

비침습적 방법에 의한 후두유발근전도 검사

이화여자대학교 의과대학 이비인후과학교실, 생리학교실,* 신경과학교실**
정성민 · 조선희* · 박기덕**

= Abstract =

Laryngeal Evoked Electromyography with a Noninvasive Technique

Sung Min Chung, M.D., Sun Hee Cho, Ph.D.,* Kee Duk Park, M.D.**

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

Background and Objectives : Laryngeal Evoked Electromyography(EEMG) is a objective, quantitative technique to determine innervation status of larynx. The possible applications of this technique are to confirm the etiology of impaired vocal fold motion and monitor perioperative vagus nerve trauma. The purpose of this study is to develop a novel method for determining the amount of reinnervation of recurrent laryngeal nerve with accurate, inexpensive, and minimally invasive technique in human.

Materials and Methods : Laryngeal EEMG was performed for 16 adults with intact vocal folds motion and 2 patients diagnosed as unilateral vocal fold paralysis. For the purpose of searching what is the optimal and noninvasive technique for laryngeal EEMG, we used 2 types of stimulation configurations(transcutaneous vs. percutaneous) and 2 types of recording configurations(intramuscular vs. surface).

Results and Conclusions : Percutaneous needle stimulation and surface recording of laryngeal EEMG was reliable and comparable to standard needle stimulation and invasive intramuscular needle recording. But the laryngeal EEMG by the surface recording and transcutaneous surface stimulation was not reliable and repeatable. Therefore we recommended that laryngeal EEMG by surface recording and percutaneous needle stimulation would be minimally invasive, reliable technique to know the status of reinnervation in the patients with vocal fold paralysis.

KEY WORD : Laryngeal evoked electromyography.

서 론

후두의 유발근전도검사는 후두의 신경지배 상태를 알 수 있는 객관적이고도 정량적인 방법으로 성대 운동 장애가 있을 때 그 원인이 성대마비에 의한 것인지, 운

상피열연골관절고정에 의한 것인지를 감별할 수 있으며, 두경부 수술시 미주신경의 손상을 추적할 수 있고, 후두암에서 반회후두신경, 갑상피열근 등이 침범되었는지를 알 수 있는 좋은 진단 방법이나 아직까지는 안면신경의 신경전도검사(electroneurography)만큼 임상적으로 널리 이용되지는 못하고 있는 실정이다. 본원

에서는 먼저 흰쥐를 사용하여 후두에서 유발근전도검사가 가능한지를 확인하면서 각각의 자극방법과 기록방법을 조합하여 어떠한 방법이 임상적으로 이용할 수 있는 가장 좋은 방법인지를 고안하여 이러한 실험결과를 근거로 정상성대를 가진 성인과 성대마비가 있는 환자를 대상으로 후두유발근전도검사의 임상적 이용 가능성 및 그 유용성을 알아보고자 본 연구를 시작하였다.

대상 및 방법

1. 연구대상

과거에 후두질환을 앓은 경력이 없고 비디오후두경 검사에서 정상성대를 가진 25에서 35세사이의 여자 8명, 남자 8명 및 편측성대마비가 있는 여자 1명 및 남자 1명을 대상으로 하였다.

2. 연구방법

근전도기기는 Nicolet Viking IIe(Nicolet Biomedical instruments, U.S.A.)를 사용하였으며 피검자는 앙와위로 하고 어깨밑에 얇은 어깨받침을 넣어 경부를 약간 신전시킨다음 1 : 100,000 epinephrine이 혼합된 1% Xylocaine 0.5ml로 윤상연골 하연 2.5cm 하방의 좌측 기관 측방부에 해당하는 피부부위를 국소마취하였고 전처치는 하지 않았다.

1) 기록방법

2가지의 기록전극을 사용하였다. 정상성대를 가진 성인에서는 직경 10mm의 원판형 표면전극을 우측 갑상연골판의 중심부의 피부를 알콜로 잘 닦아낸후 피부에 부착시키고 tape로 잘 고정시켰다. 이때 기준전극은 턱 밑에 직경 10mm의 원판형 표면전극으로 붙였고 접지전극은 흉골상절흔 직경 10mm의 원판형 표면전극을 위치시켰다(Fig. 1). 성대마비 환자의 경우는 표면전극을 사용하여 기록한 후에 환자의 허락하에 1 : 100,000 epinephrine이 혼합된 1% xylocaine 0.5ml를 윤상갑상막부위의 피부를 국소마취한 후 직경 0.5mm, 길이 40mm의 단극동심침전극을 윤상연골 상연 정중선에서 20° 우측방으로 2~3cm깊이로 삽입하여 우측갑상피열근에 위치시킨다음 "아" 발성을 시켜 운동단위활동전위(motor unit action potential)의 수 및 진폭이 증가하는 것을 관찰하면서 기록전극을 위치하였다.¹⁾

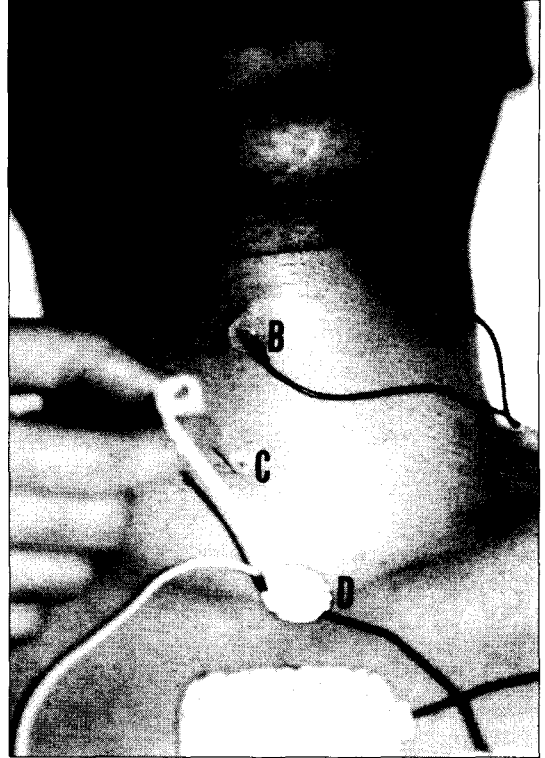


Fig. 1. Electrode placement in needle stimulation and surface recording. A : Reference electrode to recording electrode. B : Recording electrode. C : Stimulating electrode. D : Reference electrode to stimulating electrode.

이와같이 성대마비가 있는 환자에게는 표면전극에 의한 기록과 침전극에 의한 기록을 모두 시행하여 그 결과를 비교하여 보았다. 기록소인속도(sweep velocity)는 1sec/division, 기록감응도(sensitivity)는 500 μ V, 주파수 여과범위는 20Hz~20KHz로 설정하여 기록하였다.

2) 자극방법

자극방법 역시 침전극과 표면전극 2가지 방법을 사용하였고 정상성인과 환자에서 모두 이 두가지 방법을 시행하였다. 자극전극에 사용된 침전극은 음극은 직경 0.3 mm, 길이 40mm의 단극 침전극을 사용하였으며 양극은 직경 10mm의 원판형 표면전극을 기관의 중앙부 즉 흉골상절흔 상부에 위치시켰다.

0.1ms의 방형파를 사용하여 최대상(supramaximal) 자극을 가하였고 복합근 활동전위(compound muscle action potential)의 잠시는 자극점에서 활동전위의 음

위상(negative deflection) 기시부까지, 진폭을 음위상 기시부에서 음위상의 정점까지, 지속시간을 음위상의 기시부에서 양위상 기시부까지 하였다.

표면전극은 Higher 안면신경자극기의 부족한 끝에 치과용 왁스를 공모양으로 만들어 붙여서 표면자극을 위해 피부를 누를 때 통증이 적도록 고안하여 사용하였다. 자극부위는 침전극으로 자극시와 동일한 위치의 피부를 약간 눌러 사용하였다(Fig. 2). 자극은 10회이상 반복하여 잠복시간이 가장 짧고 진폭이 가장 큰 것을 측정치로 하였다.

결 과

정상성대를 가진 성인에서 각각의 자극방법에 따른 결과를 보면 표면전극으로 자극했을때 남자의 경우는 8명 중 5명에서만 기록이 가능하였으며 5명에 대한 평



Fig. 2. Electrode placement in surface stimulation and surface recording. A : Reference electrode to recording electrode. B : Recording electrode. C : Stimulating electrode. D : Reference electrode to stimulating electrode.

균잠시는 2.76 ± 0.67 msec, 평균진폭은 0.32 ± 0.19 mV, 평균지속시간은 4.24 ± 0.50 msec였고, 여자의 경우는 8명 모두에서 기록이 가능하였으며 평균잠시는 1.96 ± 0.47 msec, 평균진폭은 0.13 ± 0.12 mV, 평균지속시간은 3.61 ± 1.33 msec였다.

침전극으로 자극하였을때의 기록결과와 남자의 경우 8명 모두에서 기록이 가능하였고 평균잠시는 1.74 ± 0.33 msec, 평균진폭은 0.09 ± 0.08 mV, 평균지속시간은 2.59 ± 0.68 msec였고, 여자의 경우도 8명 모두에서 기

Table 1. Results of evoked laryngeal electromyography by surface recording in normal adult

		Surface stimulation		Needle stimulation	
		Male	Female	Male	Female
Latency (msec)	1	2.0	1.4	1.9	2.3
	2	2.1	1.9	1.8	1.9
	3	3.4	2.2	2.1	2.2
	4	3.3	2.3	2.0	1.6
	5	3.0	2.8	1.9	1.7
	6	-	2.0	1.7	1.5
	7	-	1.5	1.2	1.5
	8	-	1.6	1.3	1.5
	Average	2.760	1.963	1.738	1.775
	SD	0.666	0.469	0.325	0.324
Amplitude (mV)	1	0.055	0.029	0.017	0.207
	2	0.197	0.386	0.024	0.556
	3	0.424	0.024	0.042	0.030
	4	0.556	0.035	0.047	0.043
	5	0.377	0.114	0.039	0.262
	6	-	0.220	0.113	0.240
	7	-	0.092	0.249	0.587
	8	-	0.115	0.151	0.342
	Average	0.322	0.127	0.085	0.283
	SD	0.197	0.123	0.081	0.207
Duration	1	5.0	1.6	2.1	1.3
	2	4.5	5.1	2.3	4.6
	3	4.0	2.9	3.5	2.5
	4	3.8	2.3	3.2	2.2
	5	3.9	4.5	3.1	4.1
	6	-	3.0	2.4	2.0
	7	-	5.0	1.4	4.9
	8	-	4.5	2.0	4.3
	Average	4.240	3.613	2.588	3.238
	SD	0.503	1.329	0.681	1.384

록이 가능하였으며 평균잠시는 1.78 ± 0.32 msec, 평균 진폭은 0.28 ± 0.21 mV, 평균지속시간은 3.24 ± 1.38 msec였다(Table 1).

성대마비가 있는 2예에서의 각각의 자극방법과 기록 방법에 따른 후두유발근전도 소견은 다음과 같다(Table 2).

증례 1:

경부에 둔기로 타박상을 입은 후 발생한 3주간의 애성을 주소로 내원한 24세 남자환자로서 비디오후두경 소견상 좌측성대가 방정중(paramedian)위치에 고정되어 있었다. 정상운동을 하는 우측성대에서 시행한 기록침전극 삽입시의 후두근전도 검사소견은 “아” 발생시

정상의 간섭양상을 보이고 있으며, 각각의 자극과 기록 방법에 의한 후두유발근전도 결과를 보면, 침전극으로 자극하고 침전극으로 기록했을 때 잠시는 1.9msec, 지속시간은 2.3msec, 진폭은 21.55mV였으며, 침전극으로 자극하고 표면전극으로 기록시 잠시는 2.0msec, 지속시간은 3.5msec, 진폭은 0.55mV이었다.

본원에서 고안한 표면자극기를 사용하여 자극하였을 때의 결과는 침전극으로 기록시 잠시는 2.2msec, 지속시간은 2.1msec, 진폭은 0.2mV였고 표면전극을 사용하여 기록시는 유발근전도 파형이 기록되지 않았다. 마비된 성대에서의 후두근전도검사에서는 발생시 복합근 활동전위의 빈도가 매우 감소되어 간섭 양상이 감소되어 있었으나 탈신경소견인 자발세동전위(spontane-

Table 2. Results of evoked laryngeal electromyography in the patients with unilateral vocal fold paralysis

Case	Age/ Sex	Etiology	Method of simulation & recording	*LEEMG	
				Healthy vocal fold	Diseased vocal fold
Case 1	23/M	Neck trauma (D : 3 wks)	† NS-NR		
			‡ NS-SR		
			§ SS-NR		
			SS-SR		
			¶ EMG		
Case 2	41/f	Post-thyroidectomy (D : 7ms)	† NS-NR		
			‡ NS-SR		
			§ SS-NR		
			SS-SR		
			¶ EMG		

*LEEMG : Laryngeal Evoked Electromyography
 ‡ NS-SR : Needle Stimulation-Surface Recording
 || SS-SR : Surface Stimulation-Surface Recording

† NS-NR : Needle stimulation-Needle Recording
 § SS-MR : Surface Stimulation-Needle Recording
 ¶ EMG : Electromyography

ous fibrillation potential)나 양성예파(positive sharp wave)는 관찰되지 않았다. 후두유발근전도 검사에서는 어떤방법의 자극 및 기록전극의 위치에서도 유발근전도 파형은 기록되지 않아 좌측 반회후두신경의 심한 신경전도차단(severe block of nerve conduction)으로 진단하였다. 손상후 6주째 비디오후두경검사상 좌측성대의 운동이 관찰되어 후두근전도 및 유발근전도검사의 재시행을 권했으나 환자가 바늘로 찌르는 검사를 거부하여 침전극으로 자극하고 표면전극으로 기록하는 최소한의 비침습적 방법으로 후두유발근전도검사를 시행한 결과 잠시 2.2msec, 지속시간 2.9 msec, 진폭 0.142mV의 정상파형을 기록하여 신경전도가 정상으로 회복되었음을 확인할 수 있었다(Table 2).

중 례 2:

7개월전 시행한 갑상선 수술후에 발생한 애성을 주소로 내원한 41세된 여자환자로서 비디오후두경 소견상 좌측성대가 방정중(paramedian)위치에 고정되어 있었다. 먼저 정상운동을 하는 우측성대의 갑상피열근에서 시행한 후두근전도 검사는 "아" 발생시 정상의 간섭양상을 보이고 있었다. 각각의 자극과 기록방법에 의한 후두유발근전도 검사 소견은 침전극으로 반회후두신경을 자극하고 갑상피열근에 삽입한 침전극으로 기록시 잠시는 1.6msec, 지속시간은 2.7msec, 진폭은 20.46 mV였고, 침전극으로 자극하고 표면전극으로 기록시 잠시는 2.3msec, 지속시간은 2.2msec, 진폭은 0.221 mV였다. 표면전극으로 자극하고 침전극으로 기록시 잠시는 1.5msec, 지속시간은 1.5msec, 진폭은 0.052 mV였고, 표면전극으로 자극하고 표면전극으로 기록시는 유발근전도가 기록되지 못했다.

성대마비가 있는 좌측성대에서 실시한 후두근전도검사는 감소된 간섭양상을 나타내었으며, 동시에 시행한 후두유발근전도검사는 침전극으로 자극하고 침전극으로 기록시 잠시는 2.3msec, 지속시간은 2.4msec, 진폭은 0.63mV였으며, 침전극으로 자극하고 표면전극으로 기록시 잠시는 2.4mV, 지속시간은 2.5mV, 진폭은 0.358mV였고, 표면전극으로 자극하고 침전극으로 기록시는 잠시는 1.7msec, 지속시간은 2.5msec, 진폭은 0.163mV였으며, 표면전극으로 자극하고 표면전극으로 기록시는 유발근전도검사가 기록되지 못했다.

고 찰

후두근에 대한 근전도검사는 일본에서는 1960년대부터 꾸준히 보급되어 임상적으로 널리 이용되어 왔으나 유럽 및 미국에서는 근전도검사가 기록전극의 정확한 삽입이 기술적으로 어렵고 성대마비가 오래된 경우 검사소견의 해석 및 예후 측정이 어렵기 때문에 임상적 응용보다는 실험실에서 주로 이용되어져 왔다.²⁾ 그러나 최근 성대마비에 대한 후두골격수술이 증대되고 또한 경련성음성장애에 Botulinum toxin의 사용이 증가되면서 후두근전도검사 및 후두유발근전도검사의 사용이 증가되기 시작하고 있다.³⁾ 후두근전도검사는 후두마비와 윤상피열 관절의 고정에 의한 성대운동장애를 감별하는데 매우 유용하며 경련성 음성장애의 치료를 위한 botulinum toxin주사시 침전극이 갑상피열근에 확실히 들어갔는지를 확인하기 위한 모니터로 이용되고 있다. 그 외에도 신경병변의 위치, 손상정도를 확인하여 예후를 측정할 수도 있다.⁴⁾ 그러나 후두근전도검사는 세동전위나 양성예각파의 확인, 운동단위 활동전위 모양 파악, 간섭양상의 확인등이 환자의 협조 여부에 따라 크게 좌우되기 때문에 임상적으로 수지의 근육보다 검사가 까다롭고 어렵게 검사를 하고도 객관적 지표를 확인하기 쉽지 않기 때문에 후두근전도검사만으로 성대운동상태를 정확하게 진단하고 예후를 측정하기에는 임상적으로 한계가 있다.⁵⁾

후두유발근전도검사는 아직까지 임상적으로 많이 이용되지 못하고 있는 실정이나 비침습적으로 정확하게 시행할 수 있는 방법만 고안된다면 병변부위를 진단하고 예후를 결정하며 신경재생상태를 측정할 수 있는 좋은 방법으로 성대질환에서의 복잡한 신경학적 후두변화를 이해하고 좀 더 나은 방법으로 성대질환을 치료할 수 있는 방법을 찾는 데 도움이 되리라 본다.^{6,7)}

그동안 본원에서는 쥐를 사용하여 침습적 및 비침습적 방법으로 후두유발근전도검사가 기록 가능한지를 확인하였으며, 본 연구에서는 이중 최소한의 비침습적 방법으로 사람에게서 후두유발근전도 검사가 가능한지와 그리고 이러한 방법이 임상적으로 유용한지를 알아보고자 하였다.

본원에서 고안한 후두유발근전도 검사 방법에서 기

록전극은 비침습적 방법으로 직경 1cm 원판형의 표면 전극을 편측 갑상연골판의 중앙부위에 위치시켰고, 침습적 방법은 기존의 갑상피열근의 후두근전도검사시 사용하는 침전극을 사용하였다. 자극전극역시 비침습적과 침습적 방법 2가지를 사용하였다. 먼저 침습적 방법으로는 단극 침전극(unipolar needle electrode)을 윤상연골 하연 밑으로 2.5cm 부위에서 편측의 기관의 외벽에 닿는 느낌으로 2~3cm 정도의 깊이로 침전극을 삽입하여 반회후두신경을 자극하였고, 비침습적 방법으로는 막대모양의 Hilgher 신경자극기의 끝을 치과용 왁스로 둥글게 만들어 피부를 누를 때 통증이 없도록 고안한 표면 자극기를 사용하여 침전극으로 자극할때와 같은 부위의 피부를 눌러서 자극하였다.

이때 기록전극의 기준 전극은 지름 10mm 원판형의 표면전극을 턱밑에 부착하였고 자극전극의 양전극은 흉골상철흔(suprasternal notch)에 원판형의 표면전극을 부착하였고 접지 전극을 흉골부위에 위치시켰다. 본원에서는 기록전극으로 침전극뿐만 아니라 표면전극을 사용하였는데 표면전극을 사용하여 기록하는 경우 피부표면에 부착하므로 환자에게 불편함은 없으나 전극과 피부사이의 저항이 문제가 되고 부착면적이 넓어 주변 근육들의 전기활동을 광범위하게 기록하여 개별적인 근육운동단위의 전위를 기록하지 못하는 단점이 있다.⁸⁾ 그러나 후두내근은 후두연골에만 국한되어 있는 해부학적 특수성 때문에 편측 갑상연골 중앙부위에 표면전극을 부착하는 경우 각각의 후두내근의 기록이 아닌 전체 후두내근의 기록이 가능하였다.

또한 표면전극으로 기록시 나타날 수 있는 주변근육들(infrahyoid muscles)의 반응과 구별을 해야 하는데, 이것은 반회후두신경의 자극에 의해 후두내근에서 발생된 활동기록은 일정한 원위잠시(1.5~2.5msec)에서 일정한 지속시간(2~3msec)으로 나타나며, 활동전위의 기록파형이 기록되는 근육의 탈분극(depolarization)이 타부위로부터 진행되어 올때는 양성의 내반형의 파형(positive inversion wave)이고 기록부위로부터 탈분극이 퍼져나갈때는 음성의 정상파형(negative normal wave)이 기록되므로 후두내근에 의한 활동전위의 파형은 음성의 정상파형을 나타내게 된다.⁹⁾ 이와같이 표면전극을 사용하여 기록하더라도 잠시와 지속시간 그리고 활동전위의 파형에 의해 후두내근으로부터의 활동전위와 기타 주변의 설골하근육으로부터

의 기록과는 구별이 될 수 있었다.

본 연구에서 정상성인 지원자에 대해서는 최소한의 비침습적 방법으로 검사를 시행하기 위해 기록전극은 표면전극만을 사용하였고 자극전극은 침전극과 표면전극 모두를 사용하여 시행하였다. 자극 방법에 따른 기록의 차이를 보면 침자극에 비해 표면자극을 하는 경우 반회후두신경을 자극하기 위해 약 2배 정도 자극강도의 증가가 필요했으며 자극시의 불편함은 침자극을 위해 반회후두신경자극부위의 피부를 국소마취하였음에도 불구하고 침자극이나 표면자극이나 비슷한 정도로 호소하였다. 또한 표면자극을 사용하는 경우 예민도가 감소되어 남자의 경우 8명중 5명에서만 후두내근의 활동전위의 기록이 가능하였다. 따라서 본 연구에서는 표면전극으로 기록하면서 침전극으로 자극하는 최소한의 비침습적 방법으로 후두유발근전도를 검사는 것이 임상적으로 가능하다고 사료되었다. 이상의 결과를 토대로 편측 성대마비가 있는 남자환자 1명, 여자환자 1명에서 후두근전도검사와 동시에 기록전극을 표면전극과 침전극 모두를 사용하여 기록하였고, 표면전극과 침전극으로 자극하면서 후두유발근검사를 시행하였다. 따라서 환자에서는 침전극에 의한 기록과 표면 전극에 의한 기록을 비교해 볼 수 있었고, 건강한 성대와 마비된 성대의 근전도 및 유발근전도의 결과를 비교해볼 수 있었다. 건강한 성대에서 시행한 침전극에 의한 기록과 표면전극에 의한 기록은 잠시 지속시간 파형은 거의 동일하였으나 진폭은 표면전극에서 침전극의 기록보다 약 1/100 크기로 감소되어 있었다.

이 결과는 진폭은 전극에서부터 활동하고 있는 근섬유까지의 거리에 비례하여 감소하는 원리에 따른 것으로, 표면전극을 사용함에 따라 어쩔수 없이 생기는 단점이라고 하겠다. 그러나 표면전극을 사용하여 진폭이 작아지더라도 일관된 복합근 활동전위파형을 얻을 수 있다면 충분히 임상적 가치가 있을 것이다. 따라서 저자들이 사용한 방법으로 사람에게서 표면전극에 의한 후두회귀신경유발근전도 기록이 가능하고 또한 임상적으로도 충분한 유용성이 있다고 생각되었다.

성대마비환자에서 자극방법에 따른 차이를 보면, 정상성인에서의 결과와 같이 표면자극에 의한 자극으로는 침자극에 의한 자극보다 기록이 잘 안되는 것을 확인하므로써 침자극에 의한 자극이 좀 더 이용가능한 것임을 확인하였다. 따라서 환자에서도 후두유발근전도

검사는 침전극으로 자극후 표면전극으로 기록하는 최소한의 비침습적 방법으로 시행하는 것이 임상적으로 유용한 방법이라고 사료되었다. 증례 1의 환자에서 후두외상후 3주째 시행한 후두근전도에서 마비된 성대가 발생시 간섭양상이 감소되어 있으나 신경병변의 소견인 세동전위나 양성예각과는 관찰되지 않아 신경손상인지 근육 관절의 손상인지가 분명하지 않았으나 후두유발근전도 검사에서 유발반응이 기록되지 않아 반회후두신경의 심한신경전도차단에 의한 성대마비로 진단하였다. 그러나 후두외상 6주째에 시행한 후두유발근전도에서는 정상에 가까운 유발파형이 관찰되므로써 신경전도가 회복되면서 성대마비도 회복되었음을 진단할 수 있었다. 따라서 반회후두신경을 침전극으로 자극하면서 표면전극으로 기록하는 방법의 후두유발근전도 검사는 성대마비환자에서 시간경과에 따른 반복적인 검사가 필요할 때 갑상피열근에 직접 침전극을 삽입함이 없이 반회후두신경의 신경 지배 및 전도상태를 측정할 수 있다고 생각된다.

증례 2에서는 갑상선수술후 7개월째까지 좌측 성대마비가 회복되지 않았던 예로서 후두근전도 검사에서는 "아" 발생시 감소된 간섭양상을 보이고 있으나 상당한 정도의 운동단위활동전위가 관찰되고 후두유발근전도에서는 진폭은 적으나 유발파형을 보이고 있어 신경재지배가 일어났음을 알 수 있으나 성대가 고정되어 있음으로써 이 환자는 잘못된 신경재지배에 의한 synkinesis가 발생되었을 것으로 진단하고 성대내전술 및 갑상선형술 Type I 을 권유하였다.

결 론

이상의 결과에 의해 후두유발근전도 검사는 후두근전도 검사와 함께 시행하였을 때 성대마비의 원인 및 병변부위를 보다 정확하게 진단할 수 있으며 또한 성대마비후의 신경재지배상태에 대한 반복적인 검사가 필

요할 때 갑상피열근에 직접 침전극을 삽입하는 것보다는 표면전극을 사용하여 후두유발근전도 검사를 시행하는 것이 환자에게 불편함을 덜 줄 수 있는 임상적으로 유용한 방법이라고 사료된다.

References

- 1) Hirose H : *Laryngeal and pharyngeal function*. In : Cummings CW, Fredrikson JM, Harker LA, Krause CT, Schuller DE, Editors. *Otolaryngology-Head and Neck Surgery*. 3rd ed. St Louis : Mosby Year Book, 1998 : 1891-94
- 2) Atkins JP, Bedesta : *An electromyographic study of recurrent laryngeal nerve conduction and its clinical applications*. *Laryngoscope*. 1973 ; 83 : 796-807
- 3) Yin SS, Qiu WW, Stucker FJ : *Major patterns of laryngeal electromyography and their clinical application*. *Laryngoscope*. 1997 ; 107 : 126-136
- 4) Lovelace RE, Blitzer A, Ludlow CL : *Clinical laryngeal electromyography*. In : Blitzer AB, Brin MF, Sasaki CT, Fahn S, Harris KS, Editors. *Neurologic disorders of the larynx*. New York : Thieme Medical Publishers, 1992 : 66-81
- 5) Schaefer SD : *Laryngeal electromyography*. *Otolaryngologic Clinics of North America*. 1991 ; 24(5) : 1053-1057
- 6) SM Chung : *Laryngeal electromyography and evoked electromyography*. *The Korean Jungang Medical Journal*. 1998 ; 63(10) : 615-621
- 7) Satoh I, Shi N : *Evoked electromyographic test applied for recurrent laryngeal nerve paralysis*. *Laryngoscope*. 1978 ; 88 : 2022-2031
- 8) Rodriguez AA, Myers BR, Ford CN : *Laryngeal electromyography in the diagnosis of laryngeal nerve injuries*. *Arch Phys Med Rehabil*. 1990 ; 71(6) : 587-590
- 9) Sperelakis N : *Physiology : Essentials of basic science*. 1st ed. U.S.A. : Little, Brown and Company, 1993 : 88-95