

○令和元年度奨励研究

「視空間注意の側性化の検討」

医科学センター 助教 石井大典

1. 研究目的

半側空間無視は右半球の病変および左半球の病変の両方にみられるが、右半球の病変において重篤かつ持続的な無視の症状が確認されている^{1,2)}。これは右半球が視空間注意における優位性を有している事を示唆している。これまでも視空間注意の側性化について調べた研究は多く存在し、そのほとんどが右半球の優位性を示している。その一方で、視空間に呈示された文字に注意を払う課題では左半球の優位性を示す報告がされている³⁾。こうした研究より、視空間注意における左右半球の優位性は常に一定ではなく、状況により変化することが想像される。

Prepulse inhibition (PPI) は、強い感覚刺激（驚愕刺激）により生じる驚愕反応が、その強い刺激の直前に微弱な刺激（先行刺激）を与ことで、抑制される現象から感覚情報の処理過程を評価する方法として広く用いられている⁴⁾。PPIの特性として、先行刺激に注意を向けることで増強することが知られている⁵⁾。

そこで本研究は、PPIを評価指標として用いて、視空間注意の優位性が状況依存的に変化するかを検討した。

2. 研究方法

右手利き男性健常成人11名（平均年齢28.1歳：範囲20歳から40歳）が参加した。実験手順として、安静課題と選択的注意課題の2条件を無作為化し、各研究協力者に対してランダムな順序で実施した。課題中における聴覚刺激は、1) 驚愕刺激、2) 背景ノイズの2種類呈示した。視覚刺激は、6種類呈示した。安静課題では、協力者に画面中央に表示された十字の固視点を注視させた。刺激の呈示パターンは、左側三角 + 音、右側三角 + 音、左側下三角 + 音、右側下三角 + 音、両側三角 + 音、両側下三角 + 音の6種と、音のみの条件の計7条件を1ブロックとし、1ブロック内で7条件全てをランダムに呈示した。選択的注意課題において、実験装置および刺激呈示方法は安静課題と同一とした。課題中、協力者は固視点を注視し、2種類の図形のうち、指定した図形の出現回数を数えるよう教示された（三角形または下三角形）。標的とする視覚刺激は協力者毎にランダムに選択された。驚愕反応は、左眼輪筋の筋電位を計測し、評価した。筋電位の収集は、驚愕刺激の開始から100 - 200ミリ秒の筋電を10 kHzでコンピュータに取り込んだ。帯域通過フィルタは28 - 500 kHzに設定した。また、50 kHzのノイズを除去するためノッチフィルタを設定した。筋電位シグナルは全波整流後、時定数10ミリ秒で積分処理し、条件ごとに平均した。驚愕刺激音の呈示から40 - 140ミリ秒内の平均化iEMGのピーク値を驚愕反応とした。統計解析として、視覚情報の処理率は、各視覚刺激による聴覚性驚愕反応の抑制率（%prepulse inhibition: %PPI）を用いて評価した。%PPI は、 $\{[(\text{音の単独試行における平均iEMGのピーク}) - (\text{視覚刺激+ 音の試行における平均iEMGのピーク})] / \text{音の単独試行における平均iEMGのピーク}\} \times 100$ として計算した。統計解析は、視覚提示位置（左側、右側、両側）を要因として一元配置分散分析を行った。Bonferroniによる事後検定は、分散分析により統計的に有意差を示した項目について実施した。危険率5%として検定した。

3. 研究結果

安静課題における%PPIについて、一元配置分散分析により、視覚提示位置の条件に主効果が認められた ($F(2, 20) = 5.778, P < 0.05$)。また、事後検定により、両側への視覚刺激による%PPIは、左側への視覚刺激による%PPIに比べて有意に高かった (Bonferroni corrected $P < 0.05$)。選択的注意課題において、標的視覚刺激に対する反応では、視覚提示位置の条件に主効果が認められた ($F(2, 20) = 10.179, P < 0.01$)。また、事後検定において、視覚刺激が右側に呈示された条件の%PPIは、視覚刺激が左側または両側に呈示された条件の%PPIに比べ有意に低かった (左側 - 右側 Bonferroni corrected $P < 0.01$, 右側 - 両側, Bonferroni corrected $P < 0.05$)。一方で、視覚刺激が左側に呈示された条件の%PPIと両側に呈示された条件の%PPIには、有意な差はみられなかった (左側 - 両側 Bonferroni corrected $P > 0.05$)。非標的視覚刺激に対する反応においては、視覚提示位置の条件に主効果は認められなかった ($F(2, 20) = 0.211, P > 0.05$)。

4. 考察 (結論)

本研究では、1) 安静課題において、視覚刺激が両側に呈示された条件の%PPIは、視覚刺激が左側に呈示された条件の%PPIに比べて有意に高かった。2) 選択的注意課題において、視覚刺激が右側に呈示された条件の%PPIは、視覚刺激が左側または両側に呈示された条件の%PPIに比べ有意に低かった。3) 選択的注意課題において、視覚刺激が両側に呈示された条件の%PPIと視覚刺激が左側に呈示された条件の%PPIには、有意な差は認められなかった。

これまで視空間注意の優位性を調べた研究の多くは、研究協力者に能動的な反応を求める課題で実施されてきた。例えば、左右の視野に呈示された視覚刺激に対するポインティング課題では、左手の反応時間は右手の反応時間よりも短いことが示されている⁶⁾。本研究においても、そうした能動的な反応を求める選択注意課題では視空間注意が左へ偏倚した。一方で、能動的な反応を求めない安静時課題では、視空間注意の左偏倚は認められなかった。これらの結果は、視空間注意の優位性が状況依存的に変化することを示唆している。

半側空間無視は右半球の病変により重篤かつ持続的な無視の症状を呈することが報告されている^{1,2,7)}。その病態として、視空間注意の右方偏倚により左側に注意が向きづらいために、右半側を無視してしまうと考えられている。本研究結果はこうした仮説に対し、状況依存的に視空間注意の優位性が変化するという新しい観点を加えさらなる病態解明に貢献できると考えている。

本研究は、PPIを評価指標としたため、能動的な反応を求めずに視空間注意について検討することが出来た。その結果、ほとんど注意を必要としない安静課題と高い注意を必要とする選択的注意課題に条件を分けることができ、視空間注意はより高い注意を必要とする場合にのみ、右方偏倚している可能性があることが示唆された。本研究は、視空間注意のメカニズム解明に新たな観点を加え、視空間注意が関与している様々な症状の病態解明に貢献できると考える。

5. 成果の発表 (学会・論文等, 予定を含む)

論文

1. **Ishii D**, Takeda K, Yamamoto S, Noguchi A, Ishibashi K, Tanamachi K, Yozu A, Kohno Y. Effect of Visuospatial Attention on the Sensorimotor Gating System. *Front Behav Neurosci*. 2019, 13:1. eCollection 2019.

学会発表

1. **Daisuke Ishii**, Kotaro Takeda, Satoshi Yamamoto, Akira Noguchi, Kiyoshige Ishibashi, Kenya Tanamachi, Arito Yozu, Yutaka Kohno. Laterality effects of the visual information processing on the sensorimotor gating system. The 9th Federation of Asian and Oceanian Physiological Societies. 2019.3. Kobe.
2. **石井大典**, 武田湖太郎, 山本哲, 野口光, 石橋清成, 棚町兼也, 四津有人, 河野豊. 視空間注意の側性化は状況に依存して変化する. Brain and Rehabilitation 2019. 2019.9. 東京.

6. 参考文献

- 1) Corbetta, M., F.M. Miezin, G.L. Shulman, and S.E. Petersen. A PET study of visuospatial attention. J Neurosci. 1993; 13(3): 1202-26.
- 2) Stone, S.P., P. Patel, R.J. Greenwood, and P.W. Halligan. Measuring visual neglect in acute stroke and predicting its recovery: the visual neglect recovery index. J Neurol Neurosurg Psychiatry. 1992; 55(6): 431-6.
- 3) Floel, A., A. Buyx, C. Breitenstein, H. Lohmann, and S. Knecht. Hemispheric lateralization of spatial attention in right- and left-hemispheric language dominance. Behav Brain Res. 2005; 158(2): 269-75.
- 4) Graham, F.K. Presidential Address, 1974. The more or less startling effects of weak prestimulation. Psychophysiology. 1975; 12(3): 238-48.
- 5) Luthy, M., T.D. Blumenthal, W. Langewitz, A. Kiss, U. Keller, and H. Schachinger. Prepulse inhibition of the human startle eye blink response by visual food cues. Appetite. 2003; 41(2): 191-5.
- 6) Carson, R.G., R. Chua, D. Elliott, and D. Goodman. The contribution of vision to asymmetries in manual aiming. Neuropsychologia. 1990; 28(11): 1215-20.
- 7) Kinsbourne, M. Hemi-neglect and hemisphere rivalry. Adv Neurol. 1977; 18: 41-9.