

## 加齢にともなう VECP 空間周波数特性の変化 (図4, 表2)

山崎 広子・安達恵美子 (千葉大医学部眼科学教室)

## Aging Effects on Spatial Frequency Characteristics Measured by VECPs

Hiroko Yamazaki and Emiko Adachi-Usami

Department of Ophthalmology School of Medicine Chiba University

## 要 約

加齢に伴う視覚系の解像力の変化を他覚的に評価する目的で視覚誘発脳波 (VECP) の P100 潜時を基準としたコントラスト閾値を用いて空間周波数特性を検討した。眼科的に異常のない視力0.8以上の20歳から79歳までの正常者38名を対象とした。被検眼は散瞳後、直径3mmの人工瞳孔を用いて検査をおこなった。コントラスト対数値対 P100 潜時より求めた回帰直線と基準潜時との交点をコントラスト閾値とした。コントラスト閾値は低空間周波数領域では各年齢群の間に差は認められなかったが、チェックサイズ14', 28'では高齢群で有意に上昇していた ( $p < 0.01$ )。高齢者におけるコントラスト閾値の上昇に老人性縮瞳及び水晶体の透過率の低下のみならず中枢側の neural factor の関与が示唆された。また空間周波数特性の病的眼への応用にあたっては加齢による影響を考慮する必要があると考えられた。(日眼 92: 1662—1665, 1988)

キーワード: 加齢, 空間周波数特性, VECP, 潜時, コントラスト閾値

## Abstract

Aging effects on spatial frequency characteristics were investigated using pattern reversal VECPs. Subjects, consisting of 38 normal volunteers ranging from 20 to 79 years old of age, were divided in three age groups. An artificial pupil of 3mm was used to eliminate senile miosis effects. With decreasing pattern contrast, the P100 peak latency decreased linearly to log contrast. The contrast threshold was determined by extrapolating the regression line of the latency vs. log contrast to 140msec for each check size. Contrast thresholds in elderly subjects were significantly higher than those of middle aged or younger subjects at higher spatial frequency stimuli (for smaller check size). The possible involvement of neural factors was discussed. (Acta Soc Ophthalmol Jpn 92: 1662—1665, 1988)

Key words: Aging, Spatial frequency characteristics, VECP, Latency

## I 緒 言

視覚系の解像力を総合的に評価する手段としてコントラスト閾値を用いた空間周波数特性の重要性は広く知られている<sup>1)</sup>。正常者において高空間周波数領域でコントラスト閾値が上昇することは、自覚的および視

覚誘発電位 (VECP) を用いた他覚的方法により Campbell ら<sup>2)~4)</sup>以来すでに数多くの報告がある。一方、加齢に伴う視機能の変化として自覚的な視力の低下のみならずコントラスト閾値が低下することはすでに知られているが<sup>5)~11)</sup>、他覚的な空間周波数特性に関しては未だ報告されていない。

別刷請求先: 280 千葉市亥鼻 1—8—1 千葉大学医学部眼科学教室 山崎 広子 (昭和63年 6月20日受付)  
Reprint requests to: HIROKO YAMAZAKI M.D. Dept. of Ophthalmol., School of Med., Chiba Univ.  
1-8-1 Inohana, Chiba 280, Japan  
(Accepted for publication June 20, 1988)

VECPの潜時は低コントラスト領域でもバラツキが少なく安定しており刺激のコントラストの低下に従って直線的に延長する。またコントラスト—潜時直線より求めたコントラスト閾値は、自覚的コントラスト閾値とよく相関することが知られている<sup>12)</sup>。私たちは今回、加齢に伴う視覚系の解像力の変化を他覚的に評価する目的でVECPのP100潜時を基準としたコントラスト閾値を用いて空間周波数特性を検討した。

## II 方 法

1: 刺激 白黒の市松模様をTVモニター上に呈示し、1.5Hzにて矩形波反転させ視覚刺激とした。画面の平均輝度は39.1cd/m<sup>2</sup>、刺激視野は7°×11°とした。112', 56', 28', 14'の各チェックサイズに対してコントラストを60%, 30%, 20%, 15%, 10%, 5%, と変化させ、観察距離1.7mにて画面中央を固視させVECPを記録した。

2: 記録 VECPは銀皿状電極をOzにおき不閉電極を耳朶として導出した。前置増幅器により1.5—100Hzのフィルター領域にて増幅したのち加算平均器(ATAC350 日本光電)にて観察時間200msecにて50回加算し、X-Y recorderにて記録した。

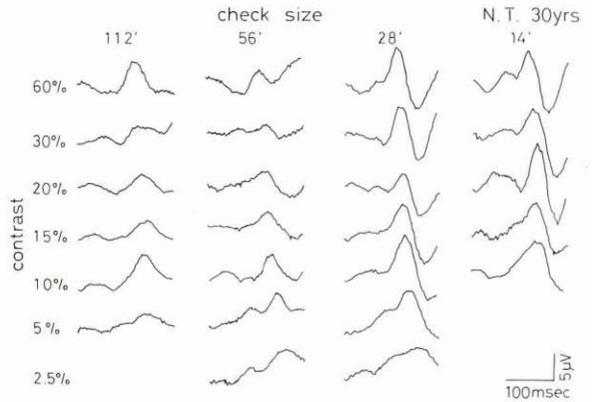
3: 対象 眼科的に異常のない視力0.8以上の正常者38名の片眼を対象とし、20歳—39歳(若年群)、40—59歳(中年群)、60歳—79歳(高齢群)の3群にわけて検討した(Table 1)。被検眼はトロピカミド(Mydrin P®)にて散瞳後、屈折矯正し、直径3mmの人工瞳孔を用いて検査をおこなった。

**Table 1** Numbers of the subjects in three general age groups and the visual acuities (Mean±SD) for each group.

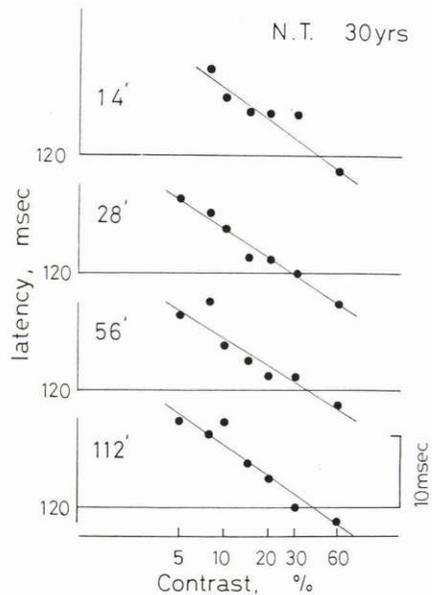
age	number	visual acuity
20 ~ 39 yrs	12	1.1 ± 0.12 (M±SD)
40 ~ 59 yrs	13	1.1 ± 0.2
60 ~ 79 yrs	13	0.95 ± 0.15
total	38	

## III 結 果

図1は30歳の代表例の実際のVECP波形をしめす。100msec付近の上向きの振れ(P100)がすべてのチェックサイズで認められる。P100頂点潜時は刺激の



**Fig. 1** Representative VECP responses from subject N. T. Positive peaks at about 100msec (P100) are observed consistently for all check sizes. P100 latencies are delayed by decreasing the contrast of the stimuli.



**Fig. 2** P100 peak latency as a function of log contrast of the stimuli. Regression lines, obtained by the least square method, are shown in the figure. The contrast which elicits P100 responses of 140 msec latencies is determined as contrast threshold for each check size.

コントラストが低下するに従い、明らかに延長している。図2はそれぞれのコントラストに対するP100潜時をチェックサイズ毎にプロットしたものである。コントラストの対数に対してP100潜時は直線的に変化し延長している。図中に最小二乗法により求めた回帰直線をしめす。潜時を基準としてコントラスト閾値を決定するとき、どの値をもって閾値とするかについては明確な基準がない。今回は20~39歳の若年群で最も閾

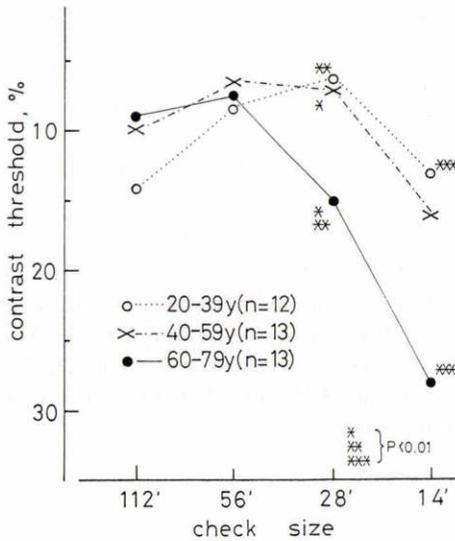


Fig. 3 Mean contrast thresholds for each check size in three age groups. The spatial frequency characteristics of the contrast thresholds are observed to be  $\cap$ -shaped in all groups. The contrast thresholds are significantly increased in elder age group with small check size stimuli ( $p < 0.01$ ).

Table 2 Contrast thresholds (mean  $\pm$  SE) in three age groups.

VECP contrast threshold, % (M  $\pm$  SE)

check size \ age	112'	58'	28'	14'	N
20-39 yrs	14.4 $\pm$ 3.7	8.6 $\pm$ 1.7	6.9 $\pm$ 1.1 *	13.2 $\pm$ 3.0 ***	12
40-59	9.7 $\pm$ 2.2	6.8 $\pm$ 1.5	7.3 $\pm$ 1.3 **	15.2 $\pm$ 4.9	13
60-79	9.5 $\pm$ 2.7	7.5 $\pm$ 1.2	15.1 $\pm$ 2.5 **	28.1 $\pm$ 7.4 ***	13

\* \*\* \*\*\* }  $P < 0.01$

値が低かった28'のチェックサイズで5%コントラスト刺激のときのP100潜時の平均: 140msecをコントラスト閾値の基準とした。

このようにして求めた各チェックサイズにおけるコントラスト閾値を各年齢群別に図3および表2にしめす。コントラスト閾値の空間周波数特性は各年齢群とも逆U字型を示した。低空間周波数領域では各年齢群の間に差は認められなかったが、チェックサイズ14', 28'では高齢群でコントラスト閾値が有意に上昇していた。 ( $p < 0.01$ )

この高空間周波数領域におけるコントラスト閾値上昇に及ぼす網膜照度の影響を検討するためにつぎの実験をおこなった。20~39歳の被験者5名を対象としNeutral density filter (NDF) をもちいて刺激の平均輝度を変化させコントラスト閾値を測定した。用いたND filterは0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6log単位でcheck sizeは14'とし、その他の条件は変化させていない。結果は図4に示すごとくである。0.5log単位までの網膜照度の低下では有意なコントラスト閾値の上昇は認められなかった。

#### IV 考 按

コントラスト閾値を用いた自覚的な空間周波数特性の加齢による変化に関してArundale<sup>6)</sup>, Wright<sup>7)</sup>, Derefeldt<sup>8)</sup>, Owsley<sup>9)</sup>らは、高空間周波数領域(4c/d以

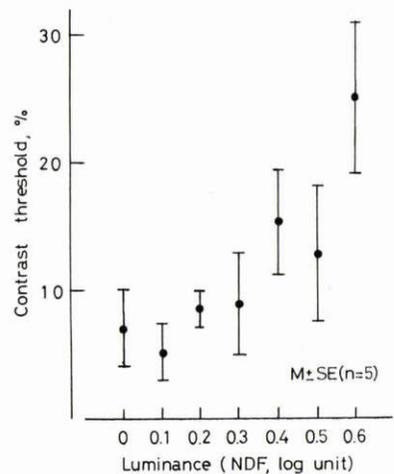


Fig. 4 Contrast thresholds vs. luminance of the stimuli in younger age group (M  $\pm$  SE). Check size was 14'. No significant change of the contrast thresholds is observed for a range of 0 to 0.5 ND filter.

上)での閾値の低下を報告している。Wright, Derefel-dt はともにこの機序について老人性の縮瞳による網膜照度の低下がその主な役割をはたしているとしているが Owsley はより中枢の neural factor の関与も否定できないとのべている。一方 Skaluka<sup>10)</sup>は高齢者ではすべての空間周波数領域で, Sekuler<sup>11)</sup>はむしろ低空間周波数領域でコントラスト閾値が低下すると報告しており未だ一定の結論は得られていない。

本研究では VECP を用いて空間周波数特性を検討したが, チェックサイズ14'及び28'にて高齢群でコントラスト閾値が有意に上昇していた。コントラスト閾値に影響を与える諸因子, 即ち刺激の反転頻度, 呈示方法, 照度, 刺激視野, 像の鮮明度, および中枢性の factor のうち加齢によるコントラスト閾値上昇のメカニズムとして老人性の縮瞳による網膜照度の低下, 水晶体の透過性の低下, さらに網膜からより中枢側の neural factor の機能低下が重要な要素と考えられる。今回の実験では散瞳後, 人工瞳孔を用いて瞳孔径を一定に保ったため老人性縮瞳の影響は考えられない。あきらかな混濁を認めない, いわゆる正常水晶体の加齢による透過性の低下は30代に比して60代ではおおよそ0.2 log 単位と報告されており今回の結果よりこの程度の網膜照度の低下ではコントラスト閾値の上昇はみとめられなかった。さらに高齢群のみで有意なコントラスト閾値の上昇を認めたことは, 30代より年齢に従って直線的に変化する水晶体の透過率の低下のみでは説明できない<sup>13)14)</sup>。従って今回の結果は加齢による高空間周波数領域でのコントラスト閾値上昇の機序として, より中枢側の neural factor の関与を示唆するものと思われる。われわれは<sup>15)</sup>糖尿病におけるコントラスト閾値の異常についてすでに報告したが, その際年齢別の検討は行っていない。今後空間周波数特性の病的眼への応用にあたっては加齢による影響を考慮する必要があると考える。

#### 文 献

- 1) Arden GB: The importance of measuring contrast sensitivity in case of visual disturbance. Br J Ophthalmol 62: 198—209, 1978.
- 2) Campbell FW, Maffei L: Electrophysiological

evidence for the existence of orientation and size detectors in the human visual system. J Physiol 207: 635—652, 1970.

- 3) Adachi-Usami E: Comparison of contrast thresholds of large bars and checks measured by VECPs and psychophysically as a function of defocusing. Albrecht v Graefes Arch klin Exp Ophthal 212: 1—9, 1979.
- 4) Adachi-Usami E: Stimulus field, element size and human visually evoked cortical potentials. Doc Ophthalmol Proc Series 23: 227—235, 1980.
- 5) Weale RA: Senile changes in visual acuity. Trans Ophthalmol Soc UK 95: 36—38, 1975.
- 6) Arundale A: An investigation into the variation of human contrast sensitivity with age and ocular pathology. Br J Ophthalmol 62: 213—215, 1978.
- 7) Wright CE, Drasdo N: The influence of age on the spatial and temporal sensitivity function. Docum Ophthalmol 59: 385—395, 1985.
- 8) Derefeltd G, Lennerstrand G, Lundh B: Age variations in normal human contrast sensitivity. Acta Ophthalmol 57: 679—690, 1979.
- 9) Owsley CJ, Sekuler R, Siemsen D: Contrast sensitivity throughout adulthood. Vision Res 23: 689—699, 1985.
- 10) Skalaka HW: Effect of age on Arden grating acuity. Br J Ophthalmol 64: 21—23, 1980.
- 11) Sekular R, Hutman LP, Owsley CJ: Human aging and spatial vision. Science 209: 1255—1256, 1980.
- 12) Kulikowski JJ: Visual evoked potentials as a measure of visibility. Desmedt JE: Visual evoked potentials in man: New developments. Oxford, Oxford University Press, 168—183, 1977.
- 13) Kulikowski JJ: Some stimulus parameters affecting spatial and temporal resolution of human vision. Vision Res 11: 83—93, 1971.
- 14) Said FS, Weale RA: The variation with age of the spectral transmissivity of the living crystalline lens. Gerontologia 3: 213—231, 1959.
- 15) Yamazaki H, Adachi-Usami E, Chiba J: Contrast thresholds of diabetic patients determined by VECP and psychophysical measurement. Acta Ophthalmol 60: 386—392, 1982.