

人工水晶体移植眼の VECP luminance 閾値 (図 9, 表 1)

山 崎 広 子・安 達 恵美子 (千葉大眼科)

VECP Luminance Threshold in Pseudophakic Eyes

Hiroko Yamazaki, Emiko Adachi-Usami

Dept. of Ophthalmol., School of Med. Chiba University

要 約

目的：偽水晶体眼と正常眼の視機能の差異を評価する目的で視覚誘発脳波 (VECP) を用いて luminance 閾値を検討した。方法：視角28'の白黒の市松模様を12rev/secにて反転させVECPを記録した。中性フィルター (Neutral density filter, NDF) にて画面の平均輝度 (NDF O にて39.1cd/m²) を低下させ、VECP 振幅対輝度の回帰直線を外挿させ 0 μ V の振幅を得るに必要な ND filter 値をもって VECF luminance 閾値とした。次に39.1cd/m²にてコントラストを低下させ自覚的コントラスト閾値を測定した。瞳孔径の測定はゴールドマン視野計を用いておこなった。対象：30代より70代までの視力0.6以上の36名を正常対象とし、5群に分けて加齢の影響を検討した。偽水晶体眼は60代から70代の視力0.6以上の25例で PMMA 後房レンズ移植後、明らかな合併症を認めないものを対象とした。結果および考察：VECP luminance 閾値は加齢とともに上昇し、瞳孔は縮瞳傾向を示した。60代、70代では有意差は認められなかった。VECP luminance 閾値は30代に比して60代で、NDF 値で平均0.8log 単位上昇していた。偽水晶体眼では VECF luminance 閾値は2.13 $\pm$ 0.85 (M $\pm$ SE, n=25, 単位 NDF 値) で同年齢の正常群 (1.91 $\pm$ 0.87, n=16) に比して有意に低下していた。一方自覚的コントラスト閾値は偽水晶体眼で有意に上昇しており、この結果は、明るい所で見にくく、やや暗い所で見やすいという偽水晶体眼の視機能の一特性を量的に示しえたものとおもわれる。(日眼 92: 767—772, 1988)

キーワード：偽水晶体眼, Pattern VECF, 加齢, Luminance 閾値

Abstract

Checkerboard pattern reversal VECFs were recorded from 25 pseudophakic eyes (60-78 years of age) after posterior chamber lens implantation. All subjects had best corrected visual acuities of 0.6 or better. Another 39 normal subjects, from 30 to 78 years old of age served as normal controls to investigate the aging effects on the VECF luminance threshold. The VECF luminance threshold was measured by decreasing the mean luminance of the stimulus using neutral density (ND) filters. The regression line was obtained from the VECF amplitude vs. luminance data. Then, the stimulus luminance which elicited 0 μ V response was determined as the VECF luminance threshold. Subjective contrast threshold was also examined with luminance stimuli of 39.1cd/m². The VECF luminance threshold and contrast threshold increased with age. The difference in luminance thresholds between young subjects (aged 30-39) and elderly subjects (aged 60-79) was approximately 0.8 log units in ND filter value. VECF luminance thresholds of pseudophakic eyes were significantly lower (0.236cd/m²) than those of age matched normal controls (0.481cd/m²). However, the subjective contrast thresholds in pseudophakic eyes were higher than those of the normal controls. These results quantitatively indicated an aspect of abnormal visual functions in terms of luminance of pseudophakic eyes, namely,

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2月15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 February 15, 1988)

difficulty in seeing under bright light conditions and easier seeing in dim light (Acta Soc Ophthalmol Jpn 92: 767—772, 1988)

Key words: Pseudophakic eye, Pattern VECP, Aging, luminance threshold

I 緒 言

近年、人工水晶体移植術の普及にともない、偽水晶体眼におけるしゅうめい感、色彩違和感などが問題となっている。心理物理学的手法を用いて偽水晶体眼の視機能を検討した報告では高空間周波数側におけるコントラスト閾値の上昇¹⁾、青—青紫領域における色識別能の低下²⁾、glare sensitivityの上昇等が報告されており³⁾、Howeら⁴⁾はVECPを用いて他覚的にcontrast sensitivityの異常を裏づける報告をおこなっている。

ヒト水晶体の光透過率は年齢により低下することが知られている。一方人工水晶体では、その種類により異なるものの、可視光線領域全般にわたって約90%程度の光透過率を有するものと考えられる。従って年齢によっては、明るさの感覚が偽水晶体眼において同年齢の有水晶体眼と異なることが推測される。一方、パターン視覚誘発脳波(VECP)はluminanceにより影響を受けることが知られている⁵⁾。そこで今回私達は、明るさの感覚の加齢による変化および偽水晶体眼と正常眼の差異を評価する目的で、視覚誘発脳波(Visually evoked cortical potentials, VECP)を用いてluminance 閾値を検討し興味ある結果を得たので報告する。

II 実験方法

1. 刺激: TV モニター上に白黒の市松模様を提示し12rev/secにて矩形波反転させ視覚刺激とした。刺激視野は7°×12'の下半視野でチェックサイズ28' コントラスト60% 観察距離1.7mにて実験をおこなった。刺激の平均輝度39.1cd/m²をNeutral density filter (NDF)を用いて0.3log 単位でステップで変化させた。VECPはOz—耳だの銀皿状電極より導出し、前置増幅器(日本光電, Model AVB-9)にて電気filter 1.5—100Hzの帯域で増幅したのち加算平均器(日本光電, ATAC 350)にて200 msecの解析時間にて50回平均加算しX-Y レコーダ(理科電気)にて記録した。被検者はすべて自然瞳孔で屈折矯正を行い片眼にて下半視野刺激にてVECPを記録した。次に下降法にて平

Table 1 Thirty nine subjects from 30 to 78 years old of age in 5 general groups served as normal controls. Twenty five pseudophakic eyes after posterior intraocular lens implantation were examined. All subjects had the best corrected acuities of 0.6 or better.

Subjects		
age	normal controls	IOL patients
30~39 yrs	8 eyes	
40~49	6	
50~59	9	
60~69	9	12
70~79	7	13
Total	39	25

均輝度39.1cd/m²における自覚的コントラスト閾値を測定した。瞳孔径はゴールドマン視野計にて背景輝度31.5asbにて測定し、瞳孔を正円と仮定して瞳孔面積を求めた。

対象: 対象は、視力0.6以上の正常例39眼と偽水晶体眼25眼で、正常例を年齢別に表1のごとく5群に分けて検討した。偽水晶体眼はPMMA 後房レンズ(アラガン メディカル オプティクス社製, PC-15)移植後3週間から1年で、明らかな合併症を認めなかった症例である。

III 結 果

図1は、正常例の各年齢ごとの代表的なVECP波形を示す。各例とも刺激の平均輝度が低下するに従い振幅が徐々に低下している。また、加齢に従いより明るい輝度下で反応が消失している。図2は右眼は偽水晶体眼、左眼は有水晶体眼の症例のVECP波形をしめす。この例では偽水晶体眼で、より暗い刺激輝度で反

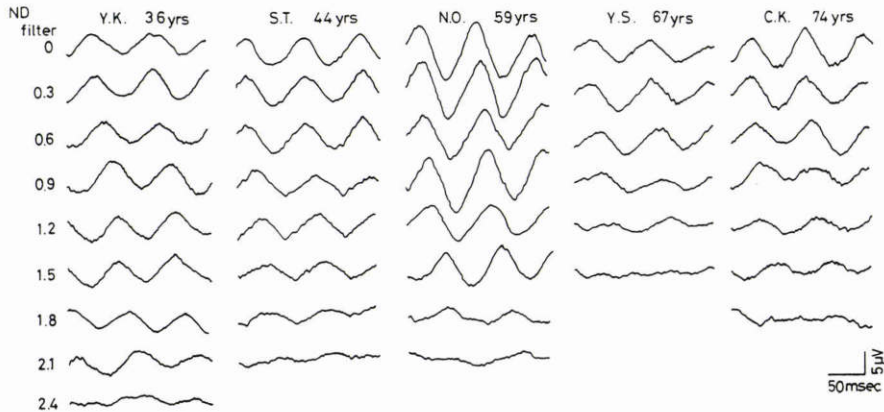


Fig. 1 Representative VECP responses of 5 different age groups. The amplitude of the VECP responses decrease as the luminance of the stimuli decreases in all 5 groups. Note that the minimum luminance which elicits the recordable VECP response is higher in the elder subjects than younger subjects.

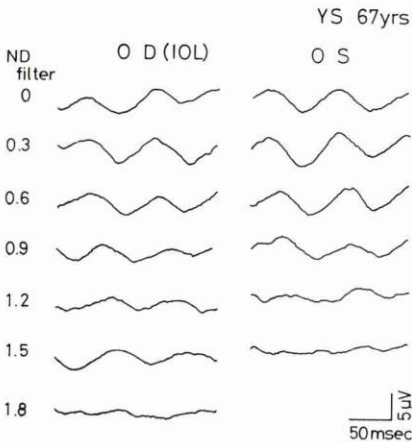


Fig. 2 VECP responses from one subject, whose right eye is pseudophakic and the other eye is phakic. A pseudophakic eye shows recordable response in lower stimulus luminance than normal eye does.

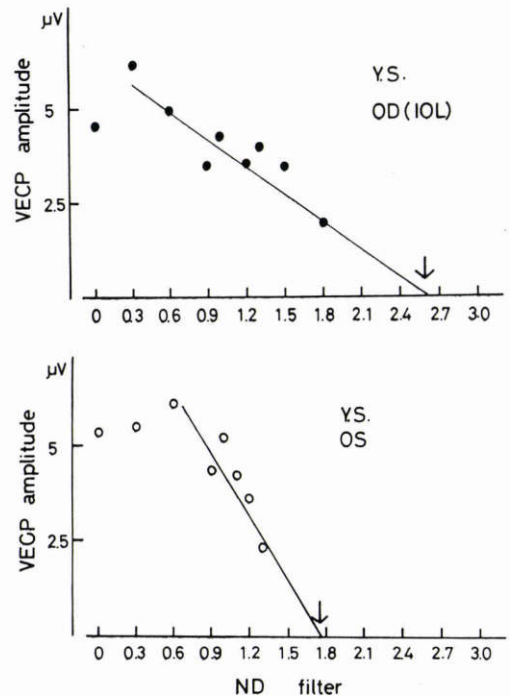


Fig. 3 The regression lines obtained from the VECP amplitude vs stimulus luminance plots. The stimulus luminance which elicits $0\mu V$ amplitude was determined as VECP luminance threshold (indicated with arrows).

応が認められる。図3は同症例の各眼の各刺激輝度に対する VECP 振幅をプロットしたものである。VECP 振幅は感覚閾値より $0.5\log$ 単位から $3\log$ 単位の間で輝度に従い、直線的に振幅が増加するので、回帰直線を求めて外挿し、振幅 $0\mu V$ を得る NDF 値をもって VECP luminance 閾値とした⁶⁾。図中では矢印でこれをしめす。

このようにして各例ごとに求めた VECP luminance 閾値を各年代ごとに図4に示す。40代より60代にか

けて VECP luminance 閾値は徐々に上昇している。60代では luminance 閾値は30代の平均に比して約0.8

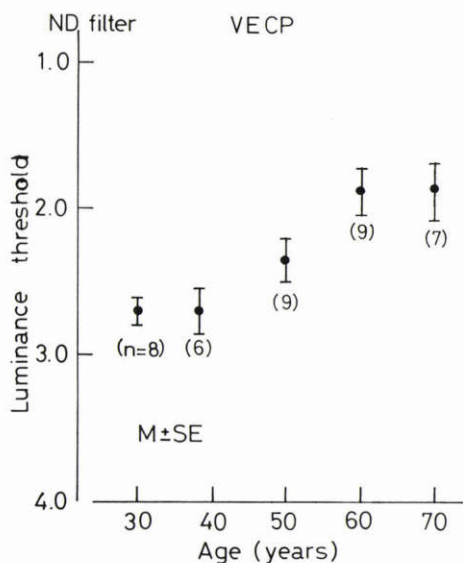


Fig. 4 Aging effects on VECP luminance thresholds. Luminance thresholds increase as the age grows. The difference between younger and elder group was about 0.81log units.

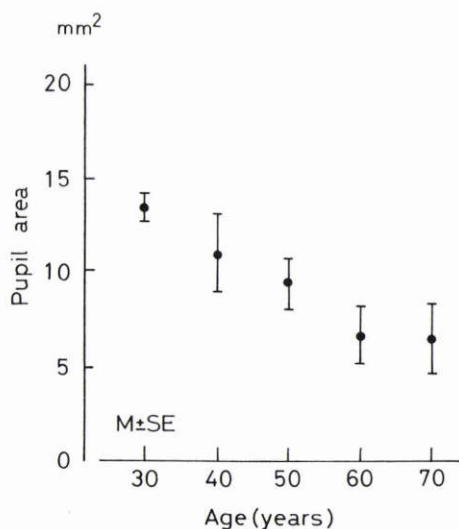


Fig. 5 Aging effects on pupil area.

log 単位上昇していた。60代、70代の間に有意差は認められない。正常例の瞳孔面積は加齢により変化し30代に比して60代では面積比で約70%と縮瞳傾向を示した(図5)。

刺激輝度39.1cd/m²における自覚的なコントラスト閾値では、若年群では約1%以下であるが、加齢に従い上昇している(図6)。以上のごとく、VECP

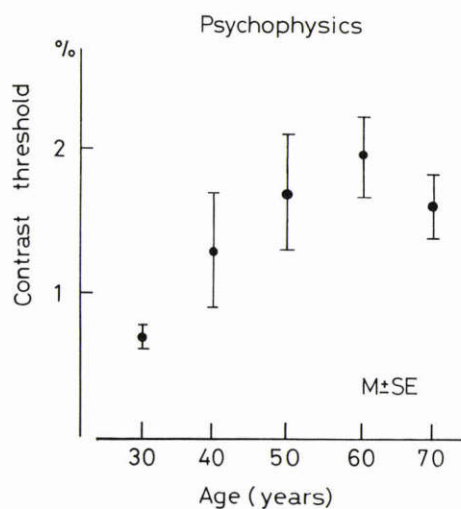


Fig. 6 Aging effects on subjective contrast thresholds. Contrast thresholds increases as the age grows. No significant differences in VECP luminance threshold, pupil area and subjective contrast thresholds were found between 60 and 70years old subjects groups.

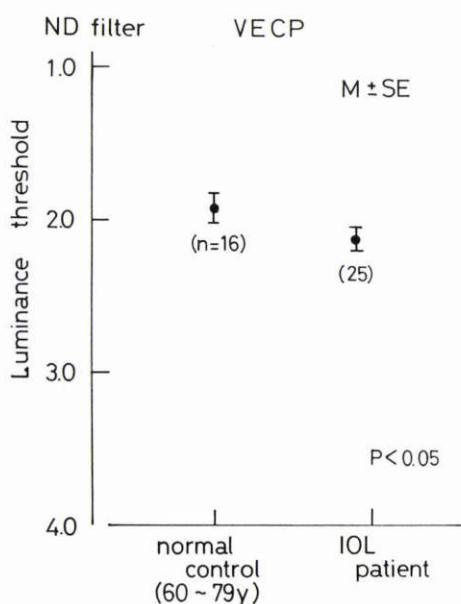


Fig. 7 VECP luminance threshold in normal subjects and pseudophakic eyes. The latter was significantly lower ($p < 0.05$).

luminance 閾値、瞳孔面積、自覚的コントラスト閾値ともに60代、70代の間に有意差を認めなかったことから、60代、70代の25眼の偽水晶体眼との比較にあたり

同年齢の正常眼16例をあわせて対象とし検討した。

図7は偽水晶体眼と正常例の VECP luminance 閾値を示す。偽水晶体眼の luminance 閾値は 2.13 ± 0.85 ($M \pm SE$, $n=25$ 単位 NDF 値) でこれは60代、70代の正常群における luminance 閾値 1.91 ± 0.87 ($n=15$) に比して有意に低下している ($p < 0.05$)。NDF 値 O は 39.1 cd/m^2 に相当することから、絶対値としては前者は平均値 0.236 cd/m^2 、後者は 0.481 cd/m^2 となる。一方、瞳孔面積は偽水晶体眼では 9.0 ± 1.0 ($M \pm SE$, $n=21$ 単位 mm^2)、正常群で $7.6 \pm$

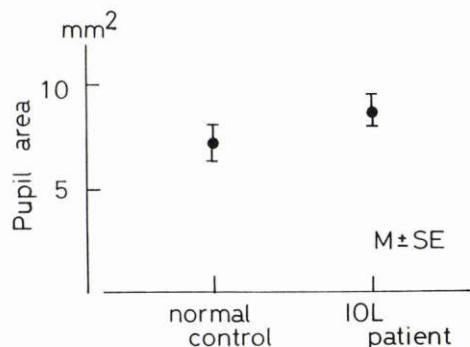


Fig. 8 Pupil area of normal subjects and pseudophakic eyes. No significant difference was found.

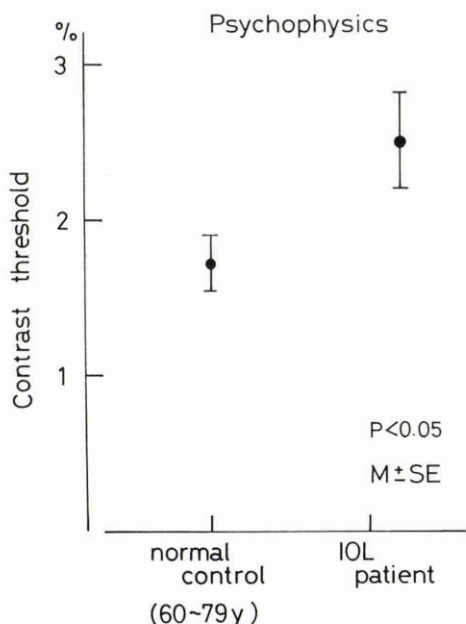


Fig. 9 Subjective contrast thresholds in normal subject and pseudophakic eyes. The latter was significantly higher ($p < 0.01$).

1.0 ($n=13$) と偽水晶体眼においてその平均値がやや大であるが、両者の間に有意差は認められなかった(図8)。自覚的コントラスト閾値は偽水晶体眼で $2.5 \pm 0.3\%$ ($M \pm SE$)、正常群で $1.7 \pm 0.2\%$ と偽水晶体眼において、正常群に比して有意に低下している(図9)。

IV 考 按

網膜に達する光の量は加齢により低下することがよく知られている。その主な機序として老人性の縮瞳及び中間透過体、とくに水晶体の混濁が考えられている⁷⁾。網膜照度の低下の程度は、刺激光の波長により異なるが、例えば Robertson⁸⁾ は白色光を用いた暗順応の絶対閾値が60代の被検者では20代に比して約 $0.5 \log$ 単位上昇すると報告している。同様に白色光を用いて Weale⁹⁾ も約 $0.5 \log$ 単位⁹⁾、Trick¹⁰⁾ らは $0.6 \log$ 単位感度が低下すると報告している¹⁰⁾。今回私達は VECP をもちいて luminance 閾値の加齢による変化を検討した。今回の結果は30代の被検者に比して60代以上では luminance 閾値が平均で約 $0.8 \log$ 単位上昇しており、これは以前の報告に比べて加齢による差が大である。Patten VECP を指標にしたことから、網膜照度の変化のみならず、より中枢側のパターン視の機構における加齢現象が加味された可能性を示唆するものと考えられる。

偽水晶体眼と正常眼の比較では偽水晶体眼において VECP luminance 閾値が平均値で $0.2 \log$ 単位有意に低下していた。この2群では年齢的にマッチしていることから、より中枢側の変化による差は考えにくく、瞳孔面積の影響についても両群の間で有意差は認められなかった。Boettner¹¹⁾ はヒト水晶体の光透過性について、若年者では $400-600 \mu$ の波長全域にわたって約90%の透過率を示すが、70代では50%以下となりこの低下率は短波長側でより著明であると報告している。Pitts¹²⁾ は Said¹³⁾ の報告にもとづいて、水晶体の光透過率は10年につき約9%低下すると報告している。これらの報告から今回の結果で認められた $0.2 \log$ 単位の差は主としてこの年齢のヒト水晶体と人工水晶体の光学的特性、特に光透過率の差を反映するものと推測される。さらに偽水晶体眼で 39.1 cd/m^2 の条件下で、自覚的コントラスト閾値が上昇していたことから、今回の結果は明いところで見にくくやや暗いところで見やすいという偽水晶体眼の視機能の一面を示すものと考えられる。

本研究は文部省科学研究費補助金(奨励研究 A62771354)

の補助をうけた。

文 献

- 1) 田上勇作, 北垣公子, 横川浩己他: 人工水晶体移植眼の閾上値コントラスト特性. あたらしい眼科 4: 407—409, 1987.
- 2) 愛知忠明, 松波智恵子, 安江いずみ他: 偽水晶体眼の色覚について. 眼紀 36: 1764—1765, 1985.
- 3) 田上勇作: Arden's grating chart による人工的偽水晶体眼の glare sensitivity の検討. 眼紀 37: 693—696, 1987.
- 4) **Howe JW, Mitchell KW, Mahabaleswara, M,** et al: Visual evoked potential latency and contrast sensitivity in patients with posterior chamber intraocular lens implants. Br J Ophthalmol 70: 890—894, 1986.
- 5) **Adachi-Usami E, Lehmann D:** Luminance effects on latency and topography of average pattern-evoked potentials. Doc Ophthal Proc Series 37: 353—359, 1983.
- 6) 千葉弥幸, 金井塚道節, 安達恵美子: Checkerboard を用いた VECP の研究. 第 1 報. 屈折検査への応用. 臨眼 29: 549—558, 1975.
- 7) **Corso JF:** Sensory processes and age effects in normal adults. Journal of Gerontology 26: 90—105, 1971.
- 8) **Robertson GW, Yudkin J:** Effect of age upon dark adaptation. Journal of Physiology 103: 1—8, 1944.
- 9) **Weale RA:** Retinal illumination with age. Transactions of the illuminating engineering society 26: 95—100, 1961.
- 10) **Trick LR:** Age-related alterations in retinal function. Docum Ophthalmol 65: 35—43, 1987.
- 11) **Boettner EA, Wolter JR:** Transmission of the ocular media. Invest Ophthalmol 1: 776—783, 1962.
- 12) **Pitts DG:** Dark adaptation and aging. 53: 37—41, 1982.
- 13) **Said FS, Weale RA:** The variation of the age of the spectrum transmissivity of the living human crystalline lens. Gerontologia 3: 213—231, 1953.