、下前頭回的前方に位置する眼窩部は、いわゆる Broca 野が結合する側頭葉後部とは異なり、側頭葉前腹側部に結合を持つことを明らかにした。これまでの報告から下前頭回眼窩部や側頭葉前腹側部は意味性処理や意味記憶に関連する領域であり、この結合が意味処理を担当する言語腹側経路に属することが示唆された。また、下前頭回と側頭葉との間に、前後軸に沿った結合性勾配 (より前方の刺激がより前方に反応を惹起する) を見出した。これまでの報告で指摘されてきた下前頭回や側頭葉の機能的勾配と相容れる結果であり、下前頭回において音韻性 (言語背側経路) から意味性 (言語腹側経路) への前後軸に沿った勾配が存在することを示唆することになった。これらの結果から、古典的な言語野である Broca 野のみならずその前方領域にも留意することが、言語腹側経路も含めた言語ネットワーク温存に寄与する可能性を提起した。

以上の研究は、言語ネットワークの解明に貢献し、脳神経外科手術中の言語経路の同定および言語機能温存の発展に寄与するところが多い。

したがって、本論文は博士 (医学) の学位論文として価値あるものと認める。なお、本学位授与申請者は、令和 2 年 6 月 10 日実施の論文内容とそれに関連した試問を受け、合格と認められたものである。