

等輝度色刺激と輝度刺激による視覚誘発電位

II. Steady-state型反応の空間周波数特性

友田宏幸・飛松省三・加藤元博

九州大学医学部 脳研 臨床神経生理

〒812 福岡市東区馬出3-1-1

1. はじめに

視覚誘発電位 (VEP) の空間周波数特性は時間周波数により変化することが報告されており¹⁾, その生理学的機序として異なる神経細胞群, すなわち parvocellular 系 (P-cell 系) と magnocellular 系 (M-cell 系) の関与が考えられている²⁾.

前演題で, 等輝度色刺激と輝度刺激によるヒトの transient 型 VEP の空間周波数特性と, その生理学的意義につき報告した. そこで, 等輝度色刺激によるヒトの steady-state 型 VEP においても, P-cell 系優位と考えられる反応を記録し得るかどうかを調べることを目的として, 輝度刺激 VEP と比較することにより検討した.

2. 対象および方法

石原式色覚検査で異常を認めない視力1.0以上の若年健康成人13名を対象とした.

刺激は前演題と同様, 等輝度色刺激は赤と緑 (輝度16 cd/m²), 輝度刺激は黒と白 (平均輝度16 cd/m², コントラスト90%) の縦縞正弦波格子を

用いた. パターンサイズは0.5-8c/degの範囲で, 9種類の異なる大きさを用い, 単眼の全視野刺激とした.

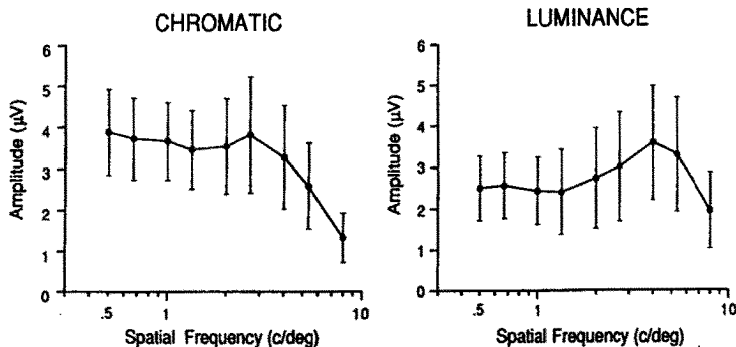
時間周波数は4 Hz (1秒に8回反転) とし, 記録は後頭結節より2.5cm上に探查電極を, 鼻根部より12cm上のFzを基準電極として導出し, 解析は掃引時間を2秒として, 40回の加算平均波形をフーリエ変換することにより, 振幅と位相を求めた.

3. 結果

Steady-state 型 VEP は, 正弦波様波形を示しフーリエ変換による amplitude spectrum で, 刺激頻度の2倍, すなわち図形反転頻度に一致した第二調和成分を主成分とする反応が得られ, この振幅と位相を測定した.

振幅は空間周波数軸に対し, 等輝度色刺激では低いし中間帯域で反応が大きく, 4c/deg以上の高い帯域で反応が減弱する low-pass 型の特性を示した. 輝度刺激では4c/degで最大の反応を示し, それよりも低い側および高い側の双方の帯域で反応が減弱する bandpass 型の特性を示

図1 等輝度色刺激(左)と輝度刺激(右)による視覚誘発電位の振幅の空間周波数特性(平均±SD) 等輝度色刺激では, 低いし中間帯域で反応が大きい low-pass 型の特性を示し, 輝度刺激では4c/degで最大の反応を示す bandpass 型の特性を示す.



1992年冬期視覚研究会,
1992年2月8日.

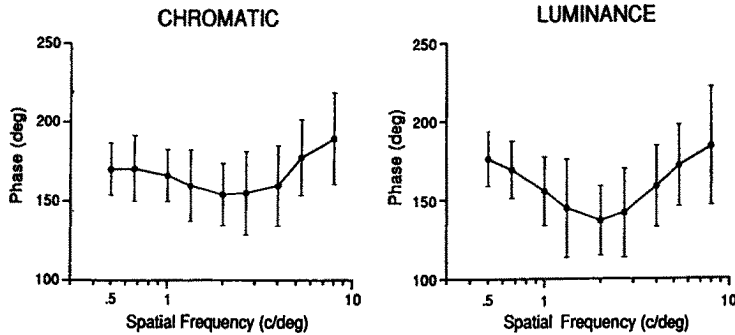


図2 等輝度色刺激(左)と輝度刺激(右)による視覚誘発電位の位相の空間周波数特性(平均±SD) 等輝度色刺激, 輝度刺激ともに中間帯域で減少を示すU字型の特性を示すが, 輝度刺激に比べ等輝度色刺激の方が位相の変動域がより狭い。

し, 等輝度色刺激によるものとは明かに異なっていた(図1)。

位相は等輝度色刺激, 輝度刺激ともに空間周波数軸に対して, 中間帯域で減少を示すU字型の特性を示したが, 輝度刺激に比べ等輝度色刺激の方が位相の変動域がより狭かった(図2)。

4. 考察

ヒトの心理物理学的検査法において, 等輝度色刺激に対する視覚系の反応特性は, 輝度刺激に比べ, 低い空間周波数側でより強い反応を示すlow-pass型の特性を示すことが報告されている³⁾。しかしながら, ヒトのsteady-state型VEPを用いた報告は我々が検索し得た限りではない。本研究において等輝度色刺激によりVEPの振幅がlow-pass型の特性を示したことは, 心理物理学的検査の研究結果と一致している。

また, 本研究において位相がU字型の空間周波数特性を示したが, Sestokasら⁴⁾によるネコの外側膝状体の単一神経細胞活動の記録でも, X-cell, すなわちP-cell系細胞の反応潜時はU字型の空間周波数特性を示しており, 本研究の結果と一致している。

従って, 時間周波数4 Hzの等輝度色刺激によるsteady-state型VEPを記録することによっても, P-cell系優位と考えられる反応を記録し得たことから, P-cell系の機能を選択的に検査で

きる可能性が示唆された。

5. まとめ

健常成人において等輝度色刺激と輝度刺激によるsteady-state型のVEPを記録した。振幅と位相の空間周波数特性は等輝度色刺激と輝度刺激では異なっていたことから, 等輝度色刺激によりP-cell系優位と考えられる反応を記録し得ると考えられた。

文献

- 1) D. Regan D: Spatial frequency mechanisms in human vision investigated by evoked potential recording. *Vision Research*, 23, 1401-1407, 1983.
- 2) M. Livingstone and D. Hubel: Segregation of form, color, movement, and depth: Anatomy, physiology, and perception. *Science*, 240, 740-749, 1988.
- 3) D. H. Kelly: Opponent-color receptive-field profiles determined from large-area psychophysical measurements. *Journal of the Optical Society of America A*, 6, 1784-1793, 1989.
- 4) A. K. Sestokas and S. Lehmkuhle: Visual response latency of X- and Y-cells in the dorsal lateral geniculate nucleus of the cat. *Vision Research*, 26, 1041-1054, 1986.