

等輝度色刺激と輝度刺激による視覚誘発電位

I. Transient型反応の空間周波数特性

飛松省三・友田宏幸・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

サル¹⁾の視覚系では parvocellular 系 (P-cell 系, 色覚と形態視) と magnocellular 系 (M-cell 系, 動きと立体視) の機能分化が指摘されており, ヒトでもサルと同様の視覚情報処理系を持っていると推測されている。この両系を選択的に刺激できるようになれば, より詳細に視覚機能を検査できると考えられる。そこで, ヒトにおいて P-cell 系の選択的²⁾刺激が可能かどうかを等輝度色刺激による視覚誘発電位 (Visual evoked potential, VEP) を用いて検討した。

2. 対象

視力1.0以上で石原式色覚検査で異常を認めない健康成人9名(19-23歳)である。

3. 方法

我々が開発した視覚刺激装置 (QK Model C180) により等輝度 (16 cd/m²) に設定した赤と緑の縦縞正弦波格子(R-G)をカラーディスプレイ上に提示した。パターン³⁾の大きさ(空間周波数)は0.5~8.0 c/deg で9種類の正弦波格子を用いた。比較のためにコントラスト90%の白と黒の正弦波輝度格子(B-W)を使って同じ条件下でVEPを記録した。VEPは正中後頭部(後頭結節から2.5cm上)に記録電極を置き, 両耳朶連結を基準にして導出した。刺激頻度は1 Hz で, 200 msecの刺激提示を行ない, pattern appearance 型のVEPを記録した。分析時間は300 msecで100

回の反応をシグナルプロセッサ7T17 (NEC三栄)により加算平均した。周波数帯域は0.5-120Hzとした。

4. 結果

Pattern appearance 型のVEPは日常臨床で使われる pattern reversal 型のVEP波形と異なっていた。すなわち, R-G刺激では, 頂点潜時が100~120 msecの陰性波(N1)とそれに続く陽性波(P1)が記録された(図1)。N1の振幅は2.0 c/degの刺激に対して最大でそれより小さいパターンや大き

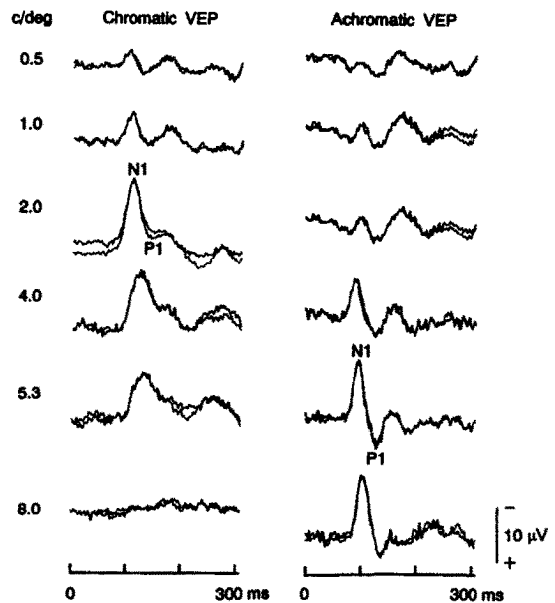


図1 等輝度色刺激(左欄)と輝度刺激(右欄)による視覚誘発電位 波形は両者ともN1-P1から成るが, 反応が最大のパターンの大きさが異なる。

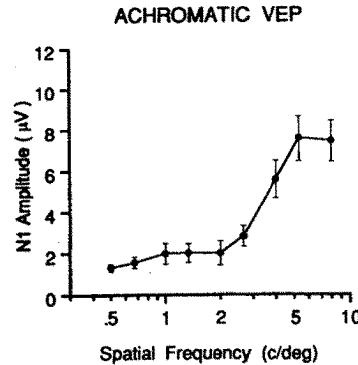
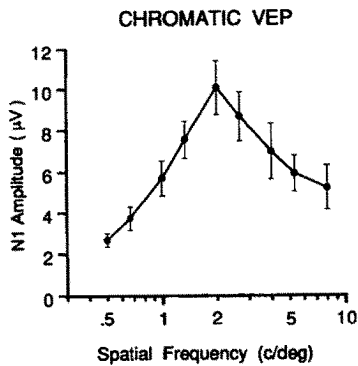


図2 等輝度色刺激(左欄)と輝度刺激(右欄)による視覚誘発電位のN1振幅の空間周波数特性(平均±SEM)色刺激では中等度の大きさ(2.0 c/deg)のパターン、輝度刺激では細いパターン(5.3ないし8.0 c/deg)に対して反応が大きくなる。

いパターンでは反応が小さい band-pass 型の特性を示した(図2)。また、赤と緑の比率を変えて色コントラスト刺激をすると等輝度のところでN1が最大の振幅を示した。B-W刺激では頂点潜時が80~100 msecの陰性波が記録されとそれに続く陽性波が記録され(図1)、その振幅は5.3ないし8.0 c/degで最大のhigh-pass型の特性を示した(図2)。

5. 考察

視覚系は対象の色、形、動き、奥行きなどの種々の情報を並列的に処理していると考えられている。LivingstoneとHubel¹⁾によれば、ヒトの視覚系はサルのP-cell系とM-cell系と同様のシステムを持っていると考えられている。P-cell系は1)空間分解能が高い、2)時間分解能が遅い、3)色の識別が可能であることから主に形態視と色覚に重要であると考えられている。一方、M-cell系は1)空間分解能が低い、2)時間分解能が速い、3)色の感受性がないことから動きと立体視に関与していると言われている。この特性の違いを利用すれば選択的視覚路刺激が可能と考えられる。しかしながら、等輝度色刺激によるVEPの報告は少なく^{2,3)}、その生理学的特性は明らかにされていない。我々は等輝度の色刺激を使って、刺激頻度が遅く(1Hz)しかも動きの要素のないappearance型の刺激を行なった。その結果、VEPは等輝度色刺激に対してband-pass型、輝度刺激に対してはhigh-pass型の空間周波

数特性を示した。サルの一次視覚野の単一神経細胞活動は等輝度色刺激に対してband-pass型の特性を示すことが報告されており⁴⁾、我々の実験結果と一致する。以上より等輝度色刺激を用いることによりP-cell系優位の反応をヒトでも記録でき、選択的視覚路刺激が可能と考えられた。

6. 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 pattern appearance 型のVEPを記録した。波形は陰性(N1)-陽性波(P1)の2相性を示し、N1の反応特性は等輝度色刺激と輝度刺激では異なっていた。従って、等輝度色刺激によりP-cell系優位の反応が得られると結論される。

文献

- 1) M. Livingstone and D. Hubel: Segregation of form, color, movement, and depth: Anatomy, physiology, and perception. *Science*, 240, 740-749, 1988.
- 2) I. J. Murray, N. R. A. Parry, D. Carden and J. J. Kulikowski: Human visual evoked potentials to chromatic and achromatic gratings. *Clinical Vision Science*, 1, 231-244, 1987.
- 3) T. A. Berninger, G. B. Arden, C. R. Hogg and T. Flumkes: Separable evoked retinal and cortical potentials from each major visual pathway: preliminary results. *British Journal of Ophthalmology*, 73, 502-511, 1989.
- 4) L. G. Thorell, R. L. De Valois and D. G. Albrecht: Spatial mapping of monkey V1 cells with pure color and luminance stimuli. *Vision Research*, 24, 751-769, 1984.