

錯覚に対する前頭葉領域の役割 – 事象関連 fMRI、TMS 研究 –

村上丈伸

福島県立医科大学医学部 神経内科学講座

【研究の背景】

異なる情報が脳内で同時に処理されるときに錯覚をきたすことが知られている。マガーグ効果はその一例で、聴覚認知が視覚性情報から干渉を受けることによる錯覚である。例えばバの音声とガと言っている映像とを組み合わせて視聴すると、全く別の音であるダと認識する。近年の脳機能画像研究において、マガーグ効果には聴覚視覚情報を統合する左上側頭溝が関与していると言われている¹⁾。一方、下前頭回や運動前野をはじめとした前頭葉の活動も認められており²⁾、その役割については結論が出ていない。

【目的】

本研究では前頭葉領域がマガーグ効果に対してどのような役割を果たしているかを検討した。

【方法】

27 人の健常成人を対象として、バ/バの音声とガ/カと言っている顔の映像とを組み合わせた不一致条件と、音声と映像とが一致した条件(バ/バ)をランダムに提示し、施行毎に認識した音声を確認する課題を行った。まず事象関連 fMRI をを行い、各条件に対する脳活動領域を検索した。次に各条件で発声の直前に単発経頭蓋磁気刺激(TMS)を左右口唇領域の運動野と左足領域の運動野に行うことで、マガーグ効果の出現が干渉されるか検討した。最後に不一致条件において、発声の 450、250、150、50ms 前、直前と 50、150、350ms 後に単発 TMS を左口唇領域の運動野に行うことで、マガーグ効果がどのタイミングで干渉されるかを検討した。

【結果】

fMRI 実験において、不一致条件では一致条件と比べて有意にマガーグ効果を認め、反応時間も延長した。どちらの条件でも視聴覚領域である後頭側頭領域、下前頭回や運動前野の活動を認めた。左運動前野と両側下前頭回は一致条件に比べて不一致条件においてより強い活動を認めた。マガーグ効果の出現率と左下前頭回の活動とは有意な負の相関を認めた。Psychophysiological interaction 解析を行うと、左下前頭回と両側中心前回との connectivity とマガーグ効果の出現率とに負相関を認めた。

TMS 実験において、左右の口唇領域運動野に単発 TMS を行った条件では、TMS を行わない条件と比べてマガーグ効果の出現が有意に抑制されたが、足領域の運動野刺激では抑制を認めなかつた。この TMS による抑制効果は不一致課題において発声する 150ms 前後において有意に認められた。

【考察】

fMRI 実験から下前頭回や運動前野をはじめとした前頭葉領域がマガーグ効果の出現に関与することが示された。不一

致条件下での左下前頭回の活動は、一致しない複数の入力情報を同定して錯覚を起こさないように働くためと考察した。同様に左下前頭回-中心前回の connectivity もマガーカー効果の出現率と負相關を示しており、抑制的に働くと考えた。TMS 実験では、口唇領域の運動野への単発 TMS が左下前頭回-中心前回の connectivity を刺激することによってマガーカー効果を抑制したと考えた。TMS の効果は刺激部位と刺激タイミングに特異性があることが示された。

【臨床的意義・臨床への貢献度】

本研究により、聴覚視覚情報処理における前頭葉領域の役割について、健常成人を対象として詳細に検討できた。アルツハイマー病では、健常人に比べてマガーカー効果が認められにくいという報告がある³⁾。今後、アルツハイマー病やレビー小体型認知症、前頭側頭型認知症をはじめとした認知症疾患における、また視覚聴覚統合機能や前頭葉機能の評価として、マガーカー効果を用いることは有用である。その際に認知症疾患での特徴を把握するうえで、本研究結果と対比することは大変重要であると考える。さらには認知症治療薬による影響について検討することも意義深い。

【参考・引用文献】

- 1) Beauchamp MS et al., fMRI-guided transcranial magnetic stimulation reveals that the superior temporal sulcus is a cortical locus of the McGurk effect. *Journal of Neuroscience* 2010; 30(7): 2414-2417.
- 2) Ojanen V et al., Processing of audiovisual speech in Broca's area. *Neuroimage* 2005; 25: 333-338.
- 3) Delbeuck X et al., Is Alzheimer's disease a disconnection syndrome? Evidence from a crossmodal audio-visual illusory experiment. *Neuropsychologia* 2007; 45(14): 3315-3323.