

## 백서를 이용한 후두 유발 근전도 검사 방법에 대한 연구

이화여자대학교 의과대학 이비인후과학교실, 생리학교실\*  
고려대학교 의과대학 생리학교실 및 신경과학연구소\*\*  
정성민 · 조선희\* · 이재연 · 민선식\*\* · 신유리

= Abstract =

### Study of Laryngeal Evoked Electromyography Method in Rats

Sung Min Chung, M.D., Sun Hee Cho, Ph.D.,\* Jae Yeun Lee, M.D.,  
Sun Seek Min, M.S.,\*\* You Ree Shin, M.D.

*Department of Otolaryngology, Physiology,\* College of Medicine, Ewha Womans University,  
Seoul, Korea*

*Department of Physiology College of Medicine & Neuroscience Institute,\*\* Korea University,  
Seoul, Korea*

Laryngeal evoked EMG is the objective and quantitative method to measure the innervation of laryngeal muscle. If there is a mobility disorder of vocal cords, the cause and location of neural lesion can be understood by the laryngeal evoked EMG and if there is a vocal cord paralysis, the degree of recovery and the policy of treatment can be determined by it. Recently, the studies of reinnervation after recurrent laryngeal nerve injury have been actively carried out. Laryngeal evoked EMG is useful to these studies.

The aim of study is to know whether noninvasive methods for stimulating the recurrent laryngeal nerve and for recording of compound action potential(CAP) using surface electrode are as useful as the invasive method using needle electrode.

We obtained EMG of laryngeal muscle by various stimulating and recording methods : 1) Direct nerve stimulation by placing nerve cuff electrode made out of silastic tube and platinum wire and recording by insertion of hook wire electrode into posterior cricoarytenoid(PCA) and thyroarytenoid(TA) muscles, respectively. 2) Recording of compound action potential by surface electrode after stimulation of recurrent laryngeal nerve by the insertion of 27 gauge of needle electrode. 3) Recording of compound action potential by surface electrode after stimulating the recurrent laryngeal nerve by transcutaneous blunt rod electrode at tracheoesophageal groove.

The amplitude, duration and latency of the CAP evoked by recurrent laryngeal nerve stimulation were compared among the three groups. The amplitude of CAP was smallest in the

---

논문접수일 : 2000년 10월 15일

심사완료일 : 2000년 11월 30일

책임저자 : 정성민, 158-056 서울 양천구 목6동 911-1 이화여자대학교 목동병원 이비인후과

전화 : (02) 650-6163 · 전송 : (02) 2648-5604 E-mail : sungmin@mm.ewha.co.kr

group recorded from posterior cricoarytenoid and thyroarytenoid muscle, and that recorded by surface electrode after stimulation by needle electrode was largest. The difference in amplitude between the group by hook wire recording and the two groups by surface electrode recording was significant statistically. There is no significant difference in duration and latency among three groups.

Since the waveform of CAP from all three methods has similar duration, latency, we concluded that noninvasive method is a useful as invasive methods.

**KEY WORDS :** Laryngeal evoked EMG · Compoud action potential(CAP).

## 서 론

신경성 후두 질환과 음성 장애의 진단시 후두내시경(laryngoscope), 비디오스트로보스코피(videostroboscope), 전산화 단층촬영술(CT), 자기공명영상(MRI) 등을 이용하여 성문과 성도(vocal tract)의 구조적 이상을 확인할 수 있지만 후두근의 생리적 상태를 평가하기 위해서는 전기생리학적 검사가 필요하다. 특히, 성대의 운동 장애는 신경근육병변이나 윤상피열관절 고정 등의 원인으로 발생하는데 이학적 검사만으로는 원인의 감별이 쉽지 않으며, 손상 정도를 파악하여 치료 시기 및 방법을 결정하고 예후를 판정하기 위해서는 전기적 진단이 필수적이다. 후두유발근전도는 성대의 운동 장애가 있을 때 시행할 수 있는 검사 중 하나로, 신경 병변의 위치를 알 수 있을 뿐 아니라 신경병증과 근병증을 감별할 수 있으며 신경 재지배의 정도를 예측해 치료 방침을 결정할 수 있는 매우 유용한 검사법이다.

1944년 Weddell 등<sup>1)</sup>이 최초로 내후두근에서 시행한 근전도 결과를 보고하였으나 일부에서만 이용되고 있으며 아직까지는 임상적으로 널리 쓰이지는 못하고 있다. 이는 후두근은 매우 미세하여 비만한 사람이나 수술로 인해 경부에 변형이 생긴 사람에서는 정확한 위치를 찾기 어려우며 주로 침전극을 사용하므로 환자에게 쉽게 쓰이지 못 하기 때문이다.

최근 반회후두신경 손상 후 신경재지배에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있는데 후두유발근전도는 신경 재생 상태를 객관적이고 정량적으로 알 수 있는 검사이기 때문에 유용하게 쓰일 수 있다. Flint 등<sup>2)</sup>은 백서를 Siribodhi 등<sup>3)</sup>은 개를 대상으로 한 연구에서, 반회 후두 신경 손상 후에 생기는 후두 공동 운동(laryngel synkinesis)은 신경 축삭의 재생이 잘못된 방향으로

이루어지기 때문이라고 보고하였다. 1994년 Widick 등<sup>4)</sup>은 신경 재생 후의 신경재지배 상태를 연구하기 위해 백서의 좌골 신경에 신경 cuff 전극을 이식하여 장기적으로 유발 근전도를 시행하기도 하였다. 그러나 후두는 사지에 비해 구조가 복잡하고 미세하기 때문에 근전도를 이용한 연구의 대부분이 개나 고양이 등을 이용하므로 비용이 많이 들고 대량 혹은 장기간의 연구에 어려움이 있다. 이에 반해 백서는 비용이 저렴하고 다루기가 쉬워 연구용으로 적절하지만 경부의 미세한 경부의 해부학적 구조때문에 아직까지는 후두 근전도 연구에 많이 사용되지 못하고 있다.

저자들은 경부의 해부학적 구조에 익숙한 경우에는 백서에서 후두유발근전도를 시행하는 것이 가능하리라 보고 앞으로의 후두유발근전도 연구에 백서가 이용될 수 있다면 더욱 활발한 연구가 이루어질 수 있을 것이라 생각되어 백서에서 후두유발근전도를 측정하는 것이 가능한지 알아보려고 하였다.

또한 침전극을 사용하지 않고 경피적 방법으로 반회 후두신경을 자극하거나 표면 전극을 사용해 복합 활동전위를 기록하는 비침습적인 방법으로 후두유발근전도를 시행하는 것이 가능한지 알아보기로 하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 연구 재료

몸무게 250~350g정도 되는 백서(Sprague-Dawley) 44마리를 대상으로 하였다.

### 2. 연구 방법

#### 1) 마 취

Ketamine(5mg/kg), acepromazine(0.1mg/kg), xylazine(0.7mg/kg) 혼합 용액을 복강내 주사하여 마

취를 시행하였다.

## 2) 후두유발근전도 검사

발전기(CyberAmp 380, Axon Instrument, Fostercity)로부터 반회후두신경에 전달된 전기적 자극이 내후두근을 수축시키는데 이때 생긴 활동 전압은 증폭기(AI 401×10, AI 402×50, Axon Instrument, Fostercity)에서 증폭되어 오실로스코프에 나타나고 이 결과는 컴퓨터에 저장되었다. 한 마리의 쥐에서 같은 방법으로 다섯 번씩 측정하여 평균치를 구하였다. 컴퓨터에 저장된 활동 전압은 axoscope 프로그램을 이용해 진폭, 지속 시간, 잠복기를 분석하였다.

백서를 세 군으로 나누고, 반회후두신경의 자극 방법과 후두근의 복합 활동 전위의 기록 방법을 서로 달리하여 후두유발근전도를 시행하였다. 백서는 모두 전경부의 털을 제거하고 양와위로 고정였다. 기준 전극은 흉골 상부에 침전극을 부착하였고 접지 전극으로는 침전극을 꼬리에 삽입하여 사용하였다. 자극은 0.1ms의 방형파(square wave)를 사용하여 최대상(supramaximal) 자극을 가하였고 검사시 기록 소인 속도(sweep velocity)는 2ms/division, 기록 감응도(sensitivity)는 5mV, 주파수 여과 범위는 2Hz~10kHz로 설정하였다.

### (1) 1군

경부 정중앙을 절개하여 후두와 기관을 노출시킨 뒤 기관식도구를 따라 주행하는 반회후두신경을 찾아 silastic tube와 백금 전선을 이용해 만든 신경 cuff 전극을 설치하였다. 구리로 만든 hook wire 전극을 후윤상피열근과 갑상피열근에 각각 삽입하여 활동 전위를 기록하였다(Fig. 1).

### (2) 2군

27G TECA 침전극(MycoJect disposable hypodermic needle electrode, TECA Corporation, N.Y.)을 윤상연골 하방 5mm 부위의 기관식도구에서 3mm 깊이로 삽입하여 반회후두신경을 자극하면서, 동측의 갑상연골 부위의 피부에 지름 7mm의 원판형 금속 표면 전극을 부착하여 tape로 고정시키고 활동 전위를 기록했다(Fig. 2).

### (3) 3군

피부 위에서 기관식도구를 촉지하여 윤상 연골로부

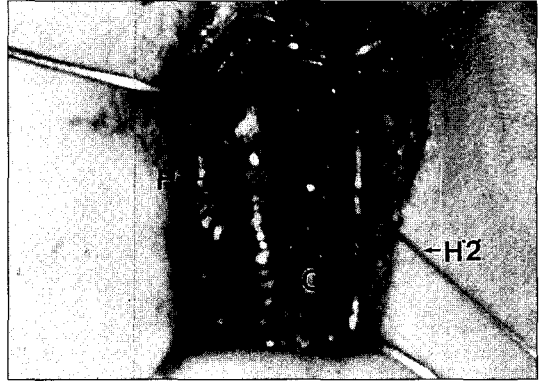


Fig. 1. Laryngeal evoked EMG method using nerve cuff and hook wire electrode. H1=hook wire electrode inserted into thyroarytenoid muscle, H2=hook wire electrode inserted into posterior cricoarytenoid muscle, RLN=recurrent laryngeal nerve, NC=nerve cuff electrode.

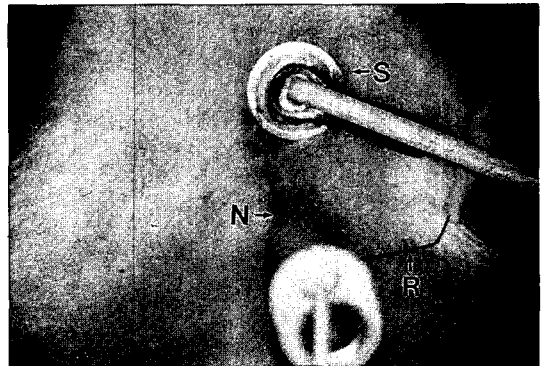


Fig. 2. Laryngeal evoked EMG method using needle electrode and surface electrode. N=needle electrode (stimulation), S=surface electrode (recording), R=reference electrode.

터 5mm 하방 지점에서 지름 1mm, 길이 15mm의 금속 막대 전극의 끝으로 기관식도부의 피부를 약간 누르면서 경피적 자극을 주어 반회후두신경을 자극했다. 2군과 같은 방법으로 활동 전위의 기록을 시행하였다(Fig. 3).

1군에서 후윤상피열근 7마리, 갑상피열근 7마리, 2군에서 16마리, 3군에서 14마리의 백서가 이용되었다.

복합근 활동 전위의 잠복기는 자극점에서 활동전위의 음위상 기시부까지의 시간을, 진폭은 음위상 정점에서 양위상의 정점까지의 전위차, 지속시간은 음위상의 기시부에서 양위상 종말부까지의 시간으로 하였다(Fig. 4).

### 3) 통계

모든 결과는 평균치와 표준편차로 나타내었으며 각 평균치들간의 유의성은 5% 수준에서 one way-ANO-

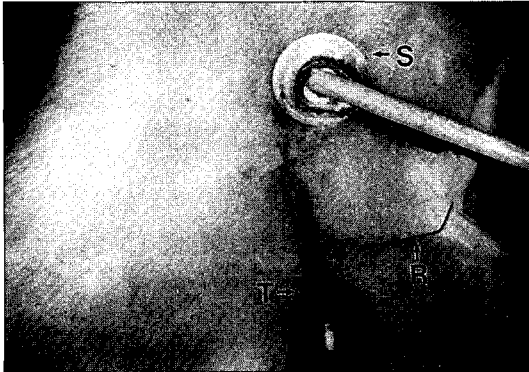


Fig. 3. Laryngeal evoked EMG method using blunt rod electrode and surface electrode. T=transcutaneous rod electrode (stimulation), S=surface electrode (recording), R=reference electrode.

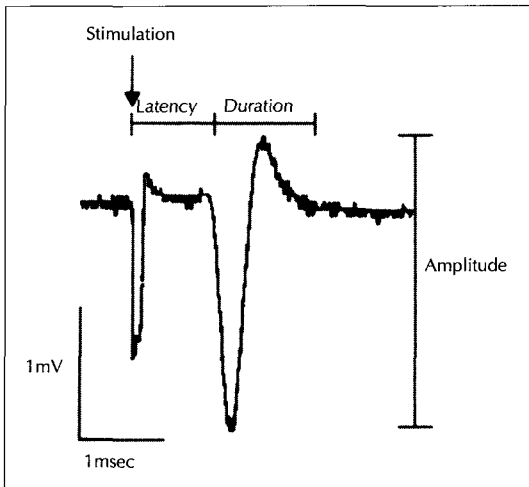


Fig. 4. A typical laryngeal evoked electromyography(stimulation by transcutaneous rod electrode, recording by surface electrode).

VA test로 검증하였다. 통계적 분석은 SPSS 프로그램을 사용하였다.

## 결 과

각 군에서 복합 활동 전위의 진폭, 지속시간, 잠복기를 측정된 결과는 다음과 같다(Table 1).

### 1. 진 폭

복합 활동 전위의 진폭은 1군에서 후윤상피열근  $1.42 \pm 0.65\text{mV}$ , 갑상 피열근  $1.14 \pm 0.63\text{mV}$ 였고 2군에서  $4.55 \pm 1.96\text{mV}$ , 3군에서  $3.22 \pm 0.71\text{mV}$ 였다. 1군과 2군, 1군과 3군간에는 통계적으로 유의한 차이가 있었으나( $p < 0.05$ ), 1군 중 후윤상피열근과 갑상피열근 사이, 그리고 2군과 3군 사이에는 유의한 차이가 없었다( $p > 0.05$ ).

### 2. 지속 시간

복합 활동 전위의 지속 시간은 1군에서 후윤상피열근은  $1.58 \pm 0.35\text{ms}$ , 갑상피열근은  $1.56 \pm 0.48\text{ms}$ , 2군에서  $2.13 \pm 0.71\text{ms}$ , 3군에서  $2.04 \pm 0.55\text{ms}$ 로 나타났다. 세 군간에 유의한 차이는 없었다( $p > 0.05$ ).

### 3. 잠복기

잠복기는 1군에서 후윤상피열근은  $1.83 \pm 0.71\text{ms}$ , 갑상피열근은  $1.59 \pm 0.37\text{ms}$ , 2군에서  $2.07 \pm 0.81\text{ms}$ , 3군에서  $2.27 \pm 0.72\text{ms}$ 였으며 역시 세 군간에 유의한 차이는 없었다( $p > 0.05$ ).

## 고 찰

근전도는 운동 단위(motor unit)에 의해 생성되는 전기적 활성도를 분석하는 방법으로, 운동 단위는 하나

Table 1. Comparison of several parameters of the laryngeal evoked EMG in different three methods

	Group 1		Group 2	Group 3	P
	TA m.*	PCA m.†			
Amplitude (mV)	$1.14 \pm 0.63^a$	$1.42 \pm 0.65^a$	$4.55 \pm 1.96^b$	$3.22 \pm 0.71^b$	<0.05
Duration (ms)	$1.56 \pm 0.48$	$1.58 \pm 0.35$	$2.13 \pm 0.71$	$2.04 \pm 0.55$	NS
Latency (ms)	$1.59 \pm 0.37$	$1.83 \pm 0.71$	$2.07 \pm 0.81$	$2.27 \pm 0.72$	NS

\* : TA m., thyroarytenoid muscle, † : PCA m., posterior cricoarytenoid muscle

Group 1=stimulation by nerve cuff, recording by hook wire electrode

Group 2=stimulation by needle electrode, recording by surface electrode

Group 3=stimulation by transcutaneous rod electrode, recording by surface electrode

NS=not significant

의 운동 신경원, 축삭, 그리고 그 축삭에 의해 지배되는 근육들로 구성되어 있다. 근육이 수축할 때 하나의 운동 단위는 불규칙하게 방전하게 되는데 다수의 운동 단위에 의해 생성되는 전기적 신호를 복합 활동 전위라고 한다. 근전도란 근의 수축시에 발생하는 활동 전위를 근전도계에 기록한 것으로 그 기록에 근거하여 근 및 지배 신경의 병태를 진단하는 것이 목적이다.

내후두근의 근전도는 후두의 신경 지배 상태를 알 수 있는 객관적이고 정량적인 검사법으로, 성대의 운동 장애가 있을 때 그 원인 및 신경 병변의 위치를 파악할 수 있고 회복 정도를 예측하여 치료 방침을 결정할 수 있다. 성대 운동 장애의 진단시 신경병증과 근육병증의 감별에 이용할 수 있는데 신경병증의 경우 활동 전위의 빈도는 감소하나 진폭은 정상인 반면, 근병증일 경우 진폭은 감소하나 빈도는 정상이다.<sup>5)</sup> 후두 근전도에서 새동 전위는 한 개의 탈신경화된 근섬유로부터 자발적으로 방전되는, 지속 시간이 매우 짧은 저전압의 파형으로 반회후두신경 마비시 내후두근이 탈신경화되고 있음을 의미하며 신경 손상 1~3주 이후에 나타난다. 신경 마비 후 진폭이 큰 다상성의 전위가 관찰된다면 신경 재지배가 이루어지고 있음을 의미하므로 치료 방침을 결정하는데 도움이 된다.

Faaborg-Anderson<sup>6)</sup>은 정상인과 성대 마비 환자들에게서 후두 근전도를 시행하여 임상적 양상과 근전도 결과를 비교하였고 Lindestad 등<sup>7)</sup>은 정상인에서 후두 근전도를 시행하여 그 결과를 정량적으로 분석하였다. 1997년 이<sup>8)</sup>는 양측 성대운동장애가 있는 환자에게 침전극을 이용하여 후두근전도를 시행하여 성대운동장애의 원인이 운상피열연골 고정에 있음을 진단하고 피열연골 절제술을 시행하였다.

후두 근전도 기록법에 반회후두신경이나 상후두신경을 자극하는 자극 장치를 조합시키면 후두유발근전도를 기록할 수 있다. Satoh 등<sup>9)</sup>은 후두유발근전도가 성대 마비 환자의 진단과 예후를 예측하는데 있어서 유용하다고 보고하였으며 Steiss 등<sup>10)</sup>은 개의 반회후두신경을 자극하여 후두유발근전도를 시행하였다. 현재까지는 후두 근전도 연구가 개나 고양이를 이용해 이루어져 왔으나 본 연구에서 저자들은 백서를 이용하여 후두유발근전도를 측정하는 것이 가능하다는 것을 발견하였다. Steiss 등<sup>10)</sup>이 개를 실험 대상으로 후두 근전도를 연구한 것에 비해 백서를 사용하면 가격이 저렴하고 마

취도 용이하며 반회후두신경 손상 후 신경 재지배 연구시 장기간 대량 사육이 가능하므로 실험 대상으로 훨씬 우수하다. 개나 사람에게 비해 경부의 해부학적 구조가 미세하여 여태까지 후두 근전도 연구에 많이 이용되지 못 하는 단점이 있으나 이는 경부의 해부학적 구조에 익숙한 경우에는 큰 어려움이 없을 것이라고 생각된다.

후두근에 대한 근전도 검사는 일본에서는 1960년대부터 꾸준히 보급되어 임상적으로 널리 이용되어 왔으나 전극의 정확한 삽입이 어렵고 성대 마비가 오래된 경우 검사 소견의 해석 및 예후 측정이 어렵기 때문에 유럽 및 미국에서 많이 쓰이지 않고 있다. 유발 근전도에 쓰이는 전극은 일반적으로 표면 전극과 침전극으로 나뉘며 표면 전극은 금속성의 원반형이며 피부 표면에 부착하므로 환자가 불편감을 덜 느끼나 전극과 피부 사이의 저항이 있으며 부착 면적이 넓어 주변 근육들의 전기 활동을 광범위하게 기록하는 단점을 가지고 있다. 단극 침전극은 침전단을 제외하고는 teflon으로 절연되어 있으며 직경이 작아 침 삽입시 동심 침전극에 비해 환자의 불편감은 덜 하며 신경의 자극 전극으로 사용할 수 있다. 단극 동심 침전극은 피하 주사침 내에 하나의 은 또는 백금선이 들어 있어 기록 전극역할을 하며 cannula는 기준 전극 역할을 한다. 쌍극 동심 침전극은 피하 주사침 내에 두 개의 백금선이 있어서 하나는 활동 전극, 다른 하나는 기준 전극, cannula는 접지 전극 역할을 한다. 두 백금선 사이의 제한된 부위의 전기 활동을 기록한다. Hook wire 전극은 하나 혹은 두 개의 니켈 합금 선단이 갈고리 모양으로 휘어져 있어 일단 삽입되면 고정되어 재위치가 불가능하며 삽입시 cannula와 함께 삽입된 후 일단 전극의 위치가 결정되면 cannula는 제거된다. 유연하여 발생이나 연하에 영향이 적으며 장시간 검사를 요하는 발성, 연하, 언어 등의 운동기능학적 연구에 적합하다.<sup>8)</sup>

후두유발근전도가 임상적으로 유용함에도 불구하고 환자들에게 많이 시행되지 못 하는 이유는 침전극을 경부에 삽입할 때 부분적인 주사 마취가 필요하므로 환자들에게 불편감이나 두려움을 주기 때문이다. 비침습적인 방법으로 정확한 근전도를 얻을 수 있는 방법이 고안된다면 성대 질환에서의 복잡한 신경학적 후두 변화를 이해하고 좀 더 나은 방법으로 성대 질환을 치료할 수 있는 방법을 찾는 데 도움이 되리라 본다.<sup>11)</sup> 저자들은 침전극을 삽입하지 않고 반회후두신경을 자극하고 복

합 활동 전위 기록시 표면 전극을 이용한다면 후두유발 근전도를 좀 더 보편적으로 사용할 수 있을 것이라 생각되어 자극과 기록 방법을 달리하여 복합 활동 전위의 잠복기와 지속시간, 진폭을 비교하였다. 그러나 표면 전극으로 기록한 경우 후두근 이외의 주변 근육의 활동 전위가 기록되었을 가능성이 있으며 침전극이나 hook wire 전극을 이용하지 않고 기관식도구 부위의 피부 위를 자극할 경우 반회후두신경이 충분히 자극되지 않을 수 있으므로, 수술적인 방법으로 직접 반회후두신경을 자극하고 갑상피열근과 후원상피열근에서 복합 활동 전위를 측정하여 비교하였다. 근육의 탈분극이 타부위로부터 진행되어 올때는 양성의 내반응(positive inversion wave)의 파형이 생기고 기록부위로부터 탈분극이 퍼져나갈 때는 음성(negative normal wave)의 정상파형이 기록되므로 반회 후두 신경의 자극에 의한 후두내근의 활동 기록은 음성의 정상 파형을 갖게 되므로<sup>12)</sup> 저자들은 주변 근육의 활동 기록과 구별할 수 있었다. 또한 세 군의 활동 전위의 잠복기와 지속시간을 비교하여 의미 있는 차이가 없었으므로 후두근으로부터 기록된 동일한 복합 활동 전위라고 생각된다. 활동 전위의 진폭은 hook wire 전극으로 개개의 근육에서 직접 기록한 군에서 표면 전극을 사용한 군보다 의미있게 작았는데 이는 표면 전극 사용시 후두근 전체의 복합 활동 전위가 기록되기 때문에 개개의 단일 후두근에서 기록하는 것보다 더 큰 진폭이 기록된 것이라고 생각된다. 임상적으로 hook wire 전극을 사용하는 것은 드물고 대개는 침전극을 사용하는데 본 연구 결과 표면 전극이 침전극과 동일한 진폭, 잠복기, 지속시간을 가지므로 침전극 대신 표면 전극을 사용하는 것이 가능하다.

1987년 Sanders 등<sup>13)</sup>은 개를 이용하여 끝이 무딘 금속 막대 전극으로 기관식도구 부위의 반회후두신경을 경피적으로 자극하고 후두경으로 후두를 관찰해 자극시 성대가 내전되는 것을 확인하였고 다시 수술적으로 반회후두신경을 확인하여 직접 자극하였더니 경피적 자극과 동일한 결과를 보였다고 하여 결국 경피적으로 반회후두신경을 자극하는 것도 직접 자극하는 것처럼 정확하게 반회후두신경을 자극할 수 있다고 주장하였다. 1999년 정 등<sup>14)</sup>은 성대 마비 환자에게 후두유발근전도를 시행할 때 침전극으로 반회후두신경을 자극하고 표면 전극으로 복합 활동 전위를 기록하는 것이 최 대한 비침습적이면서도 정확한 결과를 얻을 수 있고 표

면 전극을 이용해 자극하는 것은 결과가 정확하지 않고 반복성이 떨어진다고 하였다. 그러나 저자들은 반회후두신경을 경피적으로 자극하고 표면 전극으로 기록하는 것이 수술적인 방법으로 후두유발근전도를 시행하는 것이나 침전극을 삽입하는 것과 동일한 활동 전위를 기록할 수 있다는 것을 본 실험을 통해 확인하였다. 원반형의 표면 전극으로 신경을 자극하는 것보다 저자들이 고안한 금속의 가느다란 막대 전극 이용하면 침전극으로 직접 신경을 자극하는 것과 거의 동일한 자극을 줄 수 있었다. 임상적으로 환자에게 후두 근전도를 시행할 때 침전극을 사용하면 불편감을 주므로 경피적으로 막대 전극을 이용해 자극하고 표면 전극을 이용해 활동 전위를 기록하면 후두유발근전도가 좀 더 보편적으로 사용될 수 있을 것이다.

본 연구의 결과로 향후 후두 근전도의 연구에 백서를 이용한 장기적인 연구가 가능할 것이며 후두유발근전도의 결과를 정량화하는 기초가 되리라 생각된다.

## 결 론

후두유발근전도는 반회후두신경 손상 후의 신경재지배 연구에 이용할 수 있는 객관적이고 정량적인 검사이나 백서에서는 경부의 해부학적 구조가 미세하여 이용되지 못 하였다. 저자들은 본 연구에서 백서에서 후두유발근전도를 측정하는 것이 가능함을 확인하였으며 앞으로의 후두 근전도를 이용한 연구에 비용이 저렴하고 장기간 대량 사육이 용이한 백서를 이용하는 것이 가능할 것으로 생각된다.

또한 후두유발근전도는 성대 운동 장애의 원인을 진단하고 치료 방침 및 예후를 결정하는데 도움이 되지만 침전극을 사용해야 하는 제한점 때문에 환자에게 많이 이용되지 못하고 있다. 저자들은 침전극을 이용하는 침습적인 방법이나 막대 전극으로 경피적 자극을 주고 표면 전극으로 기록하는 비침습적인 방법, 모두 동일한 복합 활동 전위를 얻을 수 있음을 확인하였다. 이러한 비침습적인 후두유발근전도는 앞으로 성대 운동 장애 환자에게 좀 더 보편적으로 시행하여 진단 및 치료에 도움을 줄 것이라 생각된다.

**중심 단어 :** 후두 유발 근전도.

## References

- 1) Weddell G, Feinstein B, Pattle RE : *The electrical activity of voluntary muscle in man under normal and pathological conditions. Brain. 1944 ; 67 : 178-256*
- 2) Flint PW, Downs DH, Coltrera MD : *Laryngeal synkinesis following reinnervation in the rat : neuroanatomic and physiologic study using retrograde fluorescent tracers and electromyography. Ann Oto Rhino Laryngol. 1991 ; 100 : 797-806*
- 3) Siribodhi C, Sundmaker W, Atkins JP, Bonner FJ : *Electromyographic studies of laryngeal paralysis and regeneration of laryngeal motor nerves in dogs. Laryngoscope. 1963 ; 82 : 225-364*
- 4) Widick MH, Tetsuya T, Fortune S, Zeale DL : *Awake evoked electromyography recording from the chronically implanted rat. Laryngoscope. 1994 ; 104(4) : 420-425*
- 5) Miller RH, Rosenfield DB : *The role of electromyography in clinical laryngology. Laryngol Head Neck Surg. 1984 ; 92 : 287-291*
- 6) Faaborg-Anderson : *Electromyographic investigations of intrinsic laryngeal muscles in humans. Acta Physiol Scand. 1957 ; 41(supp 140), 1-150*
- 7) Lindestad PA, Fritzell B, Persson A : *Quantitative analysis of EMG in normal subjects. Acta Otolaryngol (Stockh). 1991 ; 111 : 1146-1152*
- 8) Lee IJ : *Electrodiagnosis of the immobile vocal folds. Korean J Otolaryngol. 1997 ; 40(6) : 888-895*
- 9) Satoh I, Nagasaki-Shi : *Evoked electromyography test applied for recurrent laryngeal nerve paralysis. Laryngoscope. 1978 ; 88 : 2022-2031*
- 10) Steiss JE, Marshall AE, Marshall AE : *Electromyographic evaluation of conduction time and velocity of recurrent laryngeal nerves of clinically normal dogs. Am J Vet Res. 1998 ; 49(9) : 1533-1536*
- 11) Chung SM : *Laryngeal electromyography and evoked electromyography. Korean Cent J Med. 1998 ; 63 (10) : 615-621*
- 12) Sperelakis N : *Essentials of basic science. Physiology, Little, Brown and company, 1993 ; 88-95*
- 13) Sanders I, Aviv J, Kraus WM, Racenstein MM, Biller HF : *Transcutaneous electrical stimulation of the recurrent laryngeal nerve in monkeys. Ann Otol Rhinol Laryngol. 1987 ; 96 : 38-42*
- 14) Chung SM, Cho SH, Park KD : *Laryngeal evoked EMG with a noninvasive technique. J. Korean Logo & Phon. 1999 ; 10(1) : 30-36*