

정상안에서 Check-size에 따른 VEP 변화

박 태 용·김 기 산

=Abstract=

VEP in Normal Eyes by Using Different Check-sizes

Tae Yong Park, M.D., Ki San Kim, M.D.

VEP is a gross electrical signal generated by the occipital region of the cortex in response to visual stimuli and it is useful in refraction, optic nerve disease, color blindness, amblyopia, field defect, macular disease, etc.

We used Horizon computer with UTAS-E and normal VEP at different check-size was measured on 30 subjects(60 eyes) with visual acuity better than 1.0

The pattern reversal frequency was 2 Hz., analysis time was 250 msec., artifact reject threshold was $75\mu\text{V}$., low-pass filter cut-off was 30Hz., high-pass filter cut-off was 1Hz.

The check sizes used were 16×16 (50min), 32×32 (25min) and 64×64 (12.5min).

The results were as follows;

1. 16×16 (50min)

amplitude : $8.18 \pm 3.55\mu\text{V}$., latency : 106.78 ± 4.28 msec.

2. 32×32 (25min)

amplitude : $8.48 \pm 5.99\mu\text{V}$., latency : 106.68 ± 3.82 msec.

3. 64×64 (12.5min)

amplitude : $7.79 \pm 3.68\mu\text{V}$., latency : 109.73 ± 5.15 msec.

4. The change of latency between 32×32 and 64×64 check-size was statistically significant($p < 0.05$).

5. The amplitude was largest in 32×32 (25min.) check-size but statistically not significant($p > 0.05$).

6. The latency was most increased in 64×64 (12.5min.) check-size and it was statistically significant($p < 0.001$).

서 론

Computer averager의 발달로 가능하게된 VEP는 시

자극에 대해 후두부에서 생성되는 전기적 신호로서 EEG보다는 특이성이 있고 시자극에 대해 더 민감하게 반응하기 때문에 다른 방법으로는 가능하지 않은 visual system의 검사에 이용된다”.

VEP는 변화가 많으며 VEP의 파형 latency, amplitude는 검사자의 집중력, electrode 위치, 습관, 자극의 변화 등과 밀접한 관계가 있다.

현재 VEP는 여러가지 안과 및 신경과적 질환의 진단목적으로 사용되고 있는 바 본원 안과에서도 비정상 VEP와의 비교관찰을 위해 정상안에서 patterned stimuli를 사용하여 check-size별 latency 및 amplitude를 측정하였다.

대상 및 방법

20세부터 28세 사이의 나안시력 1.0 이상인 남자 30명(60안)으로 안과적 질환 및 신경과적 질환이 없는 환자들을 대상으로 하였다.

VEP를 측정하기 위하여 North Star 사제품 computer인 Horizon과 1982년 LKC system사 제품 UTA-S-E 1000(Universal and Analysis system-electrophysiologic 1000)을 이용하여 측정하였다.

전극의 위치는 그림 1과 같이 nasion-ionian간 거리 및 ionian을 통과하는 preauricular point간의 거리를 측정하여 나온 결과에 의해 ionian 상반 몇 mm에 active electrode(Oz)를 부착하고 reference electrode는 우측 earlobe, ground는 좌측 earlobe에 각각 부착하였고 평균 Oz의 위치는 333mm였다.

피검자와 자극 즉 TV monitor 사이의 거리는 1m로 하였으며 피검자로 하여금 TV의 중심부를 주시하게 하여 검사하였다.

자극은 checker-board를 사용했으며 각각의 check-size는 16×16 , 32×32 , 64×64 의 3종류를 사용하였으며 각 check와 피검자의 눈과의 시각은 각각 50min, 25min, 12.5min이 되며 TV화면 전체크기는 13deg.

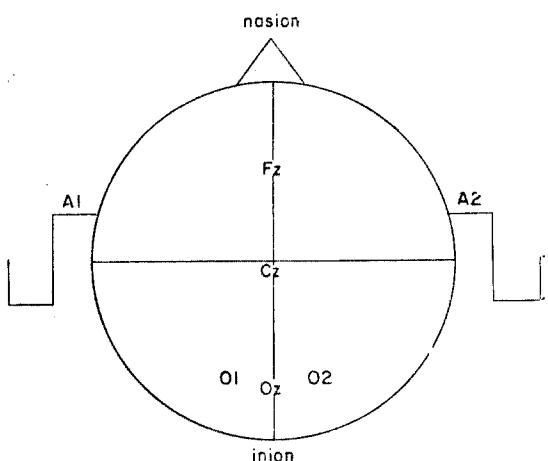


그림 1. The major landmarks for electrode placement.

16min.이며 luminance는 일정하게하고 화면전체에서 reversal시켜 검사하였다.

Pattern reversal frequency는 2Hz.로 하였으며 analysis time은 250 msec. artifact reject threshold는 $25\mu V$ 로 하고 low-pass filter cut-off는 30Hz. high-pass filter cut-off는 1Hz.로 하여 100회 연속자극을 주어 평균하여 N_1-P_1 amplitude 및 P_1 latency를 측정하고 각각 check-size 및 좌우안간의 비교는 paired t-test로 하였다.

결 과

60안에서 16×16 (50min)의 amplitude 평균은 8.18 ± 3.55 ($\bar{x} \pm S.D.$, μV), latency 평균은 106.78 ± 4.28 ($\bar{x} \pm S.D.$, msec.), 32×32 (25min.)의 amplitude 평균은 $8.48 \pm 5.99\mu V$., latency 평균은 106.68 ± 3.82 msec., 64×64 (12.5min)의 amplitude 평균은 $7.79 \pm 3.68\mu V$, latency 평균은 109.73 ± 5.15 msec.였으며 좌우안간의 amplitude와 latency의 평균은 표 1과 같았으며 32×32 및 64×64 에서의 latency는 우안에 비해 좌안에서 통계학적으로 유의한 차이를 보였으나 임상적으로는 의의가 없는 것으로 보인다($p < 0.05$).

Check-size별 amplitude 변화는 그림 2처럼 32×32 에서 가장 커었으나 통계학적으로 유의한 차이는 없었으며($p > 0.05$) latency의 변화는 그림 3에서처럼 64×64 에서 가장 증가하였으며 이는 통계학적으로 유의한 차이를 보였다($p < 0.01$).

정상 VEP의 예.

표 1.

	16×16(50min.)		32×32(25min.)		64×64(12.5min.)	
	amp.(μV)	lat.(ms.)	amp.(μV)	lat.(ms.)	amp.(μV)	lat.(ms.)
우(30안)	8.47±3.64	107.06±4.08	9.76±7.22	106.13±3.63	7.81±3.80	109.37±5.22
좌(30안)	7.88±3.50	106.50±4.43	7.21±4.18	*107.23±3.97	7.77±3.62	*110.50±5.10
계(60안)	8.18±3.55	106.78±4.24	8.48±5.99	106.68±3.82	7.79±3.68	**109.93±5.15

(mean±S.D.)

* $p<0.05$

** $p<0.01$

고 칠

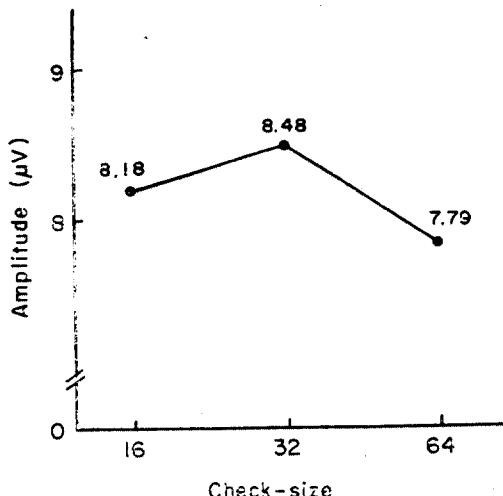


그림 2.

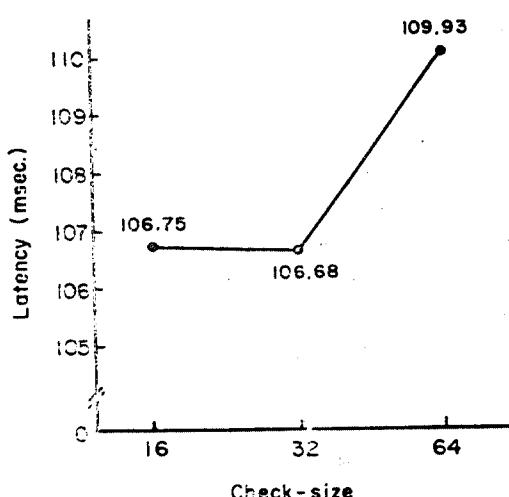


그림 3.

약 1세기전 Richard Caton이 evoked potential에 대해 처음 기술한 이래 약시를 측정하기 위해 Spekreijese (1972) 등²은 reversing checker-board pattern을 사용했고 Sokol과 Shaterian(1976)³은 작은 check를 사용했으며 Spekreijese(1972) 등⁴은 square 사이에 low contrast를, Srebro 등⁵은 low reversal frequency를 사용했다. Millardot과 Riggs(1970)⁶은 evoked potential refraction을 시도했으며 Halliday(1973) 등⁷은 demyelinating disease 검사에 VEP를 사용했고 Halliday(1976)⁸, Sokol(1980) 등⁹은 tumor나 glaucoma 시 optic nerve의 변화유무를 판단하기 위해 또 Regan (1972) 등¹⁰은 macular function test를 위해 VEP를 사용했다.

일상적으로 VEP는 시력측정시^{6,11,12} pattern-evoked potential의 amplitude가 optical blurring에 민감하기 때문에 VEP의 amplitude를 측정함으로써 굴절이상을 결정할 수 있으며 이는 photoreceptor로부터 후두부까지 visual system의 activity를 반영하기 때문에 retinoscope보다는 시력과 더 밀접한 관계에 있다.

VEP가 굴절변화에 대해서 ERG보다 민감한 이유는 VEP는 황반부를 반영하는 반면 ERG는 전망막부위를 반영하기 때문이라 생각되며 1 diopter의 defocusing에 대해 25~30%의 amplitude 감소를 보인다.

나이에 따른 VEP 변화는^{13,14,15} checker-board 사용시 6일에서 9일된 infant는 11~22min의 check-size 사이에서 가장 큰 amplitude를 보이고 45일에서는 180 min., 45일 이후는 점차 감소 6개월에서는 10~20min.으로 성인과 비슷한 양상을 보였으며 본 예에서는 32×32(25min.)에서 가장 큰 amplitude를 나타냈으나 통계학적으로 유의한 차이는 없었다($p>0.05$). 그리고

N_1 과 P_1 의 latency는 나이가 많아지면서 지연되는 양상을 보이는 것은 나이가 증가함으로서 optic nerve나 optic pathway에서 자극의 전도속도가 감소하기 때문이라 생각되며 특히 60세 이상에서 latency 증가가 나타난다.

Optic nerve의 질환 즉 optic neuritis나 retrobulbar neuritis, demyelinating disease에서도 latency의 지연을 보이는데 Halliday 등⁷⁾은 다발성경화증환자의 96%에서 latency의 지연을 보였으며 Asselman 등¹⁶⁾은 67%에서 보였다고 보고했고 Milner 등¹⁷⁾의 보고에선 구후시신경염환자는 큰 check(50min)에서 latency 차이를 보이나 작은 check에서는 latency 변화를 보이지 않았다.

Color blindness 검사시에도^{18, 19)} 사용되는데 chromatic pattern stimuli가 red, green, blue color를 분리하는데 이용되어 color defect 검사에 유용하다.

약시는 spatial vision의 defect 때문에 나타나므로 약시검사시 checker-board같은 spatial stimuli를 사용하는 것이 효과적이며 대부분 12° 이상의 field를 자극시 patterned VEP가 약시에서 정상인보다 작게 나타나^{3, 20, 21)} Arden²²⁾과 Sokol²³⁾은 성인 약시에서 perifovea 부분의 VEP가 정상인보다 오히려 크게 나타난다고 하였고 소아 약시에서도 큰 check-size에 대해 정상인보다 큰 amplitude를 보인다고 보고했다.

Arden 등²⁴⁾은 VEP를 stereopsis의 객관적인 index로 이용하여 binocular vision이 없을 때 VEP의 큰 변화를 보인다고 보고했는데 VEP는 한쪽 눈으로보다는 양안으로 볼 때 amplitude가 25~30% 크게 나타나며 이는 정상 binocular single vision과 관계가 있고 small angle esotropia 때라도 binocular vision이 상실되어 있으므로 amplitude의 감소를 보인다⁵⁾.

시야검사시는^{25, 26)} 각각 다른 망막부위를 같은 frequency의 stimulator로 각각 자극함으로서 찾아낼 수 있다.

망막질환시에도 latency의 지연을 초래하고 심한 황반부변성으로 시력이 0.2이하일 때 심한 VEP의 지연을 초래했고 경한 황반부질환이나 시력이 좋은 retinitis pigmentosa에서도 비정상적인 VEP latency가 관찰되었으며²⁷⁾, 약시와 unilateral macular disease를 비교한 결과 unilateral macular disease가 있는 환자에선 정상인보다 황반에서 amplitude 감소를 보였으나 굴절성약시와 사시성약시에서는 양안의 VEP의 의의있는 차이가 없었다²⁸⁾.

VEP 측정시 20min 이하의 check-size를 사용하면

망막의 중앙 3°내에 위치하게 되는데 이때 가장 큰 amplitude를 얻을 수 있고 중앙 12° 이상 자극시에는 VEP amplitude에 거의 영향을 미치지 않으며 일반적으로 후두부의 표면으로부터 기록되는 전기적신호는 visual field의 중앙 6~12° 부분의 activity를 반영한다. 그리고 자극의 reversal 횟수를 보면 lower frequency(6Hz.)에서는 정상안과 약시사이에 amplitude의 차이가 있으나 higher frequency(18Hz.)에서는 amplitude의 차이가 없다.

VEP의 전형적인 형태는 없으며 implicit time이 amplitude보다 일정성을 보이기 때문에 임상적으로 더 많이 이용되는데 현재까지 보고된 정상 latency로는 Peter Wanger 등²⁹⁾은 106~116msec, Sokol 등³⁰⁾은 100~120msec, Gaston G.¹⁵⁾ 등은 100msec, Gunner Lennertstrand²⁷⁾은 109±5msec, Holliday 등⁷⁾은 100 msec, Kupersmith 등³¹⁾은 105±9msec, 오 등³²⁾은 13.6min 크기의 자극을 사용하여 92.02±4.09msec, 임 등³³⁾은 flash 자극을 이용 111.62±9.82msec, 장³⁴⁾은 60min×50min 크기의 자극을 이용하여 96.81±7.51 msec로서 보고자에 따라서 차이가 있었다.

결 론

20세부터 28세사이의 나안시력 1.0 이상이며 안과 및 신경과적 질환이 없는 남자환자 30명(60안)을 대상으로 checker-board pattern을 사용 각각의 check-size 별로 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 16×16 (50min)

amplitude : $8.18 \pm 3.55 \mu\text{V}$

latency : $106.78 \pm 4.28 \text{ msec}$

2. 32×32 (25min)

amplitude : $8.48 \pm 5.99 \mu\text{V}$

latency : $106.68 \pm 3.82 \text{ msec}$

3. 64×64 (12.5min)

amplitude : $7.79 \pm 3.68 \mu\text{V}$

latency : $109.73 \pm 5.15 \text{ msec}$ 이었고

4. 32×32 및 64×64 에서의 latency는 우안에 비해 좌안에서 통계학적으로는 유의한 차이를 보였으나 ($p < 0.05$) 임상적으로는 의의가 없는 것으로 생각된다.

5. Amplitude는 32×32 (25min)에서 가장 컸으나 통계학적으로 유의한 차이는 없었다($p > 0.05$).

6. Latency는 64×64 (12.5min)에서 가장 증가하였으며 이는 통계학적으로 유의한 차이를 보였다 ($p < 0.01$).

REFERENCES

- 1) Sokol, S. : *Visually evoked potentials: Theory, technique and clinical applications, Surv. of Ophth.*, 21 : 18~39, 1976.
- 2) Spekreijse, H., Khoe, L.H., Van der Tweel, L.H. : *A case of amblyopia; electrophysiology and psychophysics of luminance and contrast, in Arden G.B. (ED): The Visual System Neurophysiology, Biophysics and Their Clinical Appli. Recent advances in experimental biology and medicine, Plenum Press, New York, Vol. 24, pp.141~156, 1972.*
- 3) Sokol, S., Shaterian, E. : *The pattern evoked cortical potential in amblyopia as an index of visual function, in Moore, S., Mein. J., Stockbridge, L.(Eds): Transaction of the Third international Orthoptic Congress., Symposia Specialistes., Miami, pp.59~67, 1976.*
- 4) Spekreijse, H., Van der Tweel, L.H., Regan, D. : *Intraocular sustained suppression: Correlation with evoked potential amplitude and distribution, Vision Res.*, 12 : 521~526, 1972.
- 5) Sebro, R. : *The visual evoked response: Binocular facilitation and failure when binocular vision is disturbed, Arch. Ophth.*, 96 : 839~844, 1978.
- 6) Millordot, M., Riggs, L.A. : *Refraction determined electrophysiologically: Responses to alternation of visual contours, Arch. Ophth.*, 84 : 272~278, 1970.
- 7) Halliday, A.M., Macdonald, W.I., Mushin, J. : *Visual evoked response in diagnosis of multiple sclerosis, Br. Med. J.*, 4 : 661~664, 1973.
- 8) Halliday, A.M., et al : *The pattern evoked potential in compression of anterior visual pathway, Brain*, 99 : 357~374, 1976.
- 9) Sokol, S., Domar, A., Moscowitz, A. & Schwartz, B. : *Pattern evoked potential latency and contrast sensitivity in glaucoma and ocular hypertension. In: Spkreijse, H. & Apkarian, P.A.(eds). Visual Pathways. Electrophysiology and pathology, Doc. Ophth. 27. Dr.W. Jank Publisher, The Hague, pp.79~86, 1981.*
- 10) Regan, D. : *Evoked Potentials in Psychology, Sensory physiology and clinical medicine. Chapman and Hall, London, p.328, 1972.*
- 11) Harter, M.R., White, C.T. : *Effects of contour sharpness and check-size on visually evoked cortical potentials, Vision Res.*, 8 : 701~711, 1968.
- 12) Harter, M.R., White, C.T. : *Evoked cortical responses to checkerboard patterns: Effect of check size as a function of visual acuity, Electroenceph. Clin. Neurophysiol.*, 8 : 28 : 48~54, 1970.
- 13) Harter, M.R., Deaton, F.K., Odom, J.V. : *Maturation of pattern visual evoked potentials in infants from six days to six months: visual acuity, refractive error and visual attention, in Desmedt, J.(ED): Cerebral Evoked Potentials in Man, Oxford University Press, Oxford, 1976.*
- 14) Sokol, S., Dobson, V. : *Pattern reversal visually evoked potentials in infants, Invest. Ophth.*, 15 : 58~62, 1976.
- 15) Celesia, G.G., Daly, R.F. : *Effects of aging on visual evoked responses, Arch. Neurol.*, 34 : 403, 1977.
- 16) Asselman, P., Chadwick, D.W., Marsden, C.D. : *Visual evoked responses in the diagnosis and management of patients with multiple sclerosis, Brain*, 99 : 261~282, 1975.
- 17) Milner, B.A., Regan, D., Heron, J.R. : *Differential diagnosis of multiple sclerosis by visual evoked potential recording, Brain*, 97 : 755~772, 1974.
- 18) Perry, N.W., Childers, D.G., Falgout, I.C. : *Chromatic specificity of the visual evoked responses, Science*, 177 : 813~815, 1972.
- 19) Regan, D. : *Evoked potentials specific to spatial patterns of luminance and color, Vision Res.*, 13 : 2381~2402, 1973.
- 20) Dawson, W.W., Perry N.W., Childers, D.G. : *Variation in human cortical response to patterns and image quality, Invest. Ophth.*, 11 : 789~799, 1972.
- 21) Yinon, U., Jakobovitz, L.Auerbach, E. : *The visual evoked response to stationary checkerboard*

- patterns in children with strabismic amblyopia, Invest. Ophth., 13 : 293~296, 1974.*
- 22) Arden, G.B. : *The visual evoked response in ophthalmology, Proc. Roy. Soc. Med., 66 : 1037~1043, 1937.*
- 23) Arden, G.B., Barnard, W.M., Mushin, A.S. : *Visually evoked responses in amblyopia, Br.J. Ophth., 58 : 183~192, 1973.*
- 24) Sokol, S. : *Visual evoked potentials to checkerboard pattern stimuli in strabismic amblyopia, in Desmedt J(ed): Cerebral evoked potentials in man, Oxford University Press, Oxford, 1976.*
- 25) Regan, D., Cartwright, R.F. : *A method of measuring the potentials evoked by simultaneous stimulation of different retinal regions, Electroenceph. Clin. Neurophysiol., 28 : 314~319, 1970.*
- 26) Cappin, J.M., Nissim, S. : *Visual evoked responses in the assessment of field defects in glaucoma, Arch. Ophth., 93 : 9~18, 1975.*
- 27) Lennstrand, G. : *Delayed visual evoked cortical potentials in retinal disease, Acta Ophth., 60 : 497~504, 1982.*
- 28) Fisherman, R.S., Copenhaver, R.M. : *Macular disease and amblyopia: The visual evoked response, Arch. Ophth., 77 : 718~725, 1967.*
- 29) Wanger, P., Persson, H.E. : *Visual evoked responses to pattern reversal stimulation in childhood amblyopia, Acta Ophth., 58 : 697~706, 1980.*
- 30) Sokol, S. : *Abnormal evoked potential latencies in amblyopia, Br.J. Ophth., 67 : 310, 1983.*
- 31) Kupersmith, K.J., Weiss, P.A., Carr, R.E. : *The visual evoked potential in tobacco-alcohol and nutritional amblyopia, Am.J. Ophth., 65 : 307, 1983.*
- 32) 오영돈, 곽형우, 김상민 : 안과 및 신경파적 질환에서의 VEP의 임상적 고찰, 대안학, 26 : 93, 1985.
- 33) 임명준, 박성희, 신환호 : 정상인의 시각유발전위의 잠복기, 대안학, 27 : 103, 1986.
- 34) 장봉린 : 정상인의 VEP, 대안학, 28 : 127, 1987.