

미세혈관 감압술 중 청력변화에 대한 뇌간 청각유발전위 검사의 유용성

연세대학교 의과대학 ¹마취통증의학교실 및 ²마취통증연구소

배선준^{1,2} · 이종석^{1,2} · 김종훈^{1,2} · 정장환¹ · 박세용¹ · 민경태^{1,2}

The Validity of Intraoperative Brainstem Auditory Evoked Potentials (BAEPs) for the Postoperative Hearing Impairments in Microvascular Decompression (MVD)

Sun Jun Bai, M.D.^{1,2}, Jong Suck Lee, M.D.^{1,2}, Jong Hoon Kim, M.D.^{1,2}, Jang Hwan Jung, M.D.¹, Se Yong Park, M.D.¹, and Kyeong Tae Min, M.D.^{1,2}

¹Department of Anesthesiology and Pain Medicine and ²Anesthesia and Pain Research Institute, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

Background: Intraoperative brainstem auditory evoked potentials reduced the sensorineural hearing loss (SNHL) after microvascular decompression (MVD). This study was performed to evaluate the validity of BAEP parameters of latency or amplitude to SNHL.

Methods: 557 patients out of 930 hemifacial spasm patients performed MVD, who were free from hearing impairment preoperatively, were enrolled in this study. Maximal changes of BAEPs wave V latency and amplitude during MVD were retrospectively sought according to postoperative SNHL. Sensitivity, specificity and positive predictability of wave V latency and amplitude were also sought according to the postoperative SNHL with a critical value of 1.0 msec prolongation and 40% decrease, respectively.

Results: Wave V latency of BAEPs prolonged less in patients with normal hearing outcome (0.44 ± 0.63 msec) than in the patients with temporary or permanent SNHL (1.23 ± 0.56 msec, 1.33 ± 0.33 msec). Wave V amplitude also decreased less in the patients with normal hearing outcome ($5.4 \pm 15.8\%$) than in the patients with transient or permanent SNHL ($42.8 \pm 31.7\%$, $60.0 \pm 34.7\%$). While sensitivity, specificity and predictability of prolongation of wave V latency at a value of 1.0 msec for SNHL, were 52.5%, 76.4% and 14.7%, respectively, those of decrease in the amplitude of wave V for SNHL at a value of 40% were 35.0%, 93.6% and 29.8%, respectively.

Conclusions: Decrease of the amplitude of wave V seems to have higher specificity, predictability and lower sensitivity for SNHL than the prolongation of wave V latency. (Korean J Anesthesiol 2004; 47: 493~8)

Key Words: brainstem auditory evoked potentials, hearing impairments, microvascular decompression.

서 론

반측성 안면연축(Hemifacial spasm)의 외과적인 치료방법인 미세혈관 감압술(Microvascular decompression, MVD)은 성공률이 현저히 높고 재발률은 매우 낮아 널리 이용되고

논문접수일 : 2004년 7월 1일

책임저자 : 민경태, 서울시 서대문구 신촌동 134

연세대학교 의과대학 마취통증의학교실

우편번호: 120-752

Tel: 02-361-5847, Fax: 02-312-7185

E-mail: ktmin501@yumc.yonsei.ac.kr

석사학위 논문임.

있다. 하지만 수술 후 청력저하(0.8-9.1%)나 안면신경마비(0.9-1.3%)와 같은 합병증들이 보고되었다.¹⁻⁴⁾ 특히, 청신경은 안면신경과 매우 밀접하게 위치하여 소뇌나 뇌간의 견인 시 손상입을 위험이 매우 높다.¹⁾

수술 중 뇌간 청각유발전위 검사(Brainstem auditory evoked potentials, BAEPs)는 청신경종 등 소뇌교각 부위의 종양 수술, 삼차신경통과 반측성 안면연축의 미세혈관 감압술시 수술 후 발생하는 청력저하의 빈도를 감소시켰다.⁵⁻⁹⁾ BAEPs 감시를 도입하기 전에는 수술 후 청력저하의 빈도가 7.2-20%였으나,⁷⁾ BAEPs 감시 도입된 후에는 청력저하의 빈도가 7.7%에서 2.3%로,³⁾ 2.8%에서 0.7%로,⁵⁾ 4.8%에서 1.9%로⁸⁾ 감소하였다고 보고되었다. 수술 중 BAEPs 감시는 미세혈관

감압술과 연관된 청력저하 빈도를 줄이는데 기여할 뿐 아니라 수술 중 신경 손상을 야기시킬 수 있는 수술 방법을 수정할 수 있다는 데에도 큰 의미가 있다.⁹⁾

사람의 BAEPs에서는 제I-VII에 이르는 일곱 가지의 파형이 나타나나 제I-V 파형이 마취제의 영향을 거의 받지 않아 전신마취 하에서 신경손상을 감시하기에 유용하고, 이중 제일 뚜렷한 제V 파형의 변화를 용이하게 관찰한다. 청각자극 유발 10 msec 이내에 나타나는 BAEPs의 각 파형에 해당하는 해부학적 위치는 정확하게 알려져 있지 않지만 제I 파형은 청신경의 두개 외 부분에서, 제III 파형은 와우핵(cochlear nucleus), 상구(superior colliculus) 등 교뇌의 핵에서, 제V 파형은 외측섬유띠(lateral lemniscus)와 하구(inferior colliculus) 등 교뇌상부와 중뇌에서 발생하므로 외과적 조작과 연관된 해부학적 조직의 손상을 감시하는데 도움이 된다(Fig. 1).¹⁰⁾

수술 중에는 BAEPs 파형들의 일시적인 잠복기 증가, 지속적인 잠복기 증가, 일시적인 유발진폭 소실, 지속적인 동측 유발진폭 소실, 반대측 유발진폭 소실 등이 주로 나타나며,¹⁾ 제V 파형의 진폭의 감소나 잠복기의 연장시 외과에게 청신경손상의 가능성을 경고하게 된다. 그러나 제V 파

형의 진폭과 잠복기의 변화 중 어느 것이 더 신경손상에 민감하게 반응하는지, 어느 정도의 변화가 신경손상을 의미하는지에 대하여는 논란의 여지가 있다. Hatayama 등은¹¹⁾ 소뇌 견인 도중 제V 파형의 잠복기가 1.0 msec 이상의 연장되거나, 진폭이 40% 이상의 감소할 때, Rizvi 등은¹²⁾ 제I-V 파형 간격(I-V interpeak latency, I-V IPL)이 1.5 msec 이상 연장될 때를 제VIII 뇌신경의 손상을 암시하는 임계치로 보고하였다. 이들의 연구는 전향적 연구방법을 이용하기는 했지만 그다지 많지 않은 환자들을 대상으로 얻은 결과이므로 좀 더 명확한 규명이 요구된다.

따라서 이 연구에서는 반측성 안면연축 치료를 위하여 미세혈관 감압술을 시행 받은 환자를 대상으로 수술 후 청력기능의 변화에 따라 수술 중 감시되었던 BAEPs 제V 파형의 잠복기와 진폭의 변화를 비교하고, 각각의 민감도(sensitivity)와 특이도(specificity) 및 예측도(predictability)를 관찰하여 이들 인자의 임상적 유용성을 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

환자 선정과 수술 후 청력기능의 평가

본 연구는 1990년부터 2000년까지 동일한 외과의사에 의해 반측성 안면연축의 치료로 미세혈관 감압술을 시행 받은 환자들 중 수술 전에 pure tone audiometry (PTA) 검사를 통하여 정상적인 청력기능(< 26 dB)이 확인되고 수술 중 BAEPs 감시가 적용되었던 환자들을 대상으로 하였다. 수술 후 주관적인 청각기능 저하를 호소하는 환자들에서 PTA를 통해 청력저하의 여부와 정도를 확인하였고, 증상의 정도는 PTA 상 자극 강도의 정도에 따른 청력저하의 여부에 따라 mild (< 30 dB), moderate (30-50 dB), severe (> 50 dB), deaf로 나누었다. 청력저하의 양상은 외래에서 최저 2개월에서 최고 2년에 걸친 지속적인 추적 조사를 통하여 수술 후 2개월 이내에 소실되는 경우를 일시적 청력저하로 하였고 2개월 이상 지속되는 경우 영구적 청력저하로 구분하였다.

전신마취와 수술 방법

모든 환자에게 isoflurane과 아산화질소를 이용하여 기관내 삽관을 통한 전신마취를 시행하였으며, 필요 시 fentanyl을 간헐적으로 정주하였다. 또한 근육이완제를 간헐적으로 정주하여 기계적 환기에 필요한 근이완을 유지하였다. 마취시 기본적인 감시장치를 부착하였으며 환자를 측위위하 체위에서 May-Field head holder로 머리를 고정한 채 후두하 유양돌기 후방 두개골절개술(suboccipital retromastoid craniectomy)이 시행되었다. 소뇌편엽(cerebellar flocculus)을 견인하고 사행성(tortuous) 뇌혈관에 의하여 압박되고 있는 안면신경 기시부를 확인하고 혈관을 분리한 후 Teflon® felt 또는

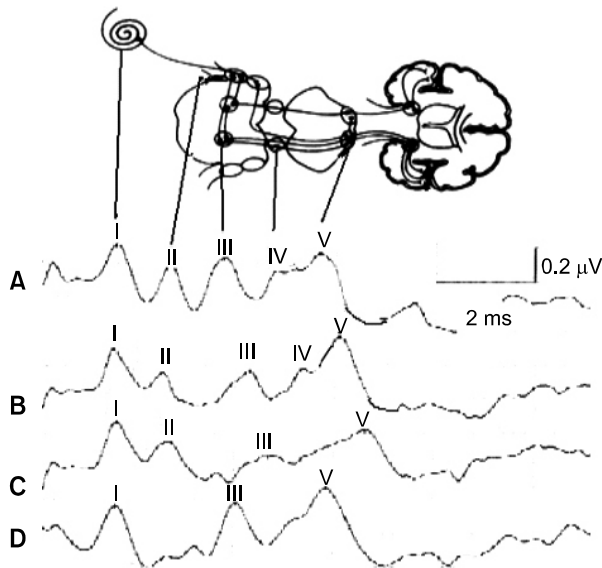


Fig. 1. Traces of intraoperative brainstem auditory evoked potentials (BAEPs) according to surgical events and their anatomic generators from a subject undergoing microvascular decompression. A, dural opening; B, retraction of cerebellar flocculus; C, insertion of Teflon® felt & ball; D, retractor removal. Peak I through V of the BAEPs are produced by neural generators near (I) organ of Corti and extracranial cranial nerve; (II) cochlear nucleus; (III) superior olivary complex; (IV) lateral lemniscus; (V) inferior colliculus, respectively.

ball (Boston Scientific Medi-Tech, Wayne, NJ, USA)을 이용하여 안면신경의 미세혈관 감압술이 시행되었다.

수술 중 BAEPs의 기록

마취 유도 후 BAEPs 감시장치(Neuropack 8 MEB-4200K, Nihon Kohden, Tokyo, Japan)를 거치 시켰으며 바늘 전극을 사용하여 기준전극으로 전두부 중앙에 위치시키고 청각 자극의 동측 Ax와 Cz 전극간의 montage를 이용하여 기록하였다. 편측 귀에 이어폰을 통해 filtered clicks로 자극하였으며 90 dB의 강도로 100µsec 동안 10 Hz의 주파수를 사용하였다. 유발전위는 평균 500-1,000회의 자극에 대한 반응으로 기록하였다. 수술 중 BAEPs 변화를 비교, 관찰하기 위하여 마취유도와 경막절개 후 각각 기록하였고, 이후 BAEPs 변화의 비교는 경막절개 후에 관찰된 BAEPs를 기준으로 수술 중 BAEPs 파형의 변화 정도를 관찰, 기록하였다. 수술 중 BAEPs 제V 파형의 잠복기가 0.6 msec 이상 연장되거나 진폭의 감소가 나타나면 집도의에게 알리고 BAEPs 변화가 지속되면 집도의는 소뇌의 견인을 간헐적으로 풀어주거나 naloxone 0.5-1.0 mg을 정주하였다.

Table 1. Classification of Patients According to Maximal Changes of BAEPs Wave V Latency and Amplitude during Operation

Group A	Prolongation of latency < 1.0 msec & decrease of amplitude < 40%
Group B	Prolongation of latency < 1.0 msec & decrease of amplitude ≥ 40%
Group C	Prolongation of latency ≥ 1.0 msec & decrease of amplitude < 40%
Group D	Prolongation of latency ≥ 1.0 msec & decrease of amplitude ≥ 40%

Table 2. Demographic Data of Patients

Sex (M/F)	110 (19.7%)/447 (80.3%)
Age (yrs)	50.3 ± 22.2
Lesion site (Lt/Rt)	296 (53.1%)/261 (46.9%)
Duration of symptom (yrs)	8.0 ± 5.7
Order of offending vessel	AICA (50.1%) > PICA (29.4%) > Multiple (19.4%)

AICA: anterior inferior cerebellar artery, PICA: posterior inferior cerebellar artery.

수술 후 청력기능 결과와 수술 중 BAEPs 제V 파형의 최대 변화의 연관성

수술 후 일시적 및 영구적 청력저하의 발생의 유무에 따라 BAEPs 제V 파형의 잠복기의 연장과 진폭 감소를 비교하였다. 또한 미세혈관 감압술 중에 대조치에 비해 가장 큰 변화를 보인 제V 파형의 잠복기 연장과 진폭 감소를 Hata-yama 등의¹¹⁾ 청력손상에 대한 임계치 기준에 따라 Table 1 과 같이 환자를 분류하고, 수술 후 청력손실에 대한 제V 파형의 잠복기 연장(1.0 msec 이상)과 진폭 감소(40% 이상)의 민감도(sensitivity), 특이도(specificity), 예측도(predictability)를 다음의 수식으로 산출하였다. 지표 양성인면서 청력 손상이 있는 경우 true positive (TP), 청력 손상이 없는 경우 false positive (FP), 지표 음성인면서 청력 손상이 있는 경우 false negative (FN), 청력 손상이 없는 경우 true negative (TN)로 정의하여, 민감도 = TP/(TP + FN) × 100, 특이도 = TN/(TN + FP) × 100, 예측도 = TP/(TP + FP) × 100의 수식에 따라 제V 파형의 잠복기와 진폭에 대하여 민감도는

{TP(C) + TP(D)}/{TP(C) + TP(D) + FN(A) + FN(B)} 및 {TP(B) + TP(D)}/{TP(B) + TP(D) + FN(A) + FN(C)}, 특이도는 {TN(A) + TN(B)}/{TN(A) + TN(B) + FP(C) + FP(D)} 및 {TN(A) + TN(C)}/{TN(A) + TN(C) + FP(B) + FP(D)}, 예측도는 {TP(C) + TP(D)}/{Total(C) + Total(D)} 및 {TP(B) + TP(D)}/{Total(B) + Total(D)}의 식으로 구하였다.

통계

청력저하의 양상에 따른 환자별 BAEPs 제V 파형의 잠복

Table 3. Incidence and Severity of Postoperative Hearing Impairment

Hearing impairment	Frequency (No)	Percent (%)
Overall	51	9.2
Type*		
Temporary	40	7.2
Permanent	11	2.0
Severity [†]		
Mild	25	4.5
Moderate	11	2.0
Severe	12	2.2
Deaf	3	0.5

*: Type of hearing impairment: transient, hearing impairments improved within 2 months after MVD; permanent, hearing impairments persisted 2 months after MVD and thereafter. †: Severity was classified into mild (< 30 dB), moderate (30-50 dB), severe (> 50 dB), deaf by pure tone audiometry threshold.

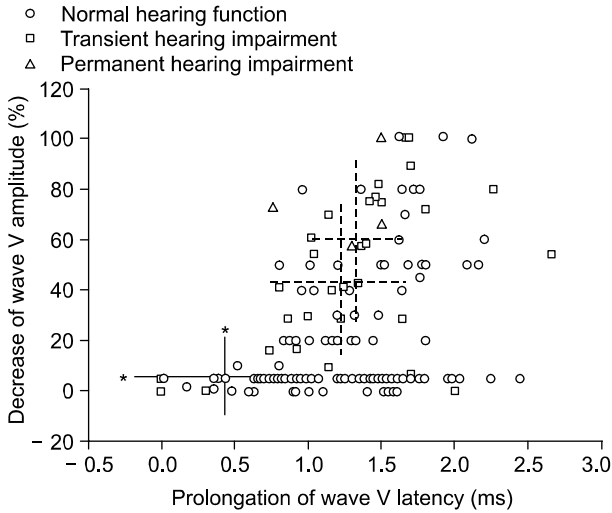


Fig. 2. Scattered plot of maximal changes of BAEPs wave V pattern during MVD. Circle, square, and triangle represent the subjects who showed postoperative normal hearing function, transient hearing impairment, and permanent hearing impairment, respectively. Some circles are overlapped in left lower area. Horizontal and vertical bars represent Mean \pm SD of prolongation of wave V latency and of decrease of wave V amplitude according to hearing output (solid line, normal hearing; dash dot line, temporary hearing impairment; dot line, permanent hearing impairment). *: Statistical differences at $P < 0.005$ (Latency and Amplitude: normal function vs. transient and permanent hearing impairment).

기와 진폭의 최대 변화 비교는 ANOVA와 post-hoc test로 Bonferroni test를 시행하여 P값이 0.05 미만인 경우 통계적인 의의가 있는 것으로 간주하였으며 통계값은 평균 \pm 표준편차로 표시하였다.

결 과

대상 환자는 557명이었고 환자들의 특성은 Table 2에 나타난 바와 같이 여자가 남자보다 약 4배 많았으며, 연령은 평균 50.3 ± 22.2 세였고 유병기간은 평균 8.0 ± 5.7 년이었으며, 안면신경을 자극하는 혈관은 전하소뇌동맥, 후하소뇌동맥이 가장 많았다.

수술 후 청력저하의 빈도와 정도는 Table 3에 나타난 바와 같이 영구적 청력저하는 3명의 완전한 청력소실을 포함하여 11명의 환자에서 발생하여 2.0%의 빈도를 보였으며, 일시적 청력 저하를 포함하여 9.2%의 빈도를 보였다. 수술 후 청력저하 양상에 따른 BAEPs 제V 파형의 잠복기 연장은 청력저하가 없었던 환자들은 0.44 ± 0.63 msec로, 일시적 청력저하가 있었던 환자들(1.23 ± 0.56 msec)과 영구적 청력저하가 있었던 환자들(1.33 ± 0.33 msec)에 비하여 연

Table 4. Incidence of Hearing Impairments According to BAEPs Findings (No. of patients)

Group	Overall	Temporary	Permanent
A (n = 411)	19	13	6
B (n = 3)	0	0	0
C (n = 99)	7	6	1
D (n = 44)	14	10	4

Table 5. Sensitivity, Specificity and Predictability of BAEPs Wave V Latency and Amplitude for Postoperative Hearing Impairment

Wave V pattern	Sensitivity	Specificity	Predictability
Prolongation of latency, ≥ 1.0 ms	52.5%	76.4%	14.7%
Decrease of amplitude, $\geq 40\%$	35.0%	93.6%	29.8%

장이 적었으며($P < 0.005$), 진폭의 감소 또한 청력저하가 없었던 환자들은 $5.4 \pm 15.8\%$ 감소하여 일시적 청력저하를 보인 환자들($42.8 \pm 31.7\%$)과 영구적 청력저하를 보인 환자들($60.0 \pm 34.7\%$)에 비해 적었다($P < 0.005$)(Fig. 2).

BAEPs 제V 파형의 잠복기가 1.0 msec 이상이 연장된 경우 청력저하에 대하여 52.5%의 민감도와 76.4%의 특이도 및 14.7%의 예측도를 보인 반면, 40% 이상의 진폭의 감소를 보인 경우는 35.0%의 민감도, 93.6%의 특이도 및 29.8%의 예측도를 보였다(Table 4, 5).

고 찰

본 연구결과 영구적인 청력 저하는 2%의 빈도를 보였다. 이는 BAEPs를 사용한 많은 연구자들의 보고와¹⁻³⁾ 비슷하였으며, 결과에 나타내지는 않았지만 근래에 들면서 빈도는 감소하는 추세였다.

수술 중 청력손상의 가능성이 높은 해부학적인 위치는 제III 파형에서 제IV 파형 사이의 경로와 연관되어 있으나, 제III 파형은 간혹 수술 중 뚜렷하게 나타나지 않는 경우가 있으므로 제V 파형의 변화를 용이하게 관찰한다. 유발전위의 파형들의 진폭의 감소는 신경전달로 중의 전위유발 부위(generator)의 손상을 의미하고 잠복기의 연장은 전위유발 부위의 손상보다는 전달 과정의 손상(conduction delay)을 의미한다. Hatayama 등과¹¹⁾ Rizvi 등의¹²⁾ 보고 외에 최근에는 잠복기 연장의 정도에 따라 0.4 msec 연장될 때를 경계상태, 0.6 msec 연장될 때를 경고상태라 하고, 1.0 msec 이상

연장될 때가 청신경 손상의 임계치라는 비교적 구체적인 연구 결과가 보고된 바 있다.¹³⁾ 제V 파형의 진폭의 감소와 잠복기의 연장 중 어떤 변수가 외과적 조작에 의한 청신경의 손상과 밀접하게 반영하는지 아직 명확하게 밝혀진 바가 없으나 이번 연구결과에 의하면 수술 중 최대로 변화된 제V 파형 잠복기의 연장(1.0 ms 이상)이 진폭의 감소(40% 이상)에 비하여 수술 후 청력손상에 대한 민감도는 각각 52.5%와 35.0%로 더 민감하게 반영하는 것으로 나타났으나, 특이도와 예측도는 진폭의 감소가 잠복기의 연장 보다 더 나은 것으로 나타났다. 잠복기 연장의 민감도가 높은 것은 전위유발 부위의 손상만을 반영하는 진폭에 비해 청각 전도 경로의 전반적인 상태를 잘 반영하는 것으로 해석할 수 있다. Polo 등의¹³⁾ 연구에서 제V 파형의 진폭이 완전히 소실된 환자는 83명 중 22명으로 이들 중 5명이 청력저하를 보여 22.7%의 청력저하 빈도를 보였으며, 61명 중 43명이 제V 파형의 잠복기가 0.6 msec 이상 연장되었으며 이 중 3명이 청력저하를 보여 약 7%의 빈도로, 잠복기의 연장이 진폭의 감소보다 민감한 것으로 나타났다. 그러나 본 연구방법과는 달리 완전한 진폭 소실 여부와 잠복기의 연장 정도에 따라 청력저하의 정도를 구분하였기에 본 결과와 직접 비교할 수는 없다.

본 연구 결과 청력저하의 양상에 따라 수술 중 BAEPs 제V 파형의 잠복기 연장과 진폭 감소는, 청력저하가 없었던 환자들은 각각 0.44 ± 0.63 msec 연장과 $5.4 \pm 15.8\%$ 감소를 보여, 일시적 청력 저하를 보인 환자들(1.23 ± 0.56 msec, $42.8 \pm 31.7\%$)과 영구적 청력저하를 보인 환자들(1.33 ± 0.33 msec, $60.0 \pm 34.7\%$)과 표준편차는 크지만 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 이는 Polo 등의¹³⁾ 연구에서 청력저하를 보인 환자들 제V 파형의 잠복기가 1.05 ± 0.6 msec 연장을 보인 결과와 다소 차이는 있었지만 잠복기의 연장이 진폭의 감소보다 수술 후 청력저하에 대해 높은 민감도를 보인 것은 비슷한 결과였다. 따라서 잠복기 연장이 진폭 감소에 비해 민감도가 높은 반면, 특이도와 예측도는 낮은 것이 본 연구의 의미 있는 결과로 생각한다. 즉, 소뇌교각의 수술과 안면신경, 삼차신경 등 뇌신경을 압박하는 미세혈관 감압술 등 청력저하가 예상되는 수술 시 BAEPs를 감시할 경우 제V 파형의 잠복기 뿐 아니라 진폭의 변화에도 주목할 필요가 있다는 것을 시사한다. 청력저하에 대한 BAEPs 제V 파형 감시의 민감도가 30-50% 정도로 낮은 것은 청신경 손상의 정도와 기간에 따라 달라질 수 있으므로 단순히 잠복기 연장과 진폭 감소의 정도로 설명이 되지 않을 것이다. 왜냐하면 유발전위의 경로에 있는 신경도 대뇌조직과 같이 손상의 가역성이 있는 기간이 있을 것으로 생각되지만 손상의 기간과 정도에 대한 연구는 아직 보고된 바가 없다. 따라서 수술 중 BAEPs의 변화가

미미한 정도라 하더라도 수술 후 청력저하가 발생할 수 있다는 점을 유의하여야 한다. 현 상태에서 수술 중 BAEPs 감시의 의의는 각 파형의 변화를 감지하여 외과의사와 마취과의사에게 청력손상의 가능성을 경고하는데 있으며 BAEPs 파형의 변화가 나타날 때 외과적 조작에 의한 신경의 압박을 교정하거나, barbiturate, 따뜻한 생리수를 이용한 보온, 스테로이드, naloxone 등 신경손상에서 추천되는 일반적인 신경보호 방법 등이 시도될 수 있다. 보완 감시로 far-field potentials인 BAEPs의 제V 파형 감시와 더불어 near-field potentials인 청신경의 복합활동전위(compound action potentials) 즉, BAEPs의 제I 파형의 감시와 전기와우도(electrocochleogram)의 사용도 고려해 볼 만하나¹⁸⁾ 수술 중 적용의 용이성과 좁은 수술시야를 감안할 때 사용상의 문제점도 함께 지니고 있으므로 보다 조심스런 외과적 조작과 지속적인 BAEPs 변화의 감시가 수술 후 청력저하를 방지하는데 필요할 것이다.

수술 중 BAEPs 파형의 변화는 대부분 소뇌편엽 견인, Teflon[®] felt와 ball 삽입, 혈관 조작 동안 나타났으며 이는 다른 연구 결과와도 일치하였다.^{3,5,13)} 소뇌와 제VIII 뇌신경의 견인 시 청신경의 Schwann-glia 접합부는 특히 손상되기 쉬운 부분으로 알려져 있고 청신경 주위혈관의 압박도 청력소실의 원인으로 생각되고 있다. 그리고 BAEPs의 변화가 발생된 경우에서 소뇌견인을 회복시키거나 외과적인 교정을 하면 BAEPs 변화가 회복되는 것은 혈관 압박이 청각기능의 소실에 연관되어 있음을 시사하고 있다.¹⁴⁾ 일시적인 청력 저하는 후두하 유양돌기 후방 두개골절제술¹⁵⁾ 시 수액이 열려진 유양돌기 속으로 흘러 들어가 생기는 경우에도 발생하지만⁴⁾ 이런 경우 pure tone audiometry 검사를 통하여 공기전도기간(air conduction)이 연장되므로 청신경 손상에 의한 감각 신경성 청력저하와 감별이 되고 일정 시간이 지나면 회복된다.

본 연구 결과의 신뢰도를 뒷받침하는 것은 지난 10 년에 걸쳐 동일한 외과에 의해 수술이 이루어진 것과 557명의 많은 환자들을 통하여 자료를 얻은 것이라는 점이다. 그러나 몇 가지 본 연구에서 지니는 문제점으로, 첫째, 후향적인 조사 방법으로 엄격한 통제 속에서 이루어지지 않았으며, 둘째, 청력저하 발생의 유무를 환자의 주관적인 청각기능 저하를 호소하는 환자들을 대상으로 청력검사를 시행해 확인하였다는 점이다. 따라서 발생빈도가 다소 과소평가 되었을 가능성이 있다. 셋째로, BAEPs의 변수로서 제V 파형의 잠복기는 1.0 msec의 연장을, 진폭은 40% 감소를 기준으로 민감도, 특이도, 및 예측도를 평가하였는데, 이 기준치에 대한 논란은 있을 수 있겠지만 잠복기는 0.5-1.5 msec의 연장이,^{9,14)} 진폭은 40-50%의 감소가 임계범위로 알려져 있고 많은 경우에 있어서 잠복기의 연장과 진폭의 감소가

동반되어 나타나는 것을 감안하면 본 연구에서 기준으로 이용된 수치는 신뢰할 수 있는 수준으로 여겨진다.

결론적으로 반측성 안면연축의 미세혈관 감압술 동안 사용되는 BAEPs 제V 파형의 잠복기와 진폭 모두 수술 후 청력의 저하가 발생한 환자들에서 더욱 심한 변화를 보였으며, 제V 파형의 진폭이 40% 이상 감소되는 경우 1.0 ms 이상 잠복기가 연장하는 경우 보다 수술 후 청신경손상에 대하여 민감도는 낮더라도 특이도와 예측도를 보이므로 수술 중 이 두 가지 인자의 변화는 지속적으로 감시될 필요가 있다고 생각한다.

참 고 문 헌

1. Black S, Mahla ME, Cucchiara RF: Neurologic monitoring. In: Anesthesia. 5th ed. Edited by Miller RD: Philadelphia, Churchill Livingstone. 2000, pp 1324-50.
2. Wackym PA, Firszt JB, King WA: Neuro-otology. In You-man's Neurological surgery. 5th ed. Edited by Winn HR: Philadelphia: Saunders. 2004, pp 334-8.
3. Acevedo JC, Sindou M, Fischer C, Vial C: Microvascular decompression for the treatment of hemifacial spasm. Retrospective study of a consecutive series of 75 operated patients - electrophysiologic and anatomical surgical analysis. Stereot Funct Neuros 1997; 68: 260-5.
4. Sindou M, Fobe JL, Ciriano D, Fischer C: Hearing prognosis and intraoperative guidance of brainstem auditory evoked potential in microvascular decompression. Laryngoscope 1992; 102: 678-82.
5. Moller AR, Moller MB: Does intraoperative monitoring of auditory evoked potentials reduce incidence of hearing loss as complication of microvascular decompression of cranial nerves? Neurosurgery 1989; 24: 257-63.
6. Ojemann RG, Levine RA, Montgomery WW, McGaffigan P: Use of intraoperative auditory evoked potentials to preserve hearing in unilateral acoustic neuroma removal. J Neurosurg 1984; 61: 938-48.
7. Wilkins RH: Hemifacial spasm: A review. Surg Neurol 1991; 39: 251-77.
8. Barker FG II, Jannetta PJ, Bissonette DJ, Shields PT, Larkins MV, Jho HD: Microvascular decompression for hemifacial spasm. J Neurosurg 1995; 82: 201-10.
9. Radtke AR, Erwin CW, Wilkins RH: Intraoperative brainstem auditory evoked potentials. Significant decrease in postoperative morbidity. Neurology 1989; 39: 187-91.
10. Legatt AD: Mechanisms of intraoperative brainstem auditory evoked potential changes. J Clin Neurophysiol 2002; 19: 396-408.
11. Hatayama T, Moller AR: Correlation between latency and amplitude of peak V in the brainstem auditory evoked potentials: intraoperative recordings in microvascular decompression operations. Acta Neurochir 1998; 140: 681-7.
12. Rizvi SS, Goyal RN, Calder HB: Hearing preservation in microvascular decompression for trigeminal neuralgia. Laryngoscope 1999; 109: 591-4.
13. Polo G, Fischer C, Sindou MP, Marneffe V: Brainstem auditory evoked potential monitoring during microvascular decompression for hemifacial spasm: intraoperative brainstem auditory evoked potential changes and warnig values to prevent hearing loss - prospective study in a consecutive series of 84 patients. Neurosurgery 2004; 54: 97-106.
14. Wahlig JB, Kaufmann AM, Blazer J, Lovely TJ, Jannetta PJ: Intraoperative loss of auditory function relieved by microvascular decompression of the cochlear nerve. Can J Neurol Sci 1999; 26: 44-7.
15. Grundy BL, Procopio PT, Jannetta PJ, Lina A, Doyle E: Evoked potential changes produced by positioning for retromastoid craniectomy. Neurosurgery 1982; 10: 766-70.
16. Friedman WA, Kaplan BJ, Gravenstein D, Rhoton AL Jr: Intraoperative brain-stem auditory evoked potentials during posterior fossa microvascular decompression. J Neurosurg 1985; 62: 552-7.
17. Piatt JH Jr, Radtke RA, Erwin CW: Limitation of brainstem auditory evoked potentials for intraoperative monitoring during a posterior operation. Neurosurgery 1985; 16: 818-21.
18. Ohira T, Toya S, Shiobara R, Kanzaki J, Nakamura Y, Nakatukasa M, et al: Intraoperative electrophysiological monitoring for hearing preservation in acoustic neurinoma surgery. No To Shinkei 1988; 40: 553-63.