

격자크기 및 화면크기에 따른 시각유발전위의 변화

서울적십자병원 재활의학과

김지훈·장 훈·이창훈·김한철·전승한

Changes of Visual Evoked Potentials with Varying Check Sizes and Stimulus Field Sizes

Ji Hun Kim, M.D., Hoon Jang, M.D., Chang Hoon Lee, M.D.,
Han Cheol Kim, M.D. and Seung Han Jeon, M.D.

Department of Rehabilitation Medicine, Seoul Red Cross Hospital

- Abstract -

Objective : The purpose of this study is to determine the optimal check sizes and stimulus field sizes to obtain constant latency and large amplitude of visual evoked potentials.

Method : P100 latencies and N75-P100 amplitudes were evaluated in 21 healthy subjects. Four check sizes(visual angle of 12', 25', 50' and 100') and five stimulus field sizes(visual angle of 3x2.4°, 6x4.8°, 9x7.2°, 12x9.6° and 15x12°) were used as stimulus parameter.

Results:

1. Maximum N75-P100 amplitudes were obtained with 25' check size in small stimulus field sizes(3x2.4° and 6x4.8°) and 50' check size in large stimulus field sizes(9x7.2°, 12x9.6° and 15x12°).
2. P100 latency was similar for 25', 50' and 100' check sizes, but was longer for 12' check size ($p<0.05$).
3. With an increase in the stimulus field size from 3x2.4° to 12x9.6°, the N75-P100 amplitude increased steadily ($p<0.05$).
4. P100 latency was similar for 9x7.2°, 12x9.6° and 15x12° stimulus field sizes, but was progressively longer for 3x2.4° and 6x4.8° stimulus field sizes ($p<0.05$).

Conclusion : When used 25' or 50' check sizes and stimulus field sizes above 9x7.2°, we obtained constant P100 latency and large N75-P100 amplitude of visual evoked potentials.

Key Words : Visual evoked potential, Check size, Stimulus field size

서울적십자병원 재활의학과

Address reprint requests to Ji Hun Kim, M.D.

Department of Rehabilitation Medicine, Seoul Red Cross Hospital, #164 Pyong-dong, Chongno-ku, Seoul, 110-102, Korea
Tel : 82-2-398-9470, Fax : 82-2-398-9469, e-mail : kjhlj129@netsgo.com

서 론

시각유발전위는 일정한 시자극에 대해 후두부에서 생성되는 전위로써, 시신경로와 시각피질의 기능을 객관적으로 검사하여, 주로 안과적질환, 시신경질환 및 중추신경계의 병변의 변화를 관찰할 수 있다.

시각유발전위의 진폭과 잠시는 여러 가지 요인에 의해 영향을 받을 수 있는데, 개체적 요인으로는 연령, 성별, 시력, 동공의 크기 등이 있으며, 기술적 요인으로는 자극시야의 크기, 격자크기, 화면내의 단위의 수, 조도, 대비 및 자극의 종류 등에 의해 영향을 받게 된다.¹

그중 격자크기나 화면크기는 시각유발전위의 N75-P100진폭과 P100잠시에 많은 영향을 미치는데, 각 검사실마다 각기 다른 크기의 화면과 격자를 사용하고 있으므로 실제적으로 어떤 조건에서 가장 적절한 반응을 얻을 수 있는지를 알아볼 필요성이 대두되었다.

본 연구에서는 격자크기 및 화면크기의 변화에 따른 시각유발전위의 N75-P100진폭과 P100잠시의 변화를 알아 보았으며, 일정한 잠시와 큰 진폭의 시각유발전위를 얻을 수 있는 격자크기와 화면크기를 제시하고자 하였다.

연구대상 및 방법

검사대상은 한천석시력표상 나안 및 교정시력 1.0이상이며, 과거력 및 현재의 병력상 안과 및 신경과적 질환이 없는 건강한 자원자 21명을 대상으로 시행하였으며, 대상자들의 성별분포는 남자가 6명, 여자가 15명이었다. 연령분포는 22세에서 38세사이로 평균연령은 27.6세였고 이 중 남자의 평균연령은 31.4세, 여자의 평균연령은 26.1세였다.

자극은 black & white check가 나열된 TV pattern 자극장치를 사용하였고, 자극빈도는 초당 2회로 하였다. 대비는 100%로 하였고 조도는 일정하게 유지하였다. 화면크기는 가로와 세로의 시각(visual angle)이 3×2.4°, 6×4.8°, 9×7.2°, 12×9.6° 및 15×12°의 5가지를 사용하였고, 격자크기는 가로와 세로가 시각 12', 25', 50' 및 100'의 4가지를

사용하였다. 피검자와 TV 화면사이의 거리는 1.5m로 하였고 화면의 중심부에는 붉은 점을 표시하여 피검자가 화면의 중심부를 주시하는 데 도움을 주었으며, 한쪽눈을 가린 상태에서 나머지 눈을 검사하였다.

기록은 침전극을 사용하여 Oz에 활성전극을, Fz에 참고전극을 삽입하였으며 집지전극은 턱에 부착하였다. low-frequency filter와 high-frequency filter는 각각 1Hz와 100Hz로 하였고, 각 안에 대하여 128번의 연속자극을 주어 평균치를 구하였으며, 각각의 경우에 N75-P100진폭과 P100잠시를 구하였다. 검사결과는 paired t-test를 사용하여 비교분석하였다.

결 과

1. 격자크기와 N75-P100진폭과의 관계(Fig. 1)

화면크기 3×2.4°와 6×4.8°에서는 격자크기 25'에서 N75-P100진폭이 3.51uV와 5.01 uV로 가장 컸고, 화면크기 9×7.2°, 12×9.6° 및 15×12°에서는 격자크기 50'일 때에 N75-P100진폭이 각각 6.06uV, 8.69uV 및 10.07uV로 가장 컸으나(Table 1) 서로간에 통계학적 유의성은 없었다(p>0.05).

2. 격자크기와 P100잠시와의 관계(Fig. 2)

격자크기 25'에서 P100잠시는 가장 짧았고, 이중 격자크기가 12'에서 25'으로 변할 때 화면크기가 6×4.8°에서는 106.3msec에서 99.8msec로, 화면크기 9×7.2°에서는 104.4msec에서 96.1msec로, 12×9.6°에서는 103.4msec에서 96.1msec로, 15×12°에서는 101.2msec에서 95.6msec로 통계학적으로 유의하게 짧아졌다(p<0.05). 격자크기가 25'에서 50', 100'으로 커질때 P100잠시는 길어지는 경향을 보였으나(Table 2) 통계학적 유의성은 없었다(p>0.05).

3. 화면크기와 N75-P100진폭과의 관계(Fig. 3)

화면크기가 3×2.4°에서 15×12°까지로 커질 때 모든 격자크기에서 N75-P100진폭은 커지는 경향을 보였으며, 그

Table 1. N75-P100 Amplitude at Each Check Size and Stimulus Field Size

Field size	Check size			
	12'	25'	50'	100'
3x2.4°	2.58 ± 1.15	3.51 ± 0.96	3.37 ± 1.52	3.43 ± 1.03
6x4.8°	4.01 ± 2.26	5.01 ± 1.31	4.90 ± 1.54	4.65 ± 1.82
9x7.2°	5.15 ± 3.15	5.99 ± 2.92	6.06 ± 2.48	5.98 ± 2.20
12x9.6°	7.84 ± 3.76	8.06 ± 3.81	8.96 ± 2.89	8.62 ± 2.74
15x12°	8.13 ± 3.70	9.84 ± 3.70	10.07 ± 2.16	9.42 ± 3.26

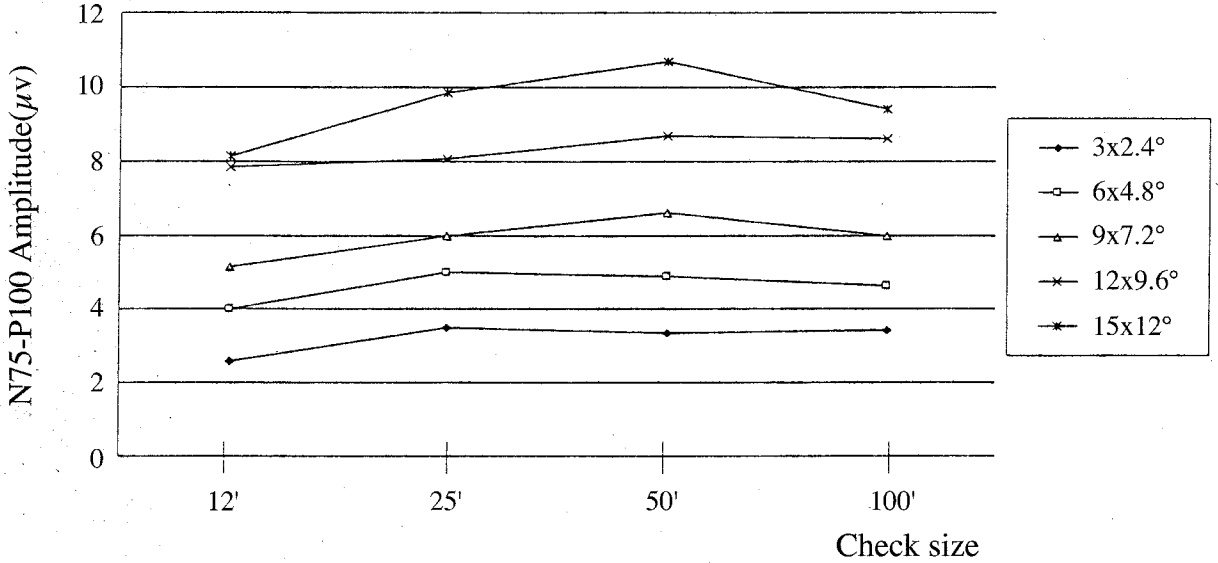


Fig. 1. Changes of N75-P100 amplitude according to check size.

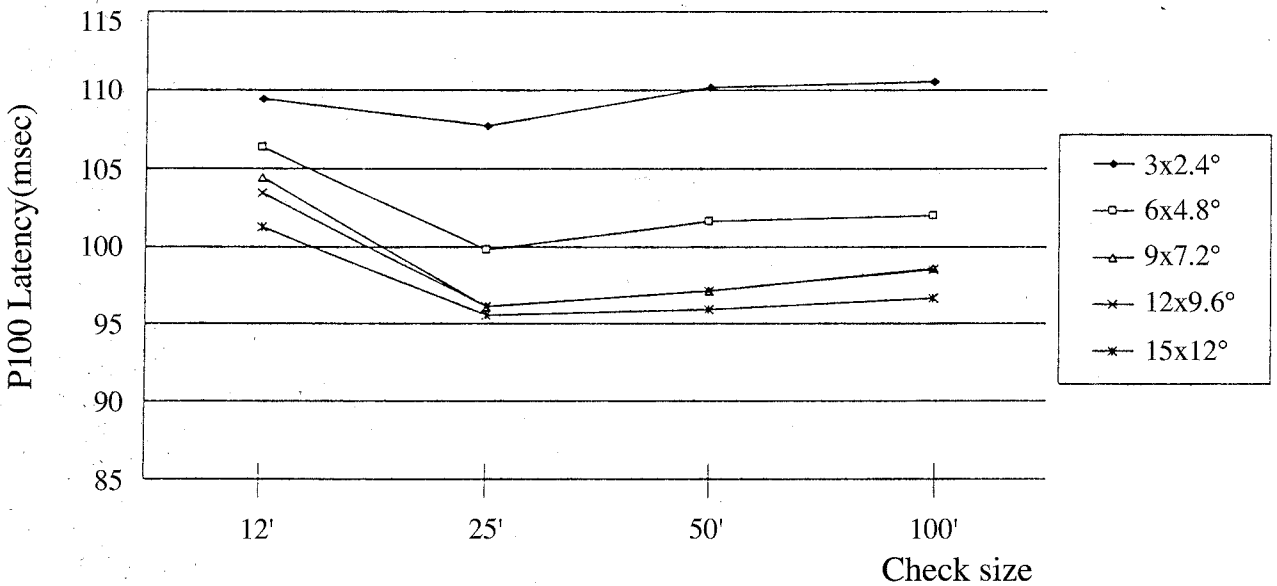


Fig. 2. Changes of P100 latency according to check size.

중 화면크기가 3×2.4°에서 12×9.6°까지로 커질때에 격자 크기 12'에서는 2.58uV, 4.01uV, 5.15uV 및 7.84uV로, 25'에서는 3.51uV, 5.01uV, 5.99uV 및 8.06uV로, 50'에서는 3.37uV, 4.90uV, 6.60uV 및 8.69uV로, 그리고 100'의 격자크기에서는 3.43uV, 4.65uV, 5.98uV 및 8.62uV로 (Table 1) 통계학적으로 유의하게 증가하였다(p<0.05).

에서는 107.7msec, 99.8 msec 및 96.1msec로, 격자크기 50'에서는 110.2msec, 101.6msec 및 97.1msec로, 격자크기 100'에서는 110.5msec, 102.0msec 및 98.6msec로 (Table 2) 통계학적으로 유의하게 짧아졌고(p<0.05), 격자크기 12'에서는 통계학적 유의성이 없었다(p>0.05).

4. 화면크기와 P100잠시와의 관계(Fig. 4)

화면크기가 3×2.4°에서 15×12°까지로 커질 때 모든 격자크기에서 P100잠시는 짧아지는 경향을 보였으며, 그중 화면크기가 3x2.4°에서 9x7.2°까지로 커질때에 격자크기 25'

고 찰

시각유발전위는 시기능을 객관적으로 검사하는 한 방법으로써 주로 시신경질환의 진단 및 황반부 기능의 검사에 이용되며,² 그의 약시, 다발성 경화증 및 유·소아에서의 객관적

Table 2. P100 Latency at Each Check Size and Stimulus Field Size

Field size	Check size			
	12'	25'	50'	100'
3x2.4°	109.4 ± 17.3	107.7 ± 8.7	110.2 ± 8.2	110.5 ± 8.2
6x4.8°	106.3 ± 10.9	99.8 ± 8.0	101.6 ± 7.8	102.0 ± 6.1
9x7.2°	104.4 ± 7.0	96.1 ± 4.6	97.1 ± 4.7	98.6 ± 4.6
12x9.6°	103.4 ± 5.1	96.1 ± 4.1	97.1 ± 3.5	98.5 ± 3.7
15x12°	101.2 ± 5.2	65.6 ± 4.2	95.9 ± 4.5	96.7 ± 3.8

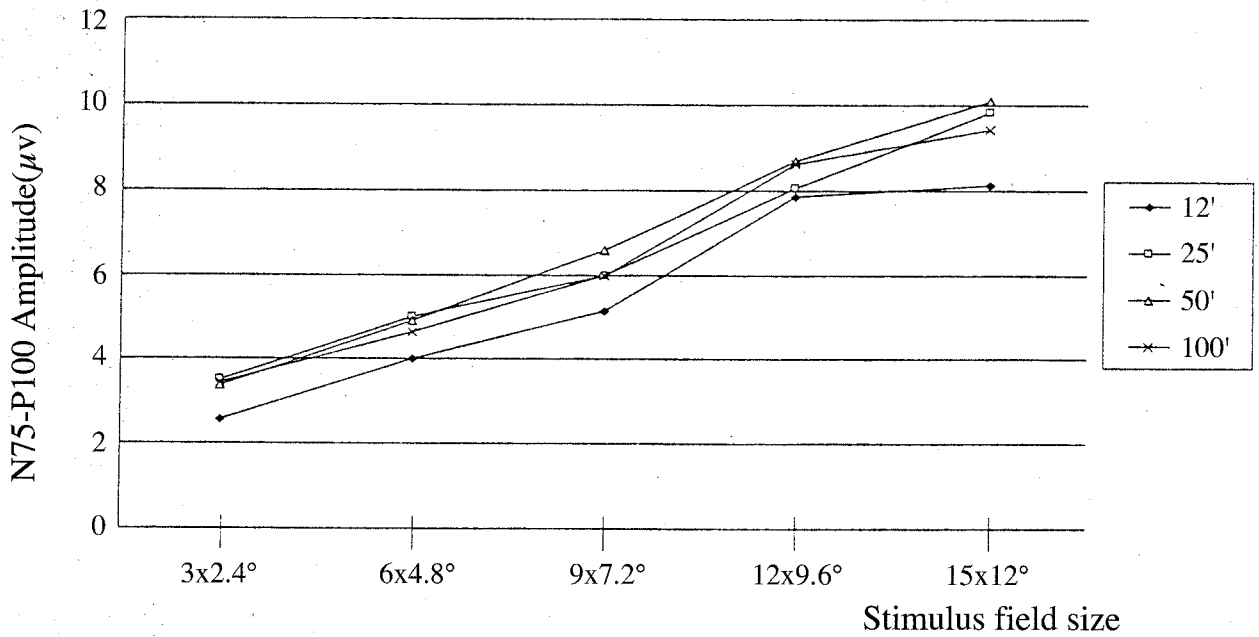


Fig. 3. Changes of N75-P100 amplitude according to stimulus field size.

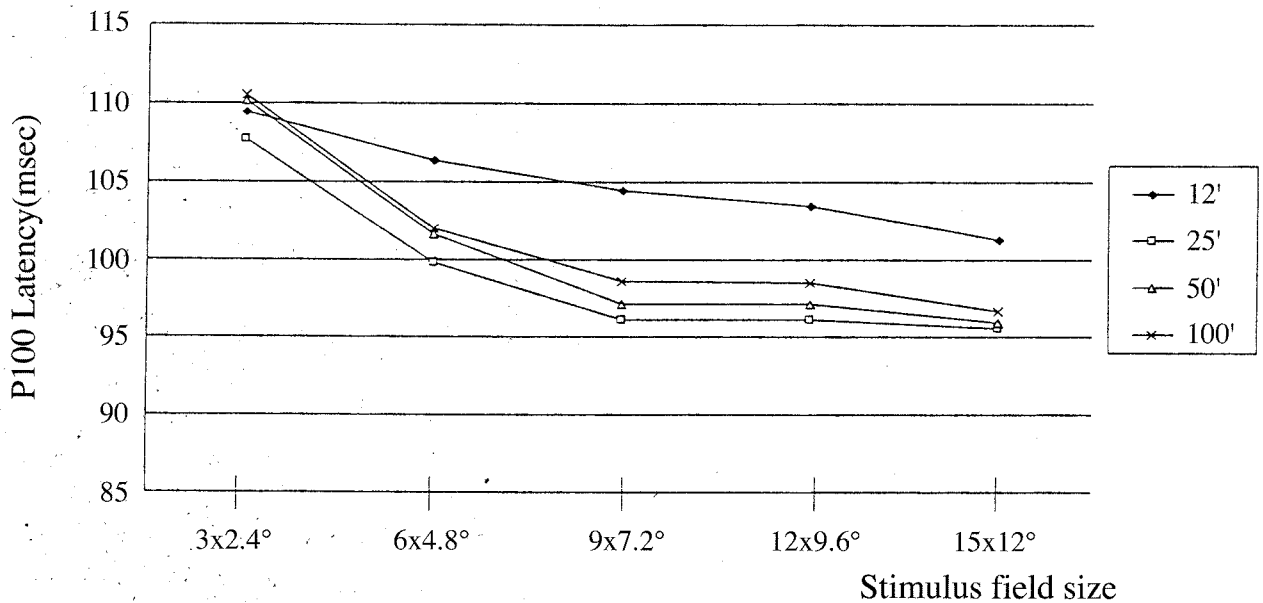


Fig. 4. Changes of P100 latency according to stimulus field size.

시력측정등에도 이용되고 있다. 두피로부터 기록되는 시각유발전위는 자극의 여러 요인에 의하여 영향을 받게 되는데, 그 중 화면크기나 격자크기의 변화에 따라서 P100잠시와 N75-P100 진폭은 많은 영향을 받게 된다.

Harter와 White³는 10'과 20'의 격자크기에서 가장 큰 N75-P100진폭을 얻을 수 있다고 한 반면, Bartl등⁴은 20'과 40'의 격자크기를 이용하여 자극했을 경우에 가장 큰 N75-P100진폭을 얻을 수 있다고 하였고, 이보다 크거나 작은 격자를 사용하면 진폭은 작아진다고 하였다. Harter⁵는 망막중심부를 자극했을 경우에 격자크기가 진폭에 많은 영향을 준다고 하였는데, 그 중 15'과 30'에서 가장 큰 진폭을 얻을 수 있다고 하였으며 망막의 주변부가 자극되는 경우에는 가장 큰 진폭을 나타내는 격자크기도 커진다고 하였다. 따라서 중심와로부터 7.5° 이상의 망막을 자극하는 경우에는 60° 이상의 큰 격자를 사용하여야 한다고 하였다. 이는 시각유발전위는 시신경뿐만 아니라 망막중심부의 기능을 잘 반영하는데 중심부 5° 이내의 신경섬유가 후뇌피질의 절반을 차지하며, 또한 중심부의 신경섬유일수록 후뇌피질의 후면, 즉 두피 표면에 가깝게 분포하기 때문이다.⁶ 따라서, 망막의 중심와 부위가 자극되는 경우에 더 큰 진폭을 얻을 수 있는데, 이러한 중심와 부위가 작은 격자크기에 민감하므로 이때에 큰 진폭을 나타내며, 주변부로 갈수록 더 큰 격자크기에 예민하여지기 때문으로 생각된다.⁷ Katsumi등²은 작은 화면크기에서는 10'의 격자크기에서 가장 큰 진폭을 나타내었으나, 화면크기가 커지면 가장 큰 진폭을 나타내는 격자크기도 40'으로 커진다고 하였고, Douthwaite와 Jenkins⁸도 화면크기를 1°에서 8°까지로 변화시켰을 경우 작은 화면크기에서는 작은 격자크기에서 진폭이 가장 큰 반면, 화면크기가 증가되면 최대 진폭을 보이는 격자크기도 증가한다고 하였다. 이에 대한 이유로 Katsumi등²은 시각유발전위의 진폭은 자극화면내의 단위의 수에 영향을 받는데, 이러한 단위의 수가 30개에서 320개로 커지면 진폭은 증가하며, 그 이상에서는 더 이상 증가하지 않거나, 오히려 감소된다고 하였다. 따라서 작은 화면크기에서는 격자의 크기가 작을 때에 단위의 수가 많아지므로 큰 진폭의 시각유발전위를 얻을 수 있으며, 큰 화면에서는 작은 격자로는 포화(saturation)가 나타나며 큰 격자에서 적절한 단위의 수를 나타내므로 진폭이 커지기 때문이라고 하였다. 본 연구에서도 화면크기 3×2.4°와 6×4.8°에서는 격자크가 25'에서 진폭이 가장 컸고, 화면크기 9×7.2°, 12×9.6° 및 15×12°에서는 격자크기 50'에서 진폭이 가장 컸으나, 서로간에 통계학적 유의성은 없었다.

김숙영과 김시열¹은 격자크기가 13', 26', 52'으로 커질 때에 P100잠시는 92msec 정도로 비슷하나, 1.75°와 3.5°로 격자크기가 커지면 잠시가 각각 95.6msec와 103.4msec로 길어진다고 보고 하였다. 박태용과 김기산⁹은 12.5', 25', 50'의 세가지 격자크기에서 P100잠시를 측정하였더니, 25'과 50'에서는, 비슷하였고, 12.5'에서 통계학적으로 의미있게 길었다고 하였다. Oishi등¹⁰은 25', 50', 100'의 격자크

기 변화에 따른 잠시의 변화에서, 세가지 격자크기에서 통계학적 유의성은 없었으나, 25'의 격자크기에서 1~2msec 길어졌다고 하였다. 이는 중심와부위는 주로 작은 격자크기에 의해 자극되는데, 중심와의 신경섬유가 주변부 망막의 신경섬유보다 직경이 가늘고 전도속도가 느리기 때문이라고 하였다. Novak등¹¹은 56'과 28'의 격자크기에서는 P100잠시가 비슷하였지만, 14'과 7'의 격자크기에서는 잠시가 의미있게 길어진다고 하여, 격자크기가 커질수록 P100잠시가 짧아진다고 하였다. 이는 28'보다 큰 격자크기는 망막의 주변부에 위치한 직경이 크고 전도속도가 빠른 신경섬유를 자극하므로, P100잠시가 짧아지기 때문이라고 하였다. 본 연구에서도 격자크기가 12'에서 25'으로 커질때에 화면크기 6×4.8°, 9×7.2°, 12×9.6° 및 15×12°에서 모두 통계학적으로 의미있게 짧아지는 결과를 보여 다른 저자들의 보고와 일치하였다.

Sakaue등¹²은 화면크기를 4°에서 12°까지로 증가 시켰을 때에 N75-P100진폭은 8° 화면크기까지는 증가하나, 그 이상에서는 더 이상 진폭이 커지지 않는다고 하였다. 이는 자극되는 화면내의 단위의 수가 일정한 수를 넘으면 포화가 일어나기 때문으로 설명될 수 있다.^{2,13} Katsumi등¹⁴은 5×5°보다 화면크기가 커지면 더 이상 진폭이 증가하지 않고 포화된다고 하였으며, 20'의 격자크기를 사용할 때에는 최소한 3.2×3.2° 이상의 화면크기를 사용할 것을 제안하였다. 이는 작은 격자크기를 사용하였기 때문에 비교적 작은 화면크기에서 포화가 되는 경향을 보였을 것으로 생각된다. 본 연구에서는 화면크기가 커질때에 모든 격자크기에서 진폭은 커지는 경향을 보였으며, 그 중 화면크기가 3×2.4°에서 12×9.6°까지로 커질때 통계학적으로 유의하게 증가하여 진폭의 포화가 뚜렷이 관찰되지는 않았다. 이는 피검자의 숫자가 적었고, 피검자간의 진폭의 차이가 컸기 때문으로 생각된다.

Yiannikas와 Walsh⁷는 화면크기를 2°에서 8°까지로 증가시켰을 경우에 P100잠시는 의미있게 짧아졌으나, 그 이상으로 화면크기가 커져도 잠시는 별 변화가 없다고 하였다. 따라서 일정한 P100잠시를 얻기 위하여는 화면크기가 8° 이상이어야 한다고 보고하였다. 이러한 변화는 화면크기가 작아질수록 나타나는 조도의 감소, 작은 화면에서는 피검자가 중앙을 응시하기가 곤란한 점, 그리고 화면크기가 작아질수록 중심와 부위의 느린 전도속도를 가진 신경섬유의 자극 등으로 설명되어진다고 하였다. 본 연구에서도 모든 격자크기에 있어 화면크기가 3×2.4°에서 15×12°까지로 커질때에 P100잠시는 짧아지는 경향을 보였고, 그 중 화면크기가 3×2.4°에서 9×7.2°까지로 커질때에 격자크기 25', 50', 100'에서 통계학적으로 유의하게 짧아졌다.

결 론

25' 이상의 격자크기와 9×7.2° 이상의 화면크기로 자극

하면 일정한 잠시를 얻을 수 있었고, 25' 또는 50'의 격자크기에서와 화면크기가 커질수록 큰 진폭의 반응을 얻을 수 있었다. 따라서 $9 \times 7.2^\circ$ 이상의 화면크기와 25' 또는 50'의 격자크기로 자극했을 경우 일정한 잠시와 큰 진폭의 시각유발전위를 얻을 수 있을 것으로 생각된다.

REFERENCES

1. 김숙영, 김시열: 정상 VEP의 표준화. 대한안과학회지 1988; 29: 315-320
2. Katsumi O, Hirose T, Tsukada T: Effect of number of elements and size of stimulus field on recordability of pattern reversal visual evoked response. Invest Ophthalmol Vis Sci 1988; 29: 922-927
3. Harter MR, White CT: Evoked cortical responses to checkerboard patterns: effect of check-size as a function of visual acuity. Electroencephalogr Clin Neurophysiol 1970; 28: 48-54
4. Bartl G, Lith GHM, Marle GW: Cortical potentials evoked by a TV pattern reversal stimulus with varying check sizes and stimulus field. Br J Ophthalmol 1978; 62: 216-219
5. Harter MR: Evoked cortical responses to checkerboard patterns: effect of check-size as a function of retinal eccentricity. Vision Res 1970; 10: 1365-1376
6. Sokol S: Visually evoked potentials: Theory, technique and clinical applications. Surv Ophthalmol 1980; 21: 18-39
7. Yiannikas C, Walsh JC: The variation of the pattern shift visual evoked response with the size of the stimulus field. Electroencephalogr Clin Neurophysiol 1983; 55: 427-435
8. Douthwaite WA, Jenkins TCA: Visually evoked responses to checkerboard pattern: check and field size interactions. Am J Opto & Physiol Optics 1982; 59: 894-901
9. 박태용, 김기산: 정상안에서 check-size에 따른 VEP변화. 대한안과학회지 1987; 28: 539-544
10. Oishi M, Yamada T, Dickins QS, Kimura J: Visual evoked potentials by different check sizes in patients with multiple sclerosis. Neurology 1985; 35: 1461-1465
11. Novak GP, Wiznitzer M, Kurtzberg D, Giesser BS, Vaughan HG Jr: The utility of visual evoked potentials using hemifield stimulation and several check sizes in the evaluation of suspected multiple sclerosis. Electroencephalogr Clin Neurophysiol 1988; 71: 1-9
12. Sakaue H, Katsumi O, Mehta M, Hirase T: Simultaneous pattern reversal ERG and VER recordings. Invest Ophthalmol Vis Sci 1990; 31: 506-511
13. Katsumi O, Tanino T, Hirose T: Objective evaluation of binocular function with pattern reversal VER III. Effect of stimulus size and localizaiton. Acta Ophthalmol 1986; 64: 691-697
14. Katsumi O, Hirose T, Tanino T: Effect of stimulus field size and localization on the binocular pattern reversal visual evoked response. Doc Ophthalmol 1988; 69: 293-305