

성인 단안 약시 환자에서의 문양시유발전위 검사의 진단적 기준

임선희 · 임기환

이화여자대학교 의학전문대학원 이화여대부속목동병원 안과학교실

목적: 성인 단안 약시 환자의 문양시유발전위 검사 결과를 정상군과 비교하여 약시 진단에서의 기준을 제시해보고자 하였다.

대상과 방법: 2000년 1월부터 2011년 12월까지 병사용 진단서 발급을 위해 내원한 성인 약시 환자군과 정상군의 문양시유발전위 검사의 변수(parameters)를 후향적으로 분석하였다.

결과: 단안 약시군은 47명, 정상 대조군은 39명이었다. 약시군에서 문양시유발전위 검사의 변수는 모두 정상군과 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 약시 진단시 기준 수치는 ROC 곡선(Receiver Operation Characteristic Curve)을 통해 절단값(cut-off value)을 적용하여, P₁₀₀ 잠복기 113.50 msec, P₁₀₀ 잠복기 비 1.05, P₁₀₀ 잠복기의 양안 차이 8.50 msec, P₁₀₀ 진폭의 양안 차이 5.25 μ V였고, 각 민감도는 51.1%, 70.2%, 53.2%, 31.9%로 낮게 측정되었다.

결론: 문양시유발전위 검사 변수의 절단값은 낮은 민감도로 인해 약시의 진단 기준으로는 한계가 있으며, 진단에 참고할 수 있는 보조적 지표로 활용해 볼 수 있다.

〈대한안과학회지 2013;54(12):1875-1881〉

약시는 시력저하가 있으면서 안경교정으로 정상시력이 되지 않고 스넬렌 시력표에서 두 눈의 시력이 두 줄 이상 차이가 나며, 안구매체나 안저조건이 정상이고 신경학적으로도 정상인 경우를 말한다. 약시 환자의 진단에 있어서 시력 외의 보조지표가 중요한데, 특히 성인에서 병사용 진단서를 발급하거나 장애 판정을 받으려 할 때에 더욱 그러하다. 시력은 주관적인 환자의 반응을 측정하는 것으로 병사용 진단서 발급 등 이차적인 이득이 있는 환자의 경우 시력저하를 사실보다 과장하는 경향이 있기 때문에 객관적인 보조지표가 필요하게 되는 것이다.

시유발전위 검사는 시자극에 의한 망막의 광수용체로부터 대뇌의 후두엽 피질까지의 전기적 반응을 나타내는 검사로 시신경질환의 감별진단 및 약시 환자에서의 진단에 있어서 객관적인 보조지표로서 널리 이용되어 왔다.¹

시유발전위 검사가 약시 진단에 도움을 줄 수 있다는 것은 잘 알려졌다으며, Park et al²은 약시안에서 P₁₀₀ 잠복기가 106.39 \pm 8.56 msec으로 정상안에서의 98.96 \pm 5.08

msec에 비해 중등도로 지연되는 소견을 보인다고 하였고, Sokol and Bloom³은 P₁₀₀ 진폭이 약시안에서 정상안에 비해 6-100%로 그 정도는 다양하지만 감소하는 경향을 보인다고 보고하였다. 그러나 실제로 임상에서 약시 환자를 진단할 경우, 시유발전위 검사 결과의 진단기준 수치에 대해 언급한 연구는 없었다. 이에 본 연구에서는 단안 약시로 진단받은 성인 환자의 시유발전위 검사의 변수를 정상 대조군과 비교해 봄으로써 약시의 진단에서 고려할 수 있는 시유발전위 검사 결과의 진단기준 수치를 제시해 보고자 한다.

대상과 방법

2000년 1월부터 2011년 12월까지 단안 시력감소로 병사용 진단서 발급을 위하여 내원한 성인 남자를 대상으로 의무기록을 후향적으로 조사하였다. 단안 약시군은 한천석 표준시력표상 양안의 시력이 4줄 이상 차이가 나고, 약시안의 교정시력이 0.6 이하이고, 건안의 교정시력이 0.9 이상이며 초, 중, 고교 건강기록부나 이전 진료기록을 통해 약시가 확인된 환자만을 대상으로 하였다. 시력에 영향을 줄 수 있는 망막병증이나 녹내장, 시신경병증 등의 안과적 질환이 있거나, 안과적 수술 병력이 있는 경우는 약시군에서 제외하였다. 정상 대조군으로는 다른 안과적 질환이 없고, 양안의 교정시력이 0.9 이상인 환자를 대상으로 하였다.

모든 환자를 대상으로 한천석 표준시력표를 이용하여 최

■ Received: 2013. 1. 4. ■ Revised: 2013. 6. 5.

■ Accepted: 2013. 10. 8.

■ Address reprint requests to **Key Hwan Lim, MD, PhD**
Department of Ophthalmology, Ewha Womans University
Mokdong Hospital, #1071 Anyangcheon-ro, Yangcheon-gu,
Seoul 158-710, Korea
Tel: 82-2-2650-5154, Fax: 82-2-2654-4334
E-mail: Limkh@ewha.ac.kr

대교정시력을 측정하였고, 조절마비굴절검사, 교대프리즘 가림검사, 동공반응검사, 세극등 현미경 검사, 안저 검사, 문양시유발전위 검사를 시행하였다.

약시의 경우 원인별로 굴절부등약시, 사시약시, 시자극차단약시, 기질성 약시로 분류하였다. 굴절부등약시는 조절마비굴절검사 결과, 근시나 원시가 2.0 디옵터 또는 난시가 1.5 디옵터 이상 차이가 나는 경우로, 사시약시는 안구운동 검사상 사시가 있는 경우로, 시자극차단약시는 각막 혼탁, 선천 백내장, 안검 하수 등이 있는 경우로, 기질성 약시는 시력의 저하가 있으면서 약시를 일으킬 만한 눈의 이상이 발견되지 않는 경우로 각각 정의하였다.

시유발전위 검사는 Neuroscreen plus® (Toennies, Jaeger-Toennies Inc., Heochberg, Germany)를 사용하였으며, 전극의 위치는 기록전극은 후두두피에 부착하고, 기준전극은 앞이마의 바로 위 전두골의 정중선에, 접지전극은 귓볼에 각각 설치하였다. 검사실의 조명은 일정하게 하고 피검자와 모니터 사이의 거리는 1미터로 하였다. 모든 대상 환자는 시력을 최대한 교정하고 산동을 하지 않은 상태에서 검사를 시행하였다. 자극의 형태는 흑백의 정사각형 격자로 하였으며, 격자크기는 32 × 32 (25 min)로 하였다. 무늬전환율(pattern reversal rate)은 1.9 Hz로 하였고, 분석 기간은 250 msec으로 하였고 100회 반복하여 파의 형태를 구하였다.

시유발전위 검사에서 자극 시작 후 최대 양성파의 정점(P₁₀₀)까지의 시간을 P₁₀₀ 잠복기로 하였고, P₁₀₀ 정점과 음성파인 N₇₅ 정점 간의 차이를 P₁₀₀ 진폭으로 하였다. 이를 토대로 다른 변수를 구함으로써 시유발전위 검사의 변수를 정하였다. 즉, 약시군에서는 약시안과 건안의 비율을 통해 ([Value of amblyopic eye]/[Value of fellow eye]) P₁₀₀ 잠복기 비(Ratio of P₁₀₀ latency) 및 P₁₀₀ 진폭 비(Ratio of

P₁₀₀ amplitude)를 정하였고, 정상 대조군에서는 P₁₀₀ 잠복기 비의 경우 높은 수치와 낮은 수치의 비율로 ([higher value of P₁₀₀ latency]/[lower value of P₁₀₀ latency]), P₁₀₀ 진폭 비의 경우에는 낮은 수치와 높은 수치의 비율([lower value of P₁₀₀ amplitude]/[higher value of P₁₀₀ amplitude])로 정하였다. P₁₀₀ 잠복기의 양안 차이(Interocular difference of P₁₀₀ latency) 및 P₁₀₀ 진폭의 양안 차이(Interocular difference of P₁₀₀ amplitude)는 각각에서 양안 간의 차로 정하였다. 단, 정상군에서 P₁₀₀ 잠복기와 P₁₀₀ 진폭을 정하는 경우 무작위배정을 통해 양안 중 한 눈을 정하고 그 측정치를 사용하였다.

약시군과 정상군의 시유발전위 검사 변수의 차이는 student *t*-test로 평가하였다. 약시를 진단할 때 시유발전위 검사 변수의 기준치를 제시하기 위해 ROC 곡선(receiver operation characteristic curve) 및 ROC 곡선 아래 면적(area under the receiver operation characteristic, AUC)을 이용하였고, 민감도와 특이도를 모두 고려하여 Youden's index (민감도+특이도-1)를 이용하여 절단값을 제시하였다.⁴ 약시군에서 시유발전위 검사의 변수와 시력 간의 상관관계를 알아보기 위해 Pearson's correlation coefficient를 이용하여 분석하였다. 이러한 통계학적 처리는 SPSS® version 18.0 (SPSS Inc, Chicago, Ill)을 사용하였다. 또한 각 변수 중 판별력이 높은 변수를 구하기 위하여 Stata® version 10.0 (StataCorp, College station, Texas)에서 roccomp를 이용하여 분석하였다.

결 과

약시군은 47명이었고, 정상군은 39명으로 총 86명이었

Table 1. Clinical characteristics of the subjects

	Amblyopia	Normal	<i>p</i> -value*
Subjects (numbers)	47	39	
Age (years)	19.3 ± 1.7	20.5 ± 6.2	0.25
Visual acuity (log MAR)	0.88 ± 0.48	0.00 ± 0.01	0.00
Spherical equivalent (diopters)	-3.49 ± 3.15	0.30 ± 4.96	0.00
Parameters of visual evoked potential (VEP)			
P ₁₀₀ latency (msec)	118.69 ± 27.02	103.13 ± 5.53	0.00
P ₁₀₀ amplitude (μV)	5.89 ± 3.23	10.46 ± 5.25	0.00
Ratio of P ₁₀₀ latency	1.18 ± 0.32	1.03 ± 0.02	0.00
Ratio of P ₁₀₀ amplitude	0.65 ± 0.36	0.78 ± 0.14	0.02
Interocular difference of P ₁₀₀ latency (msec)	17.80 ± 28.73	2.82 ± 2.13	0.00
Interocular difference of P ₁₀₀ amplitude (μV)	4.04 ± 2.72	2.35 ± 1.81	0.00

Values are presented as mean ± SD.

In the group of amblyopic patients, ratio of P₁₀₀ latency = (value of amblyopic eye)/(value of fellow eye), ratio of P₁₀₀ amplitude = (value of amblyopic eye)/(value of fellow eye); In the group of normal patients, ratio of P₁₀₀ latency = (higher value of P₁₀₀ latency)/(lower value of P₁₀₀ latency), ratio of P₁₀₀ amplitude = (lower value of P₁₀₀ amplitude)/(higher value of P₁₀₀ amplitude).

*Student *t*-test.

Table 2. Area under the receiver operating characteristics curve (AUC), sensitivity, specificity by each parameters of visual evoked potential (VEP)

	AUC	95% CI	Sensitivity (%)	Specificity (%)	Cut-off value*
P ₁₀₀ latency	0.776	0.673-0.858	51.1	97.4	113.50 msec
Ratio of P ₁₀₀ latency	0.743	0.637-0.831	70.2	92.3	1.05
Interocular difference of P ₁₀₀ latency	0.773	0.670-0.856	53.2	97.4	8.50 msec
Interocular difference of P ₁₀₀ amplitude	0.696	0.587-0.791	31.9	92.3	5.25 μ V

CI = confidence interval.

*Cut-off value determined highest value of Youden's index (Sensitivity + Specificity - 1).

Table 3. Value of each parameters of Visual evoked potential (VEP) in case of 100% specificity

	Sensitivity (%)	Specificity (%)	Value
P ₁₀₀ latency	46.8	100	115.10 msec
Ratio of P ₁₀₀ latency	48.9	100	1.10
Interocular difference of P ₁₀₀ latency	44.7	100	11.10 msec
Interocular difference of P ₁₀₀ amplitude	6.4	100	9.15 μ V

다. 약시군은 굴절부등시성이 32명, 사시성이 4명, 시자극 차단성이 3명, 기질성은 8명이었다. 약시군의 평균 연령은 19.3 ± 1.7 세, 정상군은 20.5 ± 6.2 세로 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았다($p>0.05$). 약시군의 최대교정 시력(logMAR)은 0.88 ± 0.48 , 정상군의 경우 0.00 ± 0.01 로 약시안에서 통계학적으로 유의한 차이를 보였다($p<0.05$). 구면대응치(spherical equivalent, SE)는 약시군은 -3.49 ± 3.15 디옵터, 정상군은 0.30 ± 4.96 디옵터로 두 군 사이에 통계학적으로 유의한 차이를 보였다($p<0.05$). P₁₀₀ 잠복기는 약시군에서 118.69 ± 27.02 msec, 정상군에서 103.13 ± 5.53 msec, P₁₀₀ 진폭은 약시군에서 5.89 ± 3.23 μ V, 정상군에서 10.46 ± 5.25 μ V로 두 군간에 통계학적으로 유의한 차이를 보였다($p<0.05$). 또한 P₁₀₀ 잠복기 비는 약시군에서 1.18 ± 0.32 , 정상군에서 1.03 ± 0.02 , P₁₀₀ 진폭 비는 약시군에서 0.65 ± 0.36 , 정상군에서 0.78 ± 0.14 , P₁₀₀ 잠복기의 양안 차이는 약시군에서 17.80 ± 28.73 msec, 정상군에서 2.82 ± 2.13 msec, P₁₀₀ 진폭의 양안 차이는 약시군에서 4.04 ± 2.72 μ V, 정상군에서 2.35 ± 1.81 μ V로 두 군간에 통계학적으로 유의한 차이를 보였다($p<0.05$)(Table 1).

약시군과 정상군에서 문양시유발전위 검사의 변수를 비교하여 약시를 감별 진단할 기준치를 제시하기 위하여 ROC 곡선을 통해 Youden's index (민감도+특이도-1)를 이용하여 절단값을 정하였다. P₁₀₀ 잠복기의 경우 113.50 msec (민감도 51.1%, 특이도 97.4%), P₁₀₀ 잠복기 비의 경우 1.05 (민감도 70.2%, 특이도 92.3%), P₁₀₀ 잠복기의 양안 차이는 8.50 msec (민감도 53.2%, 특이도 97.4%), P₁₀₀ 진폭의 양안 차이는 5.25 μ V (민감도 31.9%, 특이도 92.3%)가 절단값이었다(Table 2).

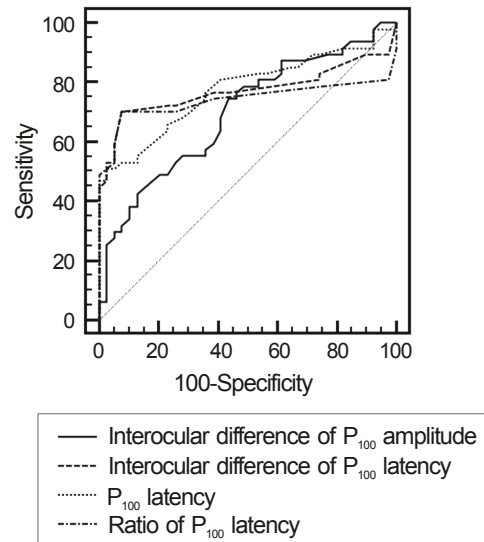


Figure 1. Receiver operating characteristics (ROC) curve of the parameters of visual evoked potential (VEP).

100% 특이도를 고려한 경우에서 P₁₀₀ 잠복기는 115.10 msec (민감도 46.8%, 특이도 100%), P₁₀₀ 잠복기 비는 1.10 (민감도 48.9%, 특이도 100%), P₁₀₀ 잠복기의 양안 차이는 11.10 msec (민감도 44.7%, 특이도 100%), P₁₀₀ 진폭의 양안 차이는 9.15 μ V (민감도 6.4%, 특이도 100%)였다(Table 3).

ROC 곡선 아래 면적(AUC)을 구하면(Fig. 1), 문양시유발전위 검사의 변수 중 P₁₀₀ 잠복기의 AUC가 0.776 (민감도 51.1%, 특이도 97.4%)으로 가장 높았고, 이어서 P₁₀₀ 잠복기의 양안 차이가 0.773 (민감도 53.2%, 특이도 97.4%), P₁₀₀ 잠복기 비가 0.743 (민감도 70.2%, 특이도 92.3%), P₁₀₀ 진폭의 양안 차이가 0.696 (민감도 31.9%,

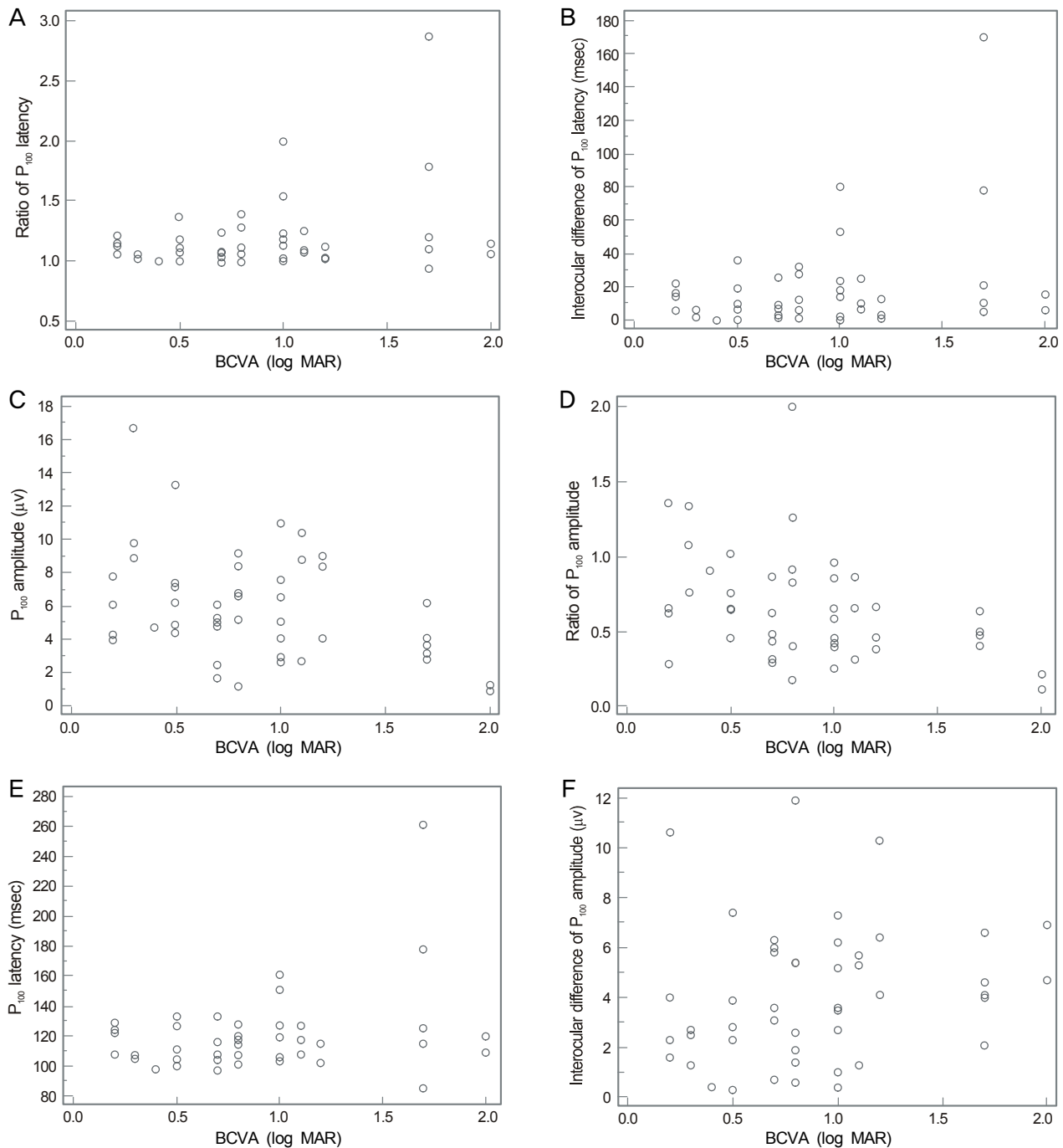


Figure 2. Correlations between visual acuity (log MAR) and Visual evoked potential (VEP) parameters of amblyopic patients. Log MAR and ratio of P₁₀₀ latency (A) and interocular difference of P₁₀₀ latency (B) have positive correlation which is statistically significant ($p < 0.05$). Log MAR and P₁₀₀ amplitude (C) and ratio of P₁₀₀ amplitude (D) have negative correlation which is statistically significant ($p < 0.05$). Log MAR and P₁₀₀ latency (E) and interocular difference of P₁₀₀ amplitude (F) have positive correlation which is not statistically significant ($p > 0.05$). *BCVA = best corrected visual acuity.

특이도 92.3%)으로 나타났다. 반면, ROC 곡선에서 P₁₀₀ 진폭(AUC=0.221) 및 진폭 비(AUC=0.300)의 경우에는 통계적으로 유의한 의미를 보이지 않았다.

또한 각 변수 간의 AUC를 비교하여 높은 판별력을 갖는 변수를 구하고자 Stata® version 10.0 (StataCorp, College

station, Texas)에서 roccomp로 분석하였으나, 통계적으로 유의한 의미를 보이지 않았다($p > 0.05$)(Table 2).

약시군에서 시력의 저하, 즉 logMAR 값의 증가에 따른 변수와의 관계를 살펴보면, P₁₀₀ 잠복기 비의 경우 0.296, P₁₀₀ 잠복기의 양안 차이의 경우 0.317로 양의 상관관계를

보이고, P_{100} 진폭은 -0.380 , P_{100} 진폭 비는 -0.398 로 음의 상관 관계를 보이며($p < 0.05$), 통계적으로 유의하지는 않지만, P_{100} 잠복기와 P_{100} 진폭의 양안 차이는 양의 상관 관계를 보였다($p > 0.05$)(Fig. 2).

고 찰

지금까지 보고된 여러 연구를 통해 시유발전위 검사시 약시안에서 정상안에 비해 P_{100} 잠복기가 유의하게 증가되고, P_{100} 진폭은 유의하게 감소되며, 이를 토대로 시유발전위 검사가 약시 진단의 중요한 보조지표라는 사실은 이미 잘 알려진 바이다.^{3,5,6} 이에 본 연구는 20세 전후의 성인 환자를 대상으로 단안 약시로 진단받은 군과 정상군을 나누어 분석하여 약시를 진단할 때 문양시유발전위 검사의 진단적 기준치를 구체적으로 제시하고자 하였다. 잠복기 및 진폭의 양안 차이의 경우, VEP 검사결과를 통한 진단에서 유의성을 증가시킨다는 보고가 있으며,^{7,8} 양안 비 역시 적지만, 이용되는 바⁹ 있어 두 변수 모두 분석하였다.

검사의 진단적 타당성을 위하여 ROC 곡선을 통해 문양시유발전위 검사의 기준치를 제시하고자 하였는데, Youden's index (민감도+특이도-1)를 통해 P_{100} 잠복기의 경우 113.50 msec (민감도 51.1%, 특이도 97.4%), P_{100} 잠복기 비의 경우 1.05 (민감도 70.2%, 특이도 92.3%), P_{100} 잠복기의 양안 차이를 구한 경우에는 8.50 msec (민감도 53.2%, 특이도 97.4%), P_{100} 진폭의 양안 차이의 경우에는 5.25 μV (민감도 31.9%, 특이도 92.3%)로 절단값을 제시하였다. 그러나 각 변수의 낮은 민감도로 인하여 약시의 진단 기준으로는 한계가 있다고 생각한다.

한편, 100%의 특이도를 갖는 값으로 기준치를 제시하면, P_{100} 잠복기의 경우 115.10 msec (민감도 46.8%, 특이도 100%), P_{100} 잠복기 비의 경우 1.10 (민감도 48.9%, 특이도 100%), P_{100} 잠복기의 양안 차이를 구한 경우에는 11.10 msec (민감도 44.7%, 특이도 100%), P_{100} 진폭의 양안 차이의 경우에는 9.15 μV (민감도 6.4%, 특이도 100%)로, 실제 임상에서 여러 검사를 통해 약시일 가능성이 낮은 환자군에서 이 기준치를 적용시 95% 이상의 음성 예측도(Negative predictive value, NPV)를 나타내,¹⁰ 폐병 등을 감별해내는데 도움이 될 것으로 생각한다. 그러나 이를 일반 인구에서 적용할 경우, 약시 환자임에도 정상으로 오진될 가능성이 커서 한계가 있다고 판단된다.

본 연구 결과에서 문양시유발전위 검사 변수 중 P_{100} 진폭 및 진폭 비는 ROC 곡선에서 통계적으로 유의한 의미를 보이지 않았다. P_{100} 진폭의 양안 차이의 경우 통계적으로는 유의한 값을 보였으나, 통계적으로 유의한 다른 변수들

에 비해 더 낮은 민감도 및 특이도 값을 나타내었다. 이는 문양시유발전위 검사 중 P_{100} 진폭의 경우 개인차가 크고 변동이 심하여 P_{100} 진폭의 절대값보다는 P_{100} 잠복기가 더 유용한 지표라는 연구 결과와 일치한다.^{2,11-13} 또한 본 연구에서는 문양시유발전위 검사의 여러 변수 중 가장 판별력이 높은 변수를 알아보려고 하였고, 이를 위해 변수들 간의 AUC를 비교해 보았으나, 통계적으로 유의한 차이를 찾지는 못하였다($p > 0.05$).

약시군에서 시력에 따른 문양시유발전위 검사의 변수와의 관계를 비교해 보면, 시력이 저하됨에 따라 P_{100} 잠복기 비, P_{100} 잠복기의 양안 차이는 증가하고 P_{100} 진폭 및 진폭 비는 감소하며($p < 0.05$), 통계적으로 유의하지는 않지만, P_{100} 잠복기와 P_{100} 진폭의 양안 차이는 증가하였다. 이는 Park et al²과 Hoe et al¹²의 연구에서 시신경질환 및 약시 환자에서 시력이 저하됨에 따라 P_{100} 진폭은 유의하게 감소하고, P_{100} 잠복기는 증가하나, 통계학적으로 유의하지 않다고 보고한 것과 유사한 결과이다. P_{100} 진폭의 경우 망막에 상이 얼마나 명확히 맺히는가에 따라 변화가 오는 것을 고려해 볼 때 시력과 연관성을 유추해 볼 수 있으며, 이를 통해 역으로 P_{100} 진폭으로부터 시력을 추정해 볼 수 있는 가능성을 시사한다고 할 수 있다.^{14,15}

본 연구의 분석에서는 문양시유발전위 검사 결과 중 격자 크기가 더 작은 것을 선택하여 그 결과를 이용하였다. 격자크기가 작을수록 성인 약시 환자에서 P_{100} 진폭이 작게 나타나고 P_{100} 잠복기가 연장되는 것이 현저하게 나타나게 되어 약시 진단에 좀 더 효과적이라는 것은 이전에 보고된 바로^{1,12} 본 연구에서는 이를 통해 약시 진단의 예민도를 높이고자 하였다.

본 연구의 한계점은 첫 번째로 약시군 47명, 정상 대조군 39명으로 통계적 유의미함은 있었으나 절대적인 표본수가 적었다. 두 번째로 20세 전후의 젊은 성인 남자를 대상으로 환자군 및 대조군의 연령범위가 한정되어 있었다. P_{100} 잠복기의 경우, 연령의 증가에 따라 통계적으로 유의하게 증가하는 것으로 알려졌으며, Yoon et al¹⁶은 20대, 30대, 40대에서는 그 값이 비슷하나, 50대, 60대로 가면서 차이를 보이며 증가한다고 보고하였고, Sokol et al¹⁷은 나이가 많아짐에 따라 퇴행성 변화에 의해 탈수초, 축삭 변성 등에 의해 신경전달속도가 늦어짐으로 인해 P_{100} 잠복기가 증가한다고 하였다. 이를 토대로 본 연구 결과를 임상에 적용할 경우에 연령에 따른 변화를 고려하여야 할 것으로 생각된다. 세 번째는 시유발전위 검사 결과가 통일되어 있지 않는 점이다. 시유발전위 검사에서 P_{100} 잠복기의 정상범위는 Holliday et al¹⁸에 의하면 103.8 ± 4.3 msec, Asselman et al¹⁹은 90.5 ± 13.5 msec, Sokol²⁰은 100-120 msec, 본

연구에서는 103.13 ± 5.53 msec으로 차이가 있음을 알 수 있으며, 이는 자극의 종류나 기기에 따른 차이로 추정된다. 본 연구에서는 이러한 점을 보완하기 위해 P₁₀₀ 잠복기, P₁₀₀ 진폭뿐만 아니라, P₁₀₀ 잠복기 및 진폭 비, P₁₀₀ 잠복기 및 진폭의 양안 차이를 고려하였으나, 실제 임상에 적용할 경우에 개개인이 사용하는 시유발전위 검사의 기종이나 방법을 고려하여 판단하여야 할 것으로 생각한다. 또한 P₁₀₀ 잠복기의 경우 검사의 높은 재현성이 보고되어 있으나, P₁₀₀ 진폭의 경우에는 그렇지 않아 검사의 재현성^{9,21} 역시 고려하여야 할 부분이라 생각한다.

본 연구는 20세 전후의 성인 남자를 대상으로 약시로 진단 받은 군과 정상군을 나누어 문양시유발전위 검사 결과를 분석하여 각 검사값에 따른 검사의 유용성을 ROC 곡선으로 비교하고, 약시 진단시 고려해 볼 수 있는 수치와 이 수치에 따른 민감도와 특이도를 제시하였다는 점에서 의미 있는 연구이다. 결론적으로 문양시유발전위 검사 변수는 낮은 민감도로 인해 약시의 진단 기준으로는 한계가 있으며, 진단에 참고할 수 있는 보조적 지표로 활용할 수 있으리라 생각되며, 향후 더 많은 환자와 다양한 성별 및 연령대에서의 연구가 필요하리라 생각한다.

REFERENCES

- 1) Yoo WS, Park YJ, Yoo JM. Pattern VEP in adult amblyopic patients requested from military service. J Korean Ophthalmol Soc 2010;51:1392-7.
- 2) Park HK, Kim MM, Hahn DK. Evaluation of VEP in optic nerve diseases and amblyopia. J Korean Ophthalmol Soc 1995;36:1569-73.
- 3) Sokol S, Bloom B. Visually evoked cortical responses of amblyopes to a spatially alternating stimulus. Invest Ophthalmol 1973;12:936-9.
- 4) Szklo M, Nieto FJ. Epidemiology: beyond the basics, 2nd ed. Massachusetts: Jones and Bartlett Learning, 2007;319.
- 5) Wanger P, Persson HE. Visually evoked cortical responses to pattern reversal stimulation in childhood amblyopia. Acta Ophthalmol 1980;58:697-706.
- 6) Park MS, Jin KH, Kim SM. Type of refractive errors and VEP in anisometropic amblyopia. J Korean Ophthalmol Soc 1990;31:965-70.
- 7) Odom JV, Bach M, Brigell M, et al. ISCEV standard for clinical visual evoked potentials (2009 update). Doc Ophthalmol 2010; 120:111-9.
- 8) Ropper A, Samuels M. Adams and Victor's principles of neurology, 9th ed. New York: McGraw Hill Professional, 2009;29-31.
- 9) Skuse NF, Burke D, McKeon B. Reproducibility of the visual evoked potential using a light-emitting diode stimulator. J Neurol Neurosurg Psychiatry 1984;47:623-9.
- 10) Gurstman BB. Epidemiology kept simple: an introduction to classic and modern epidemiology, 2nd ed. New Jersey: Wiley-Liss, 2003;90-1.
- 11) Jin KH, Kwak HW, Kim SM. Effect of occlusion therapy and change of VEP in amblyopia. J Korean Ophthalmol Soc 1987; 28:1041-5.
- 12) Hoe JW, Kim CW, Kim SM. VEP and pattern ERG in adult amblyopes. J Korean Ophthalmol Soc 1990;31:1481-8.
- 13) Young B, Eggenberger E, Kaufman D. Current electrophysiology in ophthalmology: a review. Curr Opin Ophthalmol 2012;23:497-505.
- 14) Sokol S. Visually evoked potentials: Theory, technique and clinical applications. Surv Ophthalmol 1976;21:18-44.
- 15) Jeon J, Oh S, Kyung S. Assessment of visual disability using visual evoked potentials. BMC Ophthalmol 2012;12:36.
- 16) Yoon GJ, Choi GJ, Ji NC. P100 latency in normal persons by pattern reversal VEP and flash VEP. J Korean Ophthalmol Soc 1996; 37:78-85.
- 17) Sokol S, Moskowitz A, Towle VL. Age-related changes in the latency of the visual evoked potential: Influence of check-size. Electroencephalogr Clin Neurophysiol 1981;51:559-62.
- 18) Holliday AM, McDonald WI, Mushin J. Visual evoked response in diagnosis of multiple sclerosis. Br Med J 1973;4:661-4.
- 19) Asselman P, Chadwick DW, Marsden DC. Visual evoked response in diagnosis and management of patients suspected of multiple sclerosis. Brain 1975;98:261-82.
- 20) Sokol S. Abnormal evoked potential latencies in amblyopia. Br J Ophthalmol 1983;67:310-4.
- 21) Sriram P, Klistorner A, Arvind H, Graham SL. Reproducibility of multifocal VEP latency using different stimulus presentations. Doc Ophthalmol 2012;125:43-9.

=ABSTRACT=

Diagnostic Criteria of Pattern VEP in Adult Monocular Amblyopic Patients

Sun Hee Lim, MD, Key Hwan Lim, MD, PhD

Department of Ophthalmology, Ewha Womans University Mokdong Hospital, Ewha Womans University School of Medicine, Seoul, Korea

Purpose: To suggest a diagnostic criteria of pattern visual evoked potential (VEP) in adult monocular amblyopic patients in comparison to normal subjects.

Methods: The medical records of patients' military service certificates from January 2000 to December 2011 were reviewed. The parameters of pattern VEP were analyzed by comparing monocular amblyopic patients with normal controls.

Results: This study included 47 monocular amblyopia and 39 normal control patients. All parameters of pattern VEP were statistically significantly different between monocular amblyopic eyes and normal eyes. The cut-off values for diagnosis of adult amblyopia using receiver operating characteristic (ROC) curve were 113.50 msec (P_{100} latency), 1.05 (ratio of P_{100} latency), 8.50 msec (interocular difference of P_{100} latency), and 5.25 μ V (interocular difference of P_{100} amplitude). Cut-off value sensitivities were generally low: (51.1%, 70.2%, 53.2%, and 31.9%, respectively).

Conclusions: The value of pattern VEP parameters had limitations due to low sensitivity and could be considered as ancillary diagnostic criteria when diagnosing amblyopia.

J Korean Ophthalmol Soc 2013;54(12):1875-1881

Key Words: Adult, Diagnostic criteria, Monocular amblyopia, Parameters of pattern VEP, ROC

Address reprint requests to **Key Hwan Lim, MD, PhD**
Department of Ophthalmology, Ewha Womans University Mokdong Hospital
#1071 Anyangcheon-ro, Yangcheon-gu, Seoul 158-710, Korea
Tel: 82-2-2650-5154, Fax: 82-2-2654-4334, E-mail: Limkh@ewha.ac.kr