

반회후두신경 손상을 동반하지 않은 갑상선 절제술 후 음성 변화

성균관대학교 의과대학 삼성서울병원 이비인후과학교실
최지선 · 정종인 · 장민석 · 손영익

= Abstract =

Voice Changes after Thyroidectomy Without Recurrent Laryngeal Nerve Injury

Jeesun Choi, MD, Jong In Jeong, MD, Min-Seok Jang, MD and Young-Ik Son, MD, PhD
Department of Otorhinolaryngology-Head and Neck Surgery, Sungkyunkwan University School of Medicine,
Samsung Medical Center, Seoul, Korea

Background and Objectives : Transient minor voice changes after thyroidectomy are not infrequent complaints even in cases without any evidence of recurrent laryngeal nerve damage. However, clinical course, diagnosis and management of such voice changes are not fully understood. This study aimed to evaluate the clinical characteristics of minor voice changes after thyroidectomy. We also tried to assess the significance and feasibility of superior laryngeal nerve monitoring and to find out the optimal evaluation tools for such voice changes after thyroidectomy. **Materials and Method** : Nine adult patients who received total thyroidectomy without evidence of recurrent laryngeal nerve injury were enrolled for this prospective study. Voice evaluations were performed preoperatively and 3 months postoperatively ; acoustic analyses including voice range profile, aerodynamic study, stroboscopic evaluation and subjective voice assessment with questionnaires. The external branch of superior laryngeal nerve was monitored by nerve stimulator after ligation of superior thyroidal vessels. **Results** : Four of nine patients complained their voice change at 3 months after the surgery. Three of them reported complete recovery of their voice at 6 months after the surgery. Acoustic analysis revealed significant decrease in their phonatory range especially with high tone loss. Questionnaires related to singing was more sensitive than previously well-known "voice handicap index". Stimulation of the superior laryngeal nerve was feasible in most of the cases (94.4%), but it failed to show any correlation with minor voice changes after thyroidectomy. **Conclusion** : Minor voice changes were not rare events during the first 6 month after thyroidectomy. Decrease in phonatory range with high tone loss and therefore, discomfort in singing was the most common finding. Superior laryngeal monitoring was feasible but it was not a sensitive tool for the prediction of minor voice change after thyroidectomy.

KEY WORDS : Thyroidectomy · Superior laryngeal nerve · Voice · Complication.

서 론

갑상선 수술 후 목소리의 변화는 반회후두신경(recurrent laryngeal nerve)의 손상, 상후두신경 외지(external branch of superior laryngeal nerve)의 손상, 윤상갑상근(cricothyroid muscle)의 손상 또는 피대근(strap muscles) 등 후두 주변 근육의 손상으로 인한 후두 및 기관의 운동성 변화 그리고 수술 이후 창상 치유 과정에서의 주변 조직 섬유

화 등에 의한 것으로 생각된다.¹⁾ 갑상선 수술 시 0.8~1.7%에서 반회후두신경의 영구적 손상에 의한 목소리 변화가 발생하는 것으로 알려져 있는데,²⁾ 신경 감시(neuromonitoring) 기법을 비롯한 갑상선 수술 술기의 발달과 더불어 반회후두신경의 손상 빈도는 점점 감소하는 추세이다.³⁾ 그러나 반회후두신경이 보존되었음에도 불구하고 수술 후 목소리 변화를 호소하는 경우가 적지 않고,⁴⁾ 이는 성악가 등 전문직, 직업적인 음성사용자에게는 매우 중요한 문제이기 때문에 상후두신경의 외지 보존 및 기타 다른 원인에 따른 미세한 음성 변화에 대한 관심도가 높아지고 있다.^{3,5)}

상후두신경 외지는 윤상갑상근과 하인두수축근에 대한 운동을 담당하는 것이 주기능이지만 일부 환자들에서는 갑상피열근(thyroarytenoid muscle)에도 일부 운동 섬유를 보내기도 하고 앞쪽의 성문하부의 감각도 담당한다. 상부

논문접수일 : 2010년 6월 4일
심사완료일 : 2010년 6월 11일
책임저자 : 손영익, 135-710 서울 강남구 일원동 50
성균관대학교 의과대학 삼성서울병원 이비인후과학교실
전화 : (02) 02-3410-3577, 3575 · 전송 : (02) 3410-6987
E-mail : yison@skku.edu

갑상혈관과의 해부학적 관계가 다양하여 약 20~40%의 경우 수술 중 신경의 주행을 확실하게 확인하는 것이 쉽지 않고 수술 과정에 상후두신경이 손상될 위험도가 높을 수 있으며,⁶⁾ 실제 갑상선 수술 후 상후두신경 외지의 손상 비율은 진단 방법에 따라 0.45~58%에 걸쳐 다양하게 보고되고 있다.^{7,8)} 상후두신경 외지가 손상되어도 임상적으로 나타나는 증상이 뚜렷하지 않고 신체 검사를 통해 진단하는 것이 쉽지 않으며, 잘 알려진 치료법 또한 없는 실정으로서,⁹⁾ 예방 차원의 각별한 주의가 필요하다. 상후두신경 외지의 손상이 발생되면 마비된 측의 윤상연골은 정상 측에 비하여 낮게 위치하게 되므로 그 위에 위치한 피열연골의 높이도 낮아지게 되고 전체적으로 후두는 뒤틀린 모양을 하게 된다. 따라서 후두 내시경 검사상 후성문부가 환측으로 편위되고 환측의 성대가 낮아지거나 환측 성대가 활처럼 휘어지는 소견이 관찰될 수 있다. 후두회선경 검사에서는 마비된 측 성대가 성대근 및 성대점막의 장력이 감소하므로 점막 파동의 강도 및 위상에 비대칭이 관찰될 수 있다.¹⁰⁾ 음성검사 상 기본 주파수가 낮아지고, 음역이 감소하거나 음성 강도가 낮아지고, jitter와 shimmer가 증가하며 HNR(harmonics-to-noise ratio)이 감소될 수 있다. 주관적으로는 고음을 내기가 힘들고, 음성의 톤을 일정하게 유지하거나 급격히 변화시키기가 어려우며 목소리도 쉽게 피로해진다. 이 외에도 말할 때 목이 아프거나 경미한 연하곤란 등을 호소할 수 있지만 환자의 주관적인 증상 호소가 없다면 흔히 간과될 수 있다.^{11,12)}

이에 본 연구에서는 갑상선 절제술 후 반회후두신경의 손상 없음이 확인된 경우에 주관적, 객관적 음성 변화의 빈도와 임상 경과를 확인하고, 신경 자극기를(nerve stimulator) 이용한 상후두신경 외지의 확인으로 수술 후 발생하는 미세한 음성변화를 예측할 수 있는 지 예비적 평가를 하고자 하였다. 또한, 음성 질환 평가를 위하여 현재 흔히 사용되고 있는 Voice Handicap Index(VHI)-30¹³⁾ 및 VHI-10¹⁴⁾ 등의 주관적 설문 내용이나 음향학적 음성 분석으로 수술 후 미세한 목소리 변화를 효과적으로 진단하거나 판단할 수 있는 지 확인 하고자 하였다.

대상 및 방법

1. 대 상

갑상선 유두암으로 갑상선 전 절제술을 시행 받은 환자 중 연구에 동의한 9명의 환자를 대상으로 하였고 남자가 2명, 여자가 7명으로 평균 나이는 50.7세였다. 회사원, 주부 등 일반 음성 사용자로 전문적 음성 사용자는 포함되지 않

았다(Table 1). 모든 환자의 갑상선 결절은 수술 전 초음파 소견 및 수술 시 육안적 소견상 갑상선 피막에 둘러싸여 있었으며, 피막을 뚫고 근육을 침범하여 피대근을 절제할 필요가 있는 경우는 없었다.

2. 수술 방법 및 상후두신경 외지의 신경감시

모든 증례에서 수술 중 반회후두신경의 주행을 확인하였고, 윤상갑상근의 물리적 손상이 없도록 주의하였다. 피대근은 절제하지 않고 견인하였다. 상부 갑상혈관을 가능한 갑상선의 피막 가까운 곳에서 결찰한 후 상후두신경 외지를 신경자극기를 이용하여 확인하고자 하였다. 전극의 바늘을 윤상갑상근에 위치시킨 후, 1~2 mA의 세기로 상후두신경 외지의 주행경로로 예측되는 부위를 신경자극기로 자극하여 윤상갑상근의 수축 여부를 신경감시 장비(NIM-II, Medtronic Inc, Fridley, USA)의 소리 및 파형을 통해 확인하였다.¹⁵⁾

3. 음성검사

모든 환자는 수술 전후 후두내시경을 통해 특별한 성대 점막 병변이 없으며 내전, 외전 등의 성대 운동성이 정상임을 확인하였다. 갑상선 수술 전, 술 후 3개월째에 음향학적, 공기역학적 검사 및 주관적인 증상을 조사하기 위해 기본적인 문진과 설문 조사가 시행되었다. 술 후 3개월 째 음성 변화를 호소한 4명 중 3명의 환자에서 수술 후 6개월 째 음성 검사를 반복하여 시행하였다.

음향학적 분석은 MDVP(multi-dimensional voice program, KAY, USA) 을 이용하였는데, 조용한 실내에서 피검자가 앉은 자세를 유지한 채 head worn microphone(A-KG, C410, Austria)을 입술 측면에서 약 3 cm 떨어진 곳에 위치시키고 편안한 높이와 크기의 목소리로 모음 ‘아’를 지속 발성하게 하였으며 발성의 시작과 종료에 의한 영향을 배제하기 위하여 시작과 끝의 일부를 제외한 jitter%, shimmer% 수치 그리고 신호대 잡음비(Noise-to-harmonic ratio)를 구하였다. 발화 기본 주파수(speaking fun-

Table 1. Demographic characteristics

Patient No.	Sex	Age	Occupation	Tumor size (cm)
1	F	51	House wife	0.8
2	F	57	House wife	0.5
3	F	46	House wife	1.5
4	M	53	Employee	0.7
5	F	59	Trader	0.7
6	F	53	House wife	0.6
7	F	50	House wife	0.9
8	F	45	Employee	0.4
9	M	42	Teacher	0.9

damental frequency)를 측정하였고, 음역(voice range profile)은 피아노 건반을 이용하여 최고와 최저 음을 평가하였고, 반음(semi-tone) 단위로 음역 변화의 폭을 비교하였다. 공기역학 검사는 Aerophone II Voice Functional Analyzer(KAY, USA)를 이용하였는데, 깊은 흡기 후 적절한 강도를 유지한 채 모음 ‘아’를 최대한 오래 발생하게 하였고, 3회 이상 반복 검사한 결과 중 가장 안정된 자료를 통해 최대발성지속시간(maximal phonation time)을 측정하였다.

환자의 주관적 평가로는 VHI-30 및 VHI-10과 노래할 때 목소리의 변화를 반영할 수 있도록 개발한 3개의 문항(Singing-VHI)을¹⁶⁾ 이용하여 설문조사를 하였다. Singing-VHI는 ‘노래 부르기가 힘들다’, ‘사람들과 어울릴 때 노래를 잘 부르지 못해 불편할 때가 있다’, ‘누가 나에게 노래를 시킬까 봐 걱정을 할 때가 있다’ 등 세 개의 문항으로 구성되어 있다.

4. 통계분석

술 전, 술 후의 음향학적 검사 비교에는 SPSS version 16.0 software(SPSS Inc., Chicago, USA)을 이용한 Wilcoxon signed rank test가 사용되었다.

결 과

1. 수술 중 상후두신경의 신경감시

총 9례의 갑상선 전 절제술이 시행되어 18쪽의 상후두신경 외지에 대한 신경자극 및 감시를 시도하였다. 이 중 17쪽(94.4%)에서 상후두신경 외지의 주행경로로 예상되거나 확인된 부위를 1~2 mA로 자극하여 윤상갑상근의 수축을 음향 및 과형으로 확인할 수 있었다. 증례 6의 좌측 상후두신경 외측분지에 대해서는 확인이 불가능하였지만 이 환자에서 수술 전후 객관적, 주관적 음성변화는 없었다.

2. 주관적인 증상

수술 후 3개월째 시행한 문진에서 총 9명의 환자 중 4명(증례 5, 6, 7, 8)은 수술전과 비교해 목소리 변화를 호소하지 않았다. 다른 5명 중 4명(증례 1, 2, 3, 4)은 수술 전에 비해 음성이 나빠졌다고 보고하였고, 1명(증례 9)은 수술 전에 비해 음성 기능이 오히려 호전되었다고 보고하였다(Table 2).

수술 전후의 목소리 변화가 없다고 보고한 4명은 수술 전, 수술 후 3개월째 시행한 VHI-30과 Singing-VHI 문항 설문조사 모든 문항에서 0점을 보였지만, 기능 저하를 보고했던 4명은 수술 전에 비해 120점을 최대치로 하는 VHI-30에서는 2점에서 15점 사이의 점수를, 12점을 최대치로 하는 Singing-VHI 3개 문항에서는 1점에서 9점의 점수의 분포를 보였다. 수술 전에 비해 음성 기능이 저하되었다고 보고한 4명 중 3명(증례 1, 2, 3)에 대하여 6개월째에 반복하여 검사를 시행하였고, VHI-30과 Singing-VHI 문항 설문조사에서는 수술 전과 동일하게 모든 문항에서 0점을 보였다.

3. 음향학적 검사

갑상선 절제술 전후에 jitter, shimmer, 신호대 잡음비, 발화기분주파수의 유의한 차이가 없었다(Table 3). 최저 음 또한 유의한 차이를 보이지 않았으나, 최고 음의 경우 수술 전 637.1±199.1 Hz였던 것에 비해 554.2±200.4 Hz로 유의하게 낮았다(p=0.008). 수술 전 27.8±3.7 semi-tones였던 음역에 비해 수술 3개월 후 24.4±6.4 semi-tones로 유의하게 음역이 줄어든 것을 확인할 수 있었다(p=0.028). 수술 후 음성기능의 저하를 호소하였던 환자 4명을 각각 살펴보면 증례 1, 2, 3, 4에서 각각 7, 13, 2, 5 semi-tones씩 음역의 저하를 보였다. 그 중 추적검사가 가능하였던 증례 1, 2, 3의 경우 수술 후 6개월 검사에서 3개월 검사와 비교하여 고음역을 포함한 음향학적 검사 결과가 일부 회복된 소견이었다. 하지만, 수술 전과 비교하여

Table 2. Changes in voice handicap index (VHI) and phonatory range before and after thyroidectomy

	Patient number								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Subjective voice changes after operation	Worse	Worse	Worse	Worse	None	None	None	None	Better
Pre- and 3 months post-operative difference									
of VHI-30*	-10	13	15	2	0	0	0	0	-11
of VHI-10†	4	6	6	0	0	0	0	0	-7
of Singing-VHI‡	6	9	3	1	0	0	0	0	-4
of phonatory range (semi-tones)	-7	-13	-3	-5	2	1	0	-1	0

* : VHI-30 questionnaires are comprised of 30 questions and the score can range from 0 to 120, † : VHI-10 is comprised of 10 questions and the score can range from 0 to 40, ‡ : Singing-VHI used in this study is comprised of 3 questions and the score can range from 0 to 12

Table 3. Acoustic analyses before and after thyroidectomy

	Pre-operation (mean±SD)	Post-operation (3 months) (mean±SD)	p-value
Jitter (%)	2.02±1.43	1.35±1.02	.173
Shimmer (%)	4.34±2.18	3.77±1.91	.441
NHR	0.137±.031	0.133±.018	.678
SFF (Hz)			.155
Male (n=2)	110.00±2.83	112.50±7.78	
Female (n=7)	177.14±10.46	181.00±20.01	
Lowest frequency (Hz)			.463
Male (n=2)	87.5±14.85	82.00±7.07	
Female (n=7)	141.29±19.09	146.71±14.73	
Highest frequency (Hz)			.008
Male (n=2)	421.00±101.82	453.00±18.38	
Female (n=7)	693.14±178.48	606.43±190.52	
Semi-tones range	27.8±3.7	24.4±6.4	.028

NHR : Noise-to-harmonic ratio, SFF : Speaking fundamental frequency

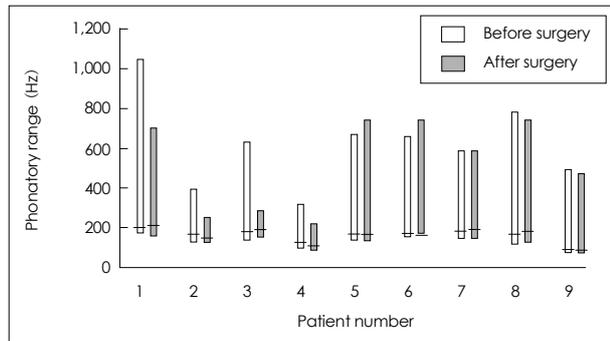


Fig. 1. Phonatory ranges of each patient ; before and after thyroidectomy. The black or white line in the lower part of each bar indicates speaking fundamental frequency (Hz). A decrease in phonatory range, especially in the high tone, was observed in the 4 patients who reported worse voice after thyroidectomy (patient number 1, 2, 3, 4).

증례 1에서 4 semi-tones, 증례 2에서 9 semi-tones, 증례 3에서 -3 semi-tones에 해당하는 고음역 감소가 여전히 관찰되었다. 한편 수술 전후 목소리의 변화를 보고하지 않았던 증례 5, 6에서는 각각 2, 1 semi-tones씩 음역이 상승하였으며, 증례 7은 수술 전, 후 변화가 없었고 증례 8의 경우 1 semi-tone이 감소하였다(Fig. 1).

고 찰

갑상선 전절제술 후 시행한 후두회선경 검사에서 반회후두신경 손상 등 성대의 뚜렷한 기질적인 합병증이 동반되지 않은 경우에도 약 45%의 환자(N=4/9)에서 일시적인 음성 변화를 호소하였고 이들 환자에서는 공통적으로 고음 발생 제한이 관찰되었다. 비록 초기에 음성변화를 호소하였던 증례에서도 술 후 6개월 이상 경과 시 주관적인 증상이 정상으로 호전되었다고 보고하였고, 수술 후 감소되었던 음

역도 일부 회복됨을 관찰하였지만, 객관적인 평가 상 음역 감소 및 최고 음 제한이 여전히 관찰되었다. 한편 대부분(N=17/18, 94.4%)의 경우 갑상선 상극 결찰 및 분리 후 상후두신경 외지를 1~2 mA의 세기로 자극하였을 때 윤상갑상근의 수축을 관찰할 수 있어 대부분 증례에서 상후두신경의 외지가 최소한 절단되지 않았음을 확인할 수 있었다. 이는 수술 시 열 자극 등에 의한 피대근 및 외후두근의 일시적 기능 장애와¹⁷⁾ 수술 절개 부위의 통증으로 인한 경부 근육의 일시적인 수축 저하에 의한 것으로 추정할 수도 있다.¹⁸⁾ 한편 1~2 mA라는 다소 강한 자극에서 양성 반응을 보였다고 해서 상후두신경 외지의 중대한 손상이 없다고 단정 지을 수는 없다고 해석할 수도 있다.⁶⁾ 중요한 것은 반회후두신경의 손상이 없다고 확인된 갑상선 수술 환자의 약 반 수에서 일시적인 음성변화가 초래될 수 있으며, 최소한 6개월의 회복 기간이 필요할 수 있다는 사실이다. 또한 고음 영역의 제한이 가장 두드러진 소견이며, 상후두신경 외지의 절단이 없어도 상당한 정도(3~9 semi-tones)의 음역 감소가 발생할 수도 있다는 사실이다. 따라서 성악가 등 전문적으로 음성을 사용하는 직업을 갖고 있는 환자에게는 수술 전 이에 대해 세밀하게 설명하고 경고하는 것이 필요하고, 갑상선 절제술 후 미세한 음성변화는 최소 6개월 이상의 경과 관찰이 필요할 것으로 생각된다.^{18,19)} 또한 수술 시 불필요한 주변 구조의 조작을 최소화하는 것이 술 후 미세한 목소리 변화를 최소화 하는데 도움이 될 것으로 생각된다.

수술 후 음성변화를 호소한 환자 4명에게 시행한 설문지에서, 120점을 최대치로 하는 VHI-30에서는 2점에서 15점 사이의 점수 분포(2~15/120, 11.6~12.5%)를, VHI-10에서는 0점에서 6점 사이의 점수(0~15%)를 보인 반면

12점을 최대치로 하는 Singing-VHI 3개 문항에서는 1점에서 9점의 점수(8.3~75%)를 보여 노래와 관련된 Singing-VHI 3개 문항이 VHI-30이나 VHI-10 설문제에 비교하여 변별력이 높은 것으로 생각되었다. 따라서 갑상선 절제 수술 후 나타나는 미세한 목소리 변화를 효과적으로 반영할 새로운 질문지의 개발이 필요하다고 생각되며, 특히 고음제한이나 음역감소를 반영할 수 있는 설문 문항이 추가되거나 강조될 필요가 있다고 판단된다.

본 연구에서 분석된 음향학적 검사 중 jitter, shimmer, 신호대 잡음비, 기본 주파수 등은 환자의 증상 변화를 민감하게 반영하지 못하였다. 반면 술 후 음성변화를 호소하는 모든 환자에서 최고음의 저하와 고음 영역의 음역 감소를 확인할 수 있었다. 또한 환자의 주관적 판단으로는 음성이 정상으로 회복되었다고 느끼는 경우에도 수술 전에 비교하여 고음영역의 저하가 관찰되어, 고음영역의 음역 감소가 가장 민감하고 효과적인 검사법으로 생각되었다.

본 연구는 9명의 환자만을 대상으로 한 예비 연구에 해당하며, 따라서 본 연구를 통하여 얻어진 결과를 일반화하기에는 무리가 있을 것으로 판단한다. 다만, 향후 갑상선 수술 후 음성변화에 대한 연구를 계획하거나 준비할 때에 본 연구를 통하여 얻어진 결과들을 참고하여 기획한다면 좋은 성과를 이루는데 도움을 줄 수 있을 것으로 기대한다.

결 론

반회후두신경의 손상이 없고 상후두신경 외지의 증대한 손상이 없는 경우에도 갑상선 절제 수술 후 일시적인 음성 변화를 느끼는 경우가 적지 않음을 확인하였다. VHI-30이나 VHI-10 등 기존에 널리 사용되고 있는 주관적 설문 보다는 고음영역의 변화나 노래할 때의 어려움 등을 민감하게 반영할 수 있는 설문지의 개발이 필요할 것으로 판단되었으며, 일반적으로 시행되고 있는 음향학적 검사보다는 음역 검사, 특히 고음역 영역의 검사가 미세한 음성의 변화를 민감하게 반영할 수 있는 객관적 검사임을 확인할 수 있었다. 또한 갑상선 수술 후 음성변화와 관련된 연구를 기획함에 있어 최소한 6개월 이상의 관찰 기간이 필요할 것으로 생각된다.

중심 단어 : 갑상선절제술 · 상후두신경 · 음성 · 합병증.

REFERENCES

- 1) Hillel AD. *Voice changes after thyroidectomy without recurrent laryngeal nerve injury*. *J Am Coll Surg* 2005;200:813.
- 2) Sinagra DL, Montesinos MR, Tacchi VA, Moreno JC, Falco JE, Mezzadri NA, et al. *Voice changes after thyroidectomy without recurrent laryngeal nerve injury*. *J Am Coll Surg* 2004;199:556-60.
- 3) Thompson NW, Olsen WR, Hoffman GL. *The continuing development of the technique of thyroidectomy*. *Surgery* 1973;73:913-27.
- 4) Roy AD, Gardiner RH, Niblock WM. *Thyroidectomy and the recurrent laryngeal nerves*. *Lancet* 1956;270:988-90.
- 5) Akyildiz S, Ogut F, Akyildiz M, Engin EZ. *A multivariate analysis of objective voice changes after thyroidectomy without laryngeal nerve injury*. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2008;134:596-602.
- 6) Morton RP, Whitfield P, Al-Ali S. *Anatomical and surgical considerations of the external branch of the superior laryngeal nerve: a systematic review*. *Clin Otolaryngol* 2006;31:368-74.
- 7) Choksy SA, Nicholson ML. *Prevention of voice change in singers undergoing thyroidectomy by using a nerve stimulator to identify the external laryngeal nerve*. *Br J Surg* 1996;83:1131-2.
- 8) Furlan JC, Cordeiro AC, Brandao LG. *Study of some "intrinsic risk factors" that can enhance an iatrogenic injury of the external branch of the superior laryngeal nerve*. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2003;128:396-400.
- 9) Dursun G, Sataloff RT, Spiegel JR, Mandel S, Heuer RJ, Rosen DC. *Superior laryngeal nerve paresis and paralysis*. *J Voice* 1996;10:206-11.
- 10) Nasser SS, Maragos NE. *Combination thyroplasty and the "twisted larynx": combined type IV and type I thyroplasty for superior laryngeal nerve weakness*. *J Voice* 2000;14:104-11.
- 11) Jansson S, Tisell LE, Hagne I, Sanner E, Stenborg R, Svensson P. *Partial superior laryngeal nerve (SLN) lesions before and after thyroid surgery*. *World J Surg* 1988;12:522-7.
- 12) Ward PH, Berci G, Calcaterra TC. *Superior laryngeal nerve paralysis an often overlooked entity*. *Trans Sect Otolaryngol Am Acad Ophthalmol Otolaryngol* 1977;84:78-89.
- 13) Nunez-Batalla F, Corte-Santos P, Senaris-Gonzalez B, Llorente-Pendas JL, Gorriiz-Gil C, Suarez-Nieto C. *[Adaptation and validation to the Spanish of the Voice Handicap Index (VHI-30) and its shortened version (VHI-10)]*. *Acta Otorrinolaringol Esp* 2007;58:386-92.
- 14) Rosen CA, Lee AS, Osborne J, Zullo T, Murry T. *Development and validation of the voice handicap index-10*. *Laryngoscope* 2004;114:1549-56.
- 15) Loch-Wilkinson TJ, Stalberg PL, Sidhu SB, Sywak MS, Wilkinson JF, Delbridge LW. *Nerve stimulation in thyroid surgery: is it really useful?* *ANZ J Surg* 2007;77:377-80.
- 16) Yun YS. *Korean-Voice Handicap Index (K-VHI): validation of an original version and development of new version [Doctoral dissertation]*. Seoul: Yonsei Univ.;2007.
- 17) Hong KH, Kim YK. *Phonatory characteristics of patients undergoing thyroidectomy without laryngeal nerve injury*. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1997;117:399-404.
- 18) Aluffi P, Policarpo M, Cherovac C, Olina M, Dosdegani R, Pia F. *Post-thyroidectomy superior laryngeal nerve injury*. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2001;258:451-4.
- 19) Debruyne F, Ostyn F, Delaere P, Wellens W, Decoster W. *Temporary voice changes after uncomplicated thyroidectomy*. *Acta Otorhinolaryngol Belg* 1997;51:137-40.