

통 증 : 제 13 권 2003

□ 원 저 □

흰쥐에서 삼차신경 유발전위의 특성

연세대학교 의과대학 신경외과학교실, 임상의학연구소, 뇌연구소

박용구 · 이배환 · 김은정 · 이경희 · 장진우 · 정상섭

= Abstract =

Characteristics of Trigeminal Evoked Potentials in the Rat

Yong Gou Park, M.D., Ph.D., Bae Hwan Lee, Ph.D., Eun Jung Kim, Kyung Hee Lee, Jin Woo Chang, M.D., Ph.D. and Sang Sup Chung, M.D., Ph.D.

Department of Neurosurgery, Medical Research Center, Brain Research Institute, Yonsei University College of Medicine

Background: The trigeminal evoked potential (TEP) is one of the somatosensory evoked potentials which have potential changes through the sensory pathway when the somatosensory nerve is stimulated. The present study was conducted to evaluate the characteristics of TEP through the trigeminal pathways.

Methods: Under urethane anesthesia, male Sprague-Dawley rats were fixed to stereotaxic frame for evoked potential recording. The area around whiskers which is innervated by a pure sensory nerve branch of the trigeminal sensory pathway was stimulated and TEPs were recorded from the trigeminal nucleus, sensory thalamus, and somatosensory cortex.

Results: Distinct TEP wave-forms were observed through the trigeminal pathways. The observed latencies were coincided with the ones expected through the conduction pathways of the trigeminal system. The latencies and amplitudes were specifically analyzed from different recording areas.

Conclusions: The results suggest that relatively consistent TEPs can be recorded through the trigeminal pathway and these may afford normative data for the pathophysiological studies such as hydrocephalus, cerebral ischemia, and sensory disorders like trigeminal neuropathy.

Key Words: Pain: Trigeminal system, Evoked potentials, Nucleus, Thalamus, Cortex

서 론

체감각 유발전위는 체성감각을 자극하였을 때 그 감각경로를 따라 일어나는 일련의 전위변화를 말하며, 시각유발전위나 청각유발전위와 더불어 자극으로부터 유발되는 유발전위(evoked potential)의 하나로써 유발전위 검사 중 가장 많이 사용되는 검사이다.¹⁾

체감각 유발전위는 1947년 Dawson²⁾이 처음으로

사람에게서 기록하였으며, 1970년대 초반부터 임상에 적용되기 시작해서 말초신경계와 중추신경계 질환에서의 보조적 진단방법이나 객관적인 추적 관찰 자료로 또 전신 마취 하에 수술 중 수술 조작이나 허혈로 인한 뇌 척수 손상 발생을 예방하기 위한 감시장치로 이용되고 있다.^{1,2)}

삼차신경체성감각유발전위(TEP)는 이러한 체성감각유발전위의 하나로서 안면피부에 분포하는 삼차신경의 감각분지를 자극하는 것이다. 안면감각의 전달 경로는 자극을 가하면 그 정보가 trigeminal ganglion을 거쳐 뇌간에 있는 삼차신경의 핵으로 전달되고, 이 정보를 다시 뇌의 시상하부에 있는 ventral postmed-

본 연구는 2000학년도 연세대학교 학술연구비의 지원에 의해 수행되었음.

ial (VPM) thalamic nucleus를 거쳐 두정엽피질 중 postcentral gyrus에 도달되어 자극을 인식하게 된다. 사람을 대상으로 한 삼차신경 유발전위의 기록은 Larsson과 Prevec³⁾이 1970년에 처음으로 기록 보고하였으며 이후 삼차신경 유발전위 검사는 다발성경화증의 감시, 삼차신경통, 삼차신경종과 5번 두개신경을 포함한 허혈에 의한 뇌간의 병변 그리고 안면 감각장애의 판단을 위한 유용성을 입증하기 위한 연구가 수행되어져 왔다.^{4~8)}

1989년 Iizuka등⁹⁾이 쥐에서 middle cerebral artery occlusion 후 parietal 1 area에서 trigeminal 감각유발전위가 소실되는 것이 확인된 후, Sakatani등¹⁰⁾에 의해 중대뇌동맥폐색(MCAO) 후 좌골, 정중, 삼차신경을 자극하여 silver ball electrode로 감각유발전위를 측정하였다. 이에 각각 다른 회복 양상을 보이며 MCAO 후 TEP의 진폭이 유의미하게 줄어드는 것을 보고 cortical evoked potential이 허혈에 의한 손상의 감시에 유용하다고 보고하였다.^{9,10)} 그 후 이에 대한 연구들이 많이 수행되었으나 삼차신경의 주행경로상을 살펴볼 때 자극 전극이 감각신경에 도달하기 힘들고 주위 안면근육 수축에 의한 artifact로 인해 자극위치나 방법 등이 모두 다르고 그 결과가 일관성이 없어 유용성에 대한 논란이 많다.^{11~15)}

본 연구에서는 삼차신경중 상악분지가 순수 감각신경으로 반사기전 경로에 포함되어 있지 않고, 안면부가 상지나 하지에 비해 해당되는 체감각 피질 부위가 넓고, 다른 체감각 경로에 비해 짧고 단순하므로 유발전위가 상대적으로 일관성 있게 기록되리라 생각하였고 이런 점을 고려해 볼 때 뇌허혈로 인한 피질 손상이나 수두증과 같은 천막성 병변에서 나타나는 변화가 다른 체감각 유발전위에 비해 상대적으로 더 의의가 있을 것으로 추정되었다. 따라서 흰쥐를 이용한 동물실험을 통해 삼차 신경 중 순수 감각신경인 상악분지가 분포하는 수염부위를 자극하여 삼차신경 유발전위를 기록하면서 그 파형을 관찰 분석하고, 나타나는 파형의 일관성 여부를 검증하며, 더 나아가 전기생리학적 국소화를 규명하고자 한다.

대상 및 방법

1) 실험동물

실험동물로는 수컷 Sprague Dawley 흰쥐(250~300 g)

를 사용하였다. 마취제로 urethane (1.25 g/kg)을 복강 내에 주사하였으며, 기도 분비물 역제를 위해 atrophine sulfate (0.8 mg/kg)를 근육주사하였다. 기관절개술을 시행하여 기관 내 삽관한 후 수술 현미경하에서 좌측 대뇌동맥과 정맥을 노출하여 삽관하였다. 항문을 통해 체온계를 삽입하여 직장온도를 측정감시하였다. Pancronium bromide (10. mg/kg)를 정맥주사하여 충분히 근육을 이완시킨 후 인공호흡기(Rodent ventilator model 683, Havard Apparatus, South Natick, MA)로 호흡을 일정하게 유지시키면서 CO₂ 측정기(Normocap 200, Datex, Helsinki, Finland)를 이용하여 호기 CO₂를 측정감시하여 30~40 mmHg사이로 유지하였다. 혈관 내 삽입된 관을 통하여 동맥 혈압 및 맥박을 측정감시 하면서 필요에 따라 수액제를 간헐적으로 정맥 투여하여 수축기 혈압을 80~120 mmHg사이로 유지하였다. 실험동물을 정위술대(stereotaxic frame, Narishige Scientific Instrument Laboratory, Tokyo, Japan)에 고정시키고, heating pad를 이용하여 직장 내 체온을 35~38°C로 유지시켰다. 유발전위 기록을 위해 삼차신경 자극부의 반대측 두개골을, 전정(bregma)을 기준으로 하여 측방으로 2 mm에서 9 mm까지 절제(craniectomy)하여 경막을 노출하였다.

2) 삼차신경 자극

삼차신경 자극을 위해 침 전극(stainless steel needle electrode)를 사용하였다. 삼차신경의 상악분지를 자극하기 위해 두개골 절제부 반대측의 수염 중 위에서부터 세 번째 줄의 앞쪽 두 번째, 세 번째 수염부위에 침 전극을 약 3 mm간격으로 피하층에 찔러 넣은 후 전기자극을 주었다. 자극 전극들은 자극절연기(A385D stimulus isolator, World Precision Instrument Inc., Sarasota, FL)로 단일 정방형 맥파를 3~4 Hz의 빈도로 하여 0.1 msec 동안 자극하였다. 자극의 세기는 0.05 mA부터 점차 증가시키면서 각각의 세기에 따른 유발전위의 파형들을 분석하였다. 전기 자극 시 수염이 흔들리는지를 자세히 관찰하면서 필요에 따라 근육이완제를 추가 투여하였다.

3) 삼차신경 유발전위의 기록

(1) 대뇌피질에서의 삼차신경유발전위의 기록: 대뇌피질에서의 삼차신경유발전위의 기록은 경막을 열어 피질을 노출시킨 후 대뇌 피질에서 유발전위를

포착하기 위해 제작된 원판 전극(stainless steel, NE-10, Rhodes Medical Instruments Inc., Tujunga, CA)을 사용하였다. 이 전극은 1.4 mm 직경의 원판을 피질에 접촉시켜 보조 전극으로 하고, 원판의 중심부에서는 0.2 mm의 두께와 1 mm의 길이의 절연된 돌출 심이 대뇌 피질에 삽입되어 활성전극으로 대뇌 피질부의 장 전위를 기록할 수 있게 제작된 것이다. 유발전위는 IBM Pentium computer로 수집하여 Spike 2 program (supplied by CED Co., U.K.)을 이용하여 기록하였다. 각 위치에서 포착한 전위파를 30~3,000 Hz로 여과(filtering)하면서 10,000배 증폭하였고 30~300회 평균(averaging)하였다.

(2) 시상과 삼차신경핵에서의 삼차신경유발전위의 기록: Thalamus와 nucleus에서 삼차신경유발전위를 기록하기 위해 concentric bipolar electrode를 사용하였다. 위치는 thalamus의 경우 VPM부위인 전정에서 뒤쪽으로 3.14 mm 지점에서 측방으로 2.6 mm의 위치에서 깊이 6 mm에서 nucleus는 prin sens trigeminal nucleus ventrolateral 부위인 전정에서 뒤쪽으로 9.5 mm 지점에서 측방으로 2.5 mm의 위치에서 깊이 8.6 mm에서 뇌정위기법(stereotaxic method)에 근거하여 기록하였다.

결 과

이 실험에서 기록한 유발전위의 파형은 상향방향의 파를 음파(negative peak; N)로 하향방향의 파를 양파(positive peak; P)로 정의하였고, 기록된 파의 시간적 순서에 따라 N1, P1으로 구분하여 표시하였다. 각 파들의 잠복기는 정점에서의 잠복기를 측정하였고 그 진폭은 정점과 정점사이를 계측하여 표시하였다.

1) 기록된 삼차신경 유발전위의 기본파형

일정부위에서 기록된 삼차신경 유발전위의 기본 파형은 자극 초기의 작은 파들과 artifact를 제외하고는 N1-P1의 두 개의 파로 구성되어 있었다(Fig. 1).

2) 기록 위치에 따른 삼차신경 유발전위의 변화

(1) 대뇌 피질: 기록 위치에 따른 삼차신경 유발전위를 기록하기 위해 정위술 기구를 이용하여 원판형 전극을 자극 반대측 대뇌피질 부 경막하에서 1 mm 씩 이동하면서 0.05 mA에서 9 mA의 세기로 전기

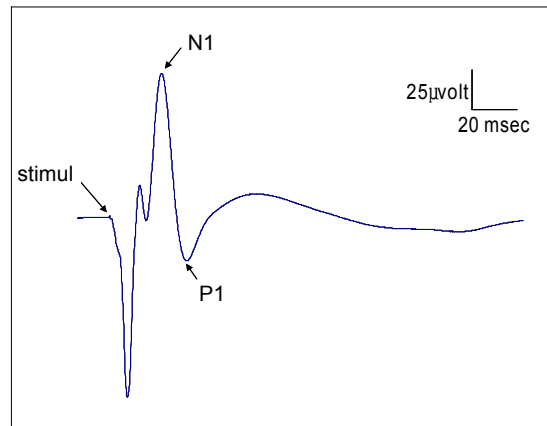


Fig. 1. Representative trigeminal evoked potentials.

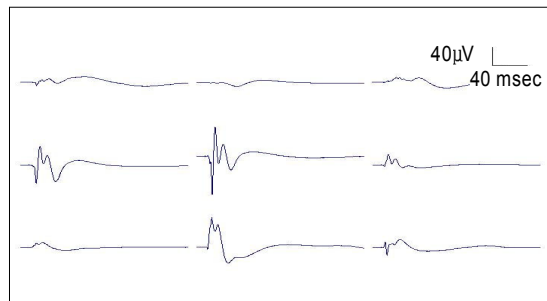


Fig. 2. Typical trigeminal evoked potentials produced by the same intensity of stimulation (Coordinates [AP, ML]: upper left; [-1, 5], middle center; [-2, 6], lower right; [-3, 7]).

자극한 후 유발전위를 기록하였다. 그 결과 위치별로 비슷한 파형을 보였으며 Paxinos와 Watson¹⁶⁾의 atlas에 의거 쥐의 체감각 피질 중 안면부를 담당하는 Part I 부위에서 유발전위를 기록할 수 있었다(Fig. 2, 3).

① 대뇌피질에서의 기록 위치에 따른 삼차신경 유발전위의 잠복기 변화; 대뇌피질에서 기록한 삼차신경 유발전위의 잠복기는 initial의 경우 전정에서 뒤로 1 mm, 정중선에서 옆으로 7 mm부위에서 2.56 ± 0.40 로 가장 빨리 나타났으며, N1의 경우 전정에서 뒤로 2 mm, 정중선에서 옆으로 7 mm부위에서 20.46 ± 2.15 로 P1의 경우 전정에서 뒤로 2 mm, 정중선에서 옆으로 6 mm 부위에서 46.78 ± 3.79 로 그 잠복기가 가장 짧게 나타났다(Table 1).

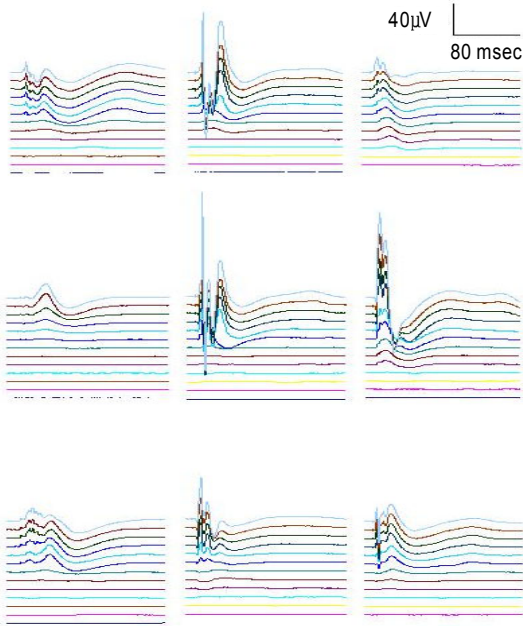


Fig. 3 Trigeminal evoked potentials produced by increasing intensity of electrical stimulation (15 mA-9 mA) (Coordinates [AP, ML] upper left; [-1, 5], middle center; [-2, 6], lower right; [-3, 7]).

Table 1. TEP Latencies Recorded in Different Cortical Areas

Latency	Initial	N1	P1
Coordinates -1, 5	3.02±0.18	24.92±1.87	48.52±4.31
(AP, ML) -2, 5	3.18±0.24	29.34±1.91	53.56±4.25
-3, 5	3.22±0.31	23.53±1.87	48.34±3.27
-1, 6	3.17±0.32	23.57±1.80	48.50±3.47
-2, 6	3.11±0.24	22.32±1.99	46.78±3.79
-3, 6	3.55±0.42	24.09±2.33	51.22±4.61
-1, 7	2.56±0.40	26.19±3.22	56.12±5.31
-2, 7	3.31±0.48	20.46±2.15	48.89±4.83
-3, 7	3.14±0.49	21.64±1.92	50.16±3.62

② 대뇌피질에서의 기록 위치에 따른 삼차신경 유발전위의 진폭의 변화; 대뇌피질에서 기록 위치에 따른 삼차신경 유발전위의 N1과 P1의 진폭값을 살펴 보면 전정에서 뒤로 2 mm, 정중선에서 옆으로 6 mm 부위에서 N1은 79.32±30.20, P1은 -99.31±

Table 2. TEP Amplitudes Recorded in Different Cortical Areas

Amplitude	N1	P1
Coordinates -1, 5	37.82±13.11	-49.78±17.37
(AP, ML) -2, 5	61.20±22.12	-85.12±31.13
-3, 5	65.11±28.72	-87.67±37.37
-1, 6	45.35±19.70	-56.77±20.71
-2, 6	79.32±30.20	-99.31±30.52
-3, 6	63.42±20.72	-73.49±20.64
-1, 7	13.24±2.85	-20.71±6.42
-2, 7	41.67±13.26	-60.72±19.65
-3, 7	46.44±11.49	-65.19±18.33

Table 3. TEP Latencies Recorded in the Thalamus and Trigeminal Nucleus

Amplitude	Initial	N1	P1
Nucleus (Pr5VL)	0.24±0.17	9.35±0.63	22.56±1.98
Thalamus	1.32±0.19	10.14±1.30	35.09±2.29

Table 4. TEP Amplitudes Recorded in the Thalamus And Trigeminal Nucleus

Amplitude	N1	P1
Nucleus (Pr5VL)	23.32±8.35	-29.28±9.93
Thalamus	5.22±1.69	-8.71±3.07

30.52의 값으로 가장 높은 진폭을 가지고 있음을 확인할 수 있었다(Table 2).

(2) 시상에서의 기록 위치에 따른 삼차신경 유발전위의 잠복기 변화: 시상에서 삼차신경 유발전위를 기록하기 위해 bipolar concentric electrode를 사용하였다. 전기자극은 대뇌피질에서의 것과 동일한 강도로 시행하였으며 그 위치는 Paxinos과 Watson¹⁶⁾의 atlas에 의거해 전정에서 뒤로 3.14 mm, 옆으로 2.6 mm, 깊이는 5.6~6.4 mm 사이의 지점 즉, 시상의 후내측 복측핵(VPM nucleus)에서 측정하였다. 그 결과 파의 시작잠복기가 1.32±0.19이고 N1의 평균 잠복기가 10.14±1.30, 평균 진폭이 5.22±1.69이고 P1의 평균 잠복기가 35.09±2.29, 평균 진폭이 -8.71±3.07인 sharp wave를 기록 할 수 있었다(Fig. 4, Table

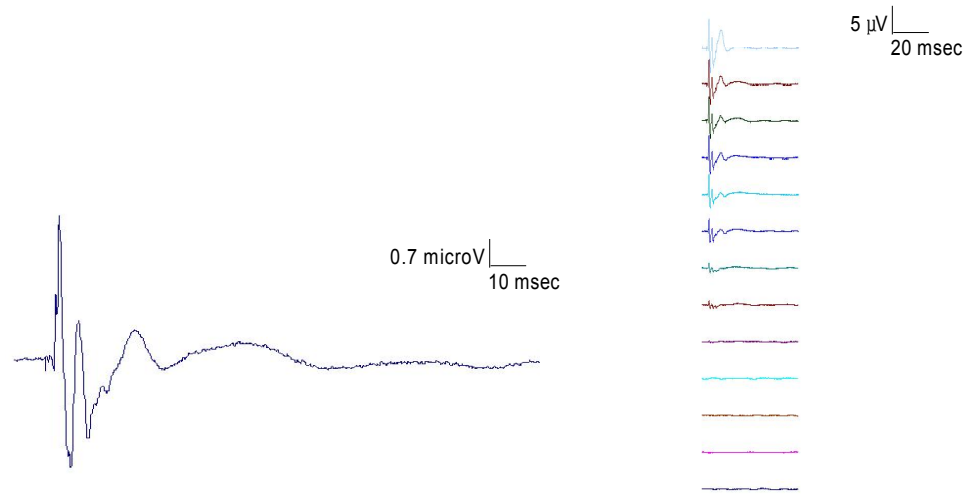


Fig. 4. A representative TEP recorded in the sensory thalamus (left) and TEPs produced by increasing intensity of electrical stimulation from 0.05 mA to 9 mA (right).

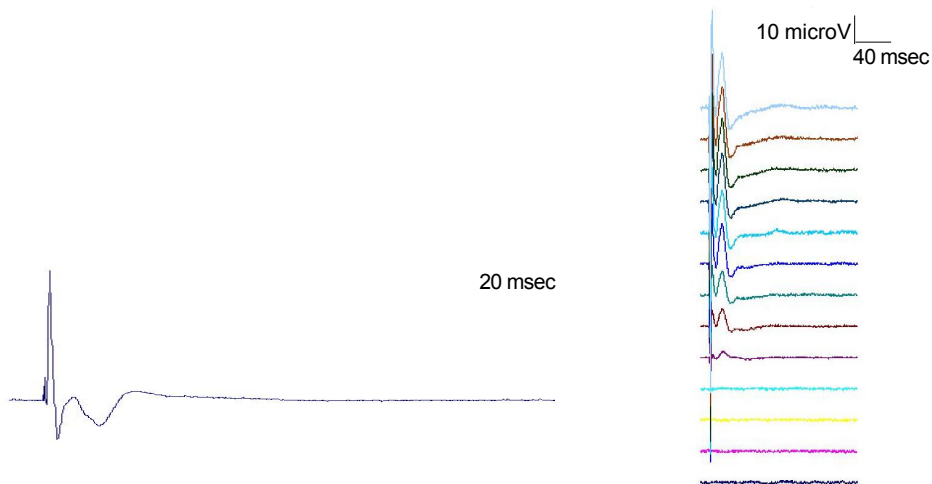


Fig. 5. A representative TEP recorded in the principal sensory trigeminal nucleus (left) and TEPs produced by increasing intensity of electrical stimulation from 0.05 mA to 9 mA (right).

3, 4).

(3) 삼차신경핵에서의 기록 위치에 따른 삼차신경 유발전위의 진폭의 변화: 시상에서 삼차신경 유발전위를 기록하기 위해 사용한 것과 동일한 bipolar concentric electrode를 사용하여 그 위치는 Paxinos과 Watson¹⁶⁾의 atlas에 의거해 전정에서 뒤로 9.1~9.8 mm, 옆으로 2.4~2.6 mm, 깊이는 8.82~8.42 mm 사

이의 지점 즉, Principal sensory trigeminal nucleus, ventrolateral part(Pr5VL)에서 측정하였다. 그 결과 다음과 같은 파의 시작잠복기가 0.24 ± 0.17 이고 N1의 평균 잠복기가 9.35 ± 0.63 , 평균 진폭이 23.32 ± 8.35 이고 P1의 평균 잠복기가 22.56 ± 1.98 , 평균 진폭이 -29.28 ± 9.93 인 sharp wave를 기록할 수 있었다(Fig. 5, Table 3, 4).

고 찰

말초신경 병변에서 체성감각유발전위를 검사하는 이유는 일반적 감각신경 전도검사로 감각신경 활동 전위를 찾을 수 없는 경우에도 축삭의 연결이 있으면 체성감각 유발전위를 기록 할 수 있으므로 감각신경전도검사보다 정밀하게 그 손상 정도 및 축삭의 연결여부를 알 수 있다는 것이다. 이러한 유발전위 검사는 주로 뇌간에서 유래하는 전위들을 기록하는 far-field potential과 시상 피질간 경로(thalamocortical pathway) 이상에서 기원하는 near-field potential로 나눌 수 있다. 임상에서 자주 이용되는 청각 유발전위 검사나 체감각유발전위 검사는 주로 far-field potential을 감시하는데 유용하나 near-field potential은 복잡한 시상피질간 투사에 의해 형성되므로 일관된 결과를 얻기 힘들고 수술 중에는 마취약제나 혈압, 동맥의 탄산가스 분압의 변동 등에 영향을 받으므로 일정한 지표로 삼기에 부적당하였다. 삼차신경유발전위는 다른 체감각 유발전위에 비해 신경전달경로가 비교적 짧고 단순하며, 반사 기전에 참여하지 않는 순수감각신경인 상악분지를 자극할 수 있으며 근육의 양이 적어 근육수축으로 인한 오류를 줄일 수 있는 장점이 있다. 그러나 자극 방법, 기록 방법에 따라 각각 보고된 결과가 달라 일관성이 없으며 특히 near-field potential의 경우 그 유용성에 대해서는 아직 논란이 있다.

전위 유발을 위한 자극방법 중 타진(tapping), 근육신장(muscle stretch), 진동(vibration) 등의 기계적 자극(mechanical stimulation)은 특정 감각을 선별적으로 자극하여 감수성이 높으나 파형의 진폭이 작아 많은 평균화가 필요하다. 반면에 전기자극은 임상에서 경험 할 수 있는 자극이 아니고 말초 감각 수용기관의 작용을 배제하는 단점이 있으나 조작이 간편하고 유발전위 검사시 파형을 포착하는데 가장 유용한 방법으로 알려져 있다.

유발전위는 기록방법에 따라 포착되는 파의 형태가 다를 수 있는데 보조 전극이 두부에 위치한 cephalic montage의 경우 noncephalic montage에 비해 근육수축으로 인한 오류는 적으나 작은 진폭의 far-field potential은 포착하지 못하는 수가 있다.¹⁷⁾ Leandri 등¹⁸⁾은 사람에서 삼차신경 유발전위를 기록한 결과

noncephalic montage의 경우 N7까지, cephalic montage의 경우 N10까지가 신경에서 기원한 전위이며 cephalic montage의 경우 피질하 구조물에 의한 far-field potential을 기록할 수 없었다고 보고했다. 또한 Sakatani 등¹⁰⁾은 쥐의 수염부위를 0.2~0.6 mA의 세기로 전기자극하여 cephalic montage로 기록한 결과 특징적으로 positive - negative - positive wave (upward positivity)를 보이며 정점까지 잠복기가 6.5~8 msec인 첫 번째 positive wave 이전에 적어도 2개의 작은 진폭의 파가 관찰되었는데 이는 시상-피질간 방사로에 의한 것으로 보인다고 보고하였다.

유발전위 검사에서 가장 중요하게 여겨지는 것은 같은 조건으로 자극 시 나타나는 파형이 일관되게 기록되어야 한다는 것인데 지금까지 보고된 바에 의하면 실험자에 따라 기록된 결과가 각기 달라 아직 일치된 결론을 내리지 못하고 있으며 이러한 점은 삼차신경 유발전위에서도 마찬가지이다. 사람에서 상악분지를 전기자극하여 두피에서 삼차신경 유발전위를 기록한 결과를 보면 far-field potential의 경우 각 파의 전기생리학적 국소화를 통해 임상에서 유용하게 사용될 수 있으나 near-field potential의 경우 기록된 파형 자체도 각기 달라 그 유용성에 의문이 제기되었다.

현재까지 기록된 삼차신경 유발전위들의 양상을 살펴보면, Soustiel 등¹⁹⁾은 잠복기 0.8, 1.6, 2.9, 4.9, 7.2 msec의 5개파를 포착하여 3번째가 뇌간, 5번째가 시상핵에서 유발된 것으로 뇌간의 기능을 평가하는데 유용한 검사라고 보고하였다. 또한 Leandri 등은 잠복기가 0.9, 1.0, 2.5 msec의 3개 초기 파를 피검자 모두에서 기록하여 각각이 삼차신경절 부위의 상악분지, 뇌교 진입부, 뇌간에서의 연접전부에 의한 전위 (presynaptic potential)이며 이후에 포착되는 잠복기 4, 5, 6 msec의 파는 시상까지의 피질하 구조물, 7 msec 파는 시상-피질간 방사, 10 msec의 파는 피질에 의해 형성된 것이며 그 이후의 파는 근육수축에 의한 오류라고 보고하였다.^{15,17,18,20)}

반면 Findler 등¹²⁾은 잠복기가 8, 14, 18, 23, 38, 44, 56, 114 msec의 7개 파가 일관성있게 기록되었다고 하였고, Barker 등¹³⁾은 잠복기 20, 29, 37 msec의 파를 기록하여 구강안면부 감각이상을 평가하는데 유용하다고 하였으며, Fagade 등²¹⁾은 잠복기 23, 39 msec의 파가 보조전극의 위치와 상관없이 일관되게 기록되

었다고 하였다. Stechison 등^{22,23)}은 잠복기 6 msec 이전의 초기파들만이 뇌간까지의 삼차신경의 기능을 평가하는데 유용하고 그 이후의 파들은 신경원외에서 발생한 것으로 수술 중 감시장치로 의미가 없다고 하였다.

쥐를 이용한 유발전위 실험에서 far-field potential에 대한 보고는 거의 없으며 주로 near-field potential에 대해서만 연구 결과가 발표되었다. 이는 자극 부위부터 뇌간까지의 거리가 너무 짧기 때문인 것 같다. Di 등²⁴⁾은 쥐의 수염을 위치별로 기계자극 한 후 반대측 피질 위에서 장 전위를 측정하여 각각의 해당 체감각 피질 부위에서 4개의 파를 기록하였는데 각각의 잠복기는 8, 16, 32, 80 msec였으며, 처음의 2개 파는 측정 시상-피질 간 경로를 통한 해당 체감각 피질에서 기원하며 나중의 2개 파는 흥분성 혹은 억제성 연결 후 전위(postsynaptic potential)들의 혼합으로 조절되는 여러 barrel field의 통합적 과정(integrative processing)의 결과인 것으로 설명하였다. 쥐의 삼차신경 감각계에는 특징적으로 각각의 수염에 해당되는 감각 수용야(receptive field)가 시상과 체감각 피질 부위에 지형학적으로(topographically) 존재하며, 해당 수염에 대해 가장 크게 반응하는 주 수용영역과 주변 수염에도 반응하는 주변 수용영역이 있으며, 피질에서는 해당 수염부위에 대한 감각영역이 통(barrel) 모양으로 존재한다고 알려져 있다.²⁵⁾ 이런 특징 때문에 쥐에서의 삼차신경 유발전위에 대한 연구는 선택적으로 한 개의 수염만을 자극하기 위한 기계적 자극을 통해 주로 이루어져 왔으며 전기자극을 사용한 연구는 매우 드물다. 본 연구에서는 전기 자극을 사용하여 삼차신경 유발전위를 기록하였고 자극 세기에 따른 각 파형의 잠복기와 진폭 등 삼차신경 유발전위의 기본 자료를 제시하였다.

쥐에서 삼차신경 감각계는 시상이후에 2가지의 전달 경로를 통하는데 후내측 복측핵(VPM nucleus)을 통한 경로와 후내측핵(POM nucleus)을 통한 경로가 있는 것으로 알려져 있다. 시상부위와 시상-피질간 방사를 통한 체감각 피질로의 감각 전달 경로에 대해 그 동안 발표된 형태학적, 미세 전위 기록(micro-electrode recording) 연구 결과들을 종합해 보면 특정 수염부위를 자극 시 이에 해당되는 후내측 복측핵(VPM nucleus)의 주 수용영역에 가장 먼저 신호가 전달되고, 주변 수용영역에는 조금 늦게 전달되어

시상-피질 간 방사를 통해 각각 체감각 피질의 해당 barrel column에 신호가 전달되며, 그 이후에 피질 속 연결을 통해 주변의 barrel column으로 신호가 전달되는데 이 전달 과정을 시상의 후내측핵(POM nucleus)을 통한 늦은 반응이 다른 시상-피질간 방사를 경유하여 조절하는 것으로 설명되고 있다. 이러한 일련의 과정이 1992년 Diamond²⁶⁾의 개요도를 통해 제시되었다.

이상의 문헌에 기록된 내용들을 참고해 보면 본 실험에서의 첫 번째 파인 N1의 정점잠복기가 21 msec 이상인 점을 미루어 포착된 파는 흥분성 혹은 억제성 연결 후 전위들의 혼합으로 조절되는 여러 barrel field의 통합적 과정인 후내측핵(POM nucleus) 경로를 통해 조절을 받은 주위 barrel column들에 의한 것으로 보인다.

본 연구결과에서 백서를 대상으로 수염부위를 전기자극하여 삼차신경 유발전위를 기록한 결과 비교적 일관적인 near-field potential을 기록할 수 있었으며 각 부위에 따른 표준값을 제시함으로써 향후 삼차신경통과 같은 감각계의 이상뿐만 아니라 수두증이나 뇌허혈 같은 near-field potential에 영향을 줄 수 있는 천막상 병변 모델을 이용한 연구에서 유발전위 검사의 기초자료로 유용하게 사용될 것으로 기대된다.

결 론

삼차신경유발전위는 체성감각을 자극하였을 때 그 감각경로를 따라 일어나는 일련의 전위변화인 체감각 유발전위중 하나로서, 본 연구에서는 흰쥐를 이용한 동물실험을 통해 삼차 신경 중 순수 감각신경인 상악분지가 분포하는 수염부위를 자극하여 삼차신경 유발전위를 기록하면서 그 파형을 관찰 분석하고, 나타나는 파형의 일관성 여부를 검증하며, 더 나아가 전기생리학적 국소화를 규명하고자 하였다. 삼차신경의 상악분지를 자극하기 위해 두개골 절제부 반대측의 수염 중 위에서부터 세 번째 줄의 앞쪽 두 번째, 세 번째 수염부위에 침 전극을 피하층에 삽입한 후 전기자극을 주고, 삼차신경핵, 시상, 대뇌피질에서 유발전위를 기록하였다. 삼차신경핵, 시상, 대뇌피질에서는 부위에 따라 유발전위의 잠복기, 진폭 등이 특징적으로 나타났다. 잠복기는 감각정보의 전달 경로를 따른 순서와 일치하였다. 본 연구결과

에서 백서를 대상으로 수염부위를 전기자극하여 삼차신경 유발전위를 기록한 결과 비교적 일관적인 near-field potential을 기록할 수 있었으며 각 부위에 따른 표준값을 제시함으로써 향후 삼차신경통과 같은 감각장애나, 수두증 또는 뇌허혈과 같은 near-field potential에 영향을 줄 수 있는 천막상 병변 모델을 이용한 연구에서 유발전위 검사의 기초자료로 유용하게 사용될 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

- 1) Ko YS, Yi SK, Han KT, Lim P. *The Diagnosis of trigeminal nerve injury in facial trauma by trigeminal somatosensory evoked potential*. 대한성형외과학회지 1997; 24(6): 1367-72.
- 2) Dawson GD. *Cerebral response to nerve stimulation in man*. J Neurol Neurosurg Psychiat 1947; 12: 254-67.
- 3) Larsson LE, Prevec TS. *Somato-sensory response to mechanical stimulation as recorded in the human EEG*. Electroenceph Clin Neurophysiol 1970; 28: 162-72.
- 4) Buettner UW, Petruch F, Scheglmann K, Stohr M. *Diagnostic significance of cortical somatosensory evoked potentials following trigeminal nerve stimulation*. In Courjon J, Mauguiere F. Raven Press, New York 1982; 339-45.
- 5) Findler G, Feinsod M, Sahar A. *Trigeminal neuronoma with unusual presentation; reports of a case with trigeminal somatosensory evoked responses*. Surg Neurol 1983; 19: 351-53.
- 6) Kountouris D, Fritze J, Blumm R, Greulich W, Gehelen W. *Blink reflex and trigeminal nerve somatosensory evoked potentials: essentials in vascular brainstem diseases*. Monogr. Neural Sci 1984; 11: 222-38.
- 7) Murray NMF, Tan CT. *Trigeminal somatosensory evoked potentials compared with median SEPs and brainstem auditory evoked potentials in brainstem multiple sclerosis*. Muscle Nerve 1984; 7: p586.
- 8) Stohr M, Petruch F, Scheglmann K. *Somatosensory evoked potentials following trigeminal nerve stimulation in trigeminal neuralgia*. Ann Neurol 1981; 9: 63-6.
- 9) Iizuka h, Sakatani K, Young W. *Corticifugal axonal degeneration in rat after middle cerebral artery occlusion*. Stroke 1989; 20: 1396-402.
- 10) Sakatani K, Iizuka H, Young W. *Somatosensory evoked potentials in rat cerebral cortex before and after middle cerebral artery occlusion*. Stroke 1990; 21: 124-32.
- 11) Bennet AJ, Wastell DG, Barker GR, Blackburn CW, Rood JP. *Trigeminal somatosensory evoked potentials*. Int J Oral Maxillofac Surg 1987; 16: 408-15.
- 12) Findler G, Feinsod M. *Sensory evoked response to electrical stimulation of the trigeminal nerve in humans*. J Neurosurg 1982; 56: 545-9.
- 13) Barker GR, Bennett AJ, Wastell DG. *Normative studies of the TSEP*. Int J Oral Maxillofac Surg 1987; 16: 586-92.
- 14) Chapman CR, Gerlach R, Jacobson R, Buffington V, Kaufmann E. *Comparison of short-latency trigeminal evoked potentials elicited by painful dental and gingival stimulation*. Electroenceph Clin Neurophysiol 1986; 65: 20-6.
- 15) Leandri M, Favale E. *Diagnostic relevance of trigeminal evoked potentials following infraorbital nerve stimulation*. J Neurosurg 1991; 75: 244-50.
- 16) Paxinos G, Watson C. *The rat brain in stereotaxic coordinates*. 2nd ed. San Diego, Academic press 1986.
- 17) Leandri M, Parodi CI, Favale E. *Normative data on scalp response evoked by infraorbital nerve stimulation*. Electroenceph Clin Neurophysiol 1988; 71: 415-21.
- 18) Leandri M, Parodi CI, Zattoni J, Favale E. *Subcortical and cortical responses following infraorbital nerve stimulation in man*. Electroenceph Clin Neurophysiol 1987; 66: 253-62.
- 19) Soustiel JF, Feinsod M, Hafner H. *Short latency trigeminal evoked potential: normative data and clinical correlations*. Electroenceph Clin Neurophysiol 1991; 80: 119-25.
- 20) Leandri M, Parodi CI, Favale E. *Early trigeminal evoked potentials in tumours of the base of the skull and trigeminal neuralgia*. Electroenceph Clin Neurophysiol 1988; 71: 114-24.
- 21) Fagade OO, Wastell DG. *Trigeminal somatosensory evoked potentials: technical parameters, reliability and potential in clinical dentistry*. J Dent 1990; 18: 137-41.
- 22) Stechison MT, Kralick FJ. *The trigeminal evoked potential: part I. long-latency responses in awake or anesthetized subjects*. Neurosurgery 1993; 33: 639-44.
- 23) Stechison MT. *The trigeminal evoked potential : part II. intraoperative recording of short-latency responses*. Neurosurgery 1993; 33: 639-44.
- 24) Di S, Barth DS. *Topographic analysis of field potential in rat vibrissa/barrel cortex*. Brain Res

- 1991; 546: 106-12.
- 25) Waite PME, Tracey DJ. *Trigeminal sensory system. In the rat nervous system (ed. Paxinos G.), San Diego, Academic press 1995; pp 705-724.*
- 26) Diamond ME, Armstrong-James M, Ebner FF. *Somatic sensory response in the rostral sector of the posterior group (POm) and in the ventral posterior medial nucleus (VPM) of the rat thalamus. J Comp Neurol 1992; 318: 462-76.*
-