



# 갑상선 수술 범위와 공기역학적 음성 지표 변화

양산부산대학교병원,<sup>1</sup> 동남권원자력의학원 연구센터,<sup>2</sup> 동남권원자력의학원 이비인후과<sup>3</sup>

정희석<sup>1</sup> · 김종선<sup>2</sup> · 이창윤<sup>3</sup> · 손희영<sup>3</sup>

= Abstract =

## Aerodynamic Evaluation of Voice Changes in Thyroid Surgery Extent

Hee Seok Jeong<sup>1</sup>, Joong Sun Kim<sup>2</sup>, Chang-Yoon Lee<sup>3</sup> and Hee Young Son<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Pusan National University Yangsan Hospital, Yangsan; and <sup>2</sup>Research Center; and <sup>3</sup>Department of Otorhinolaryngology, Dongnam Institute of Radiological & Medical Sciences, Busan, Korea

**Background and Objectives** : The purpose of this study was to evaluate the impact of surgical extent on voice using acoustic and aerodynamic measurements in a serially followed thyroidectomy patients. **Materials and Method** : From October 2015 to January 2017, 108 patients who had undergone thyroid surgery and voice test for preoperative, 2, 3, and 6 months postoperatively were classified into five operative types. The radiological stage preoperatively and histopathological stage postoperatively were classified according to the invasion of thyroid capsule and surrounding tissue. For each classification, the results of the voice analysis according to the period were compared and analyzed. **Results** : The difference of voice according to surgical extent, radiological stage, and histopathologic stage showed significant difference only with Maximal phonation time (MPT) over time. However, in the analysis of interaction between each classification and period, Phonation threshold pressure (PTP) only showed significant results. **Conclusion** : Differences in imaging and histopathologic stages have no significant effect on recovery of voice symptoms after thyroid surgery. As the extent of operation increases, the pressure to start vocalization is relatively higher, which also varies with time after surgery.

**KEY WORDS** : Thyroidectomy · Phonation · Voice quality.

## 서 론

갑상선 수술 후 발생할 수 있는 다양한 증상 중 목소리 변화는 연구에 따라 40~80%까지 나타나는 것으로 알려져 있다. 그러나 갑상선 수술 시 특징적인 구조물인 반회후두신경이나 상후두 신경에 대한 관심이 높아지면서, 수술 후 성대마비는 1% 정도로 미미하며, 고음 장애로 인한 불편함을 줄이기 위한 노력도 많이 시행되고 있다. 그러나 목소리를 크게 내거나 오래 이야기하기 힘들면서 쉽게 목이 무겁고 피곤해지는 등 기능적인 발성 장애는 수술 후 약 30%에서 발생하는 것으로 알려져 있으며 현재까지 그 기전과 해결에 대한 다

양한 연구들이 시행되고 있다.<sup>1,2)</sup> 갑상선 수술 후 신경 손상 없는 발성 장애의 원인으로는 운상갑상근(cricothyroid muscle)의 손상, 피대근(strap muscle)을 비롯한 후두주변조직의 손상과 유착, 후두의 혈액순환장애, 기관 삼관 시 외상 및 수술에 의한 심리적 변화 등의 가설이 있다.<sup>3,4)</sup>

음성 검사 중 공기 역학적 검사는 그 동안 다양한 음성 질환 환자에서 음성의 질에 대한 정확한 평가와 비교에 탁월한 것으로 알려져 있다.<sup>5)</sup> 후두는 공기역학적 에너지를 음성 에너지로 변환해주는 에너지 변환기로서 특히 후두 조절능력(laryngeal valving)을 직접 측정하는 공기 역학적 검사가 수술 후 다양한 신체 변화가 일어나는 환자의 음성 변화 측정에 예민한 지표로 평가되고 있다.<sup>6-9)</sup>

갑상선 수술 환자 중 발성의 시작과 유지가 어려운 환자들을 대상으로 시행한 연구에서 Son 등<sup>3)</sup>은 수술 후 3달까지 시행한 검사상 최대 발성 지속시간(Maximum phonation time, MPT)의 감소와 발성역치압력(Phonation threshold pressure, PTP)의 증가를 확인한 반면, Hong 등<sup>4)</sup>은 수술 후 지속 모음 유지에는 변화가 없는 것으로 발표하였다.

논문투고일 : 2017년 11월 6일  
논문심사일 : 2017년 11월 12일  
게재확정일 : 2017년 11월 23일  
책임저자 : 손희영, 46033 부산광역시 기장군 장안읍 좌동길 40  
동남권원자력의학원 이비인후과  
전화 : (051) 720-5222 · 전송 : (051) 720-5914  
E-mail : hyson79@gmail.com

갑상선 절제 범위는 갑상선의 한 쪽을 제거하는 엽절제술과, 갑상선의 거의 대부분을 제거하는 아전절제술 또는 근전절제술, 갑상선 양쪽을 전부 절제하는 전절제술이 흔히 사용되고 나누어 지며, 환자의 병기와 여러 가지 상황을 고려하여 적절하게 시행되고 있다. 그리고 임파선 전이 여부와 정도에 따라 경부 임파선 청소술이 추가되기도 한다. 수술 범위는 수술 후 갑상선을 둘러싸고 있던 구조물의 변화와 회복에 차이를 보일 것으로 생각되며 이와 관련한 연구도 다수 시행되었지만 대부분 고음 장애나 연하 증상에 관한 것이 많았다.<sup>10,11)</sup> 수술에 의한 경부 근육의 손상이나 수술 후 유착이나 섬유화는 후두의 정상적인 상하운동이나 조음 작용에 장애를 줄 것으로 생각되며, 특히 갑상선 피막 침범 후 피대근이나 주위 조직으로 침범 유무는 더욱 영향을 미칠 것으로 생각된다.

따라서 본 연구에서는 갑상선 수술 후 성대 마비가 없는 환자에서 수술 범위와 수술 전 영상 검사 혹은 수술 후 병리 검사상 갑상선 피막 침범 여부에 따른 공기역학적 인자의 변화와 임상적 의미를 알아보고자 한다.

## 대상 및 방법

### 1. 대 상

본원에서 2015년 10월부터 2017년 1월까지 내원하여 갑상선 질환으로 갑상선 절제술을 받은 환자 108명의 환자를 대상으로 임상윤리센터에서 허가를 받은 후(D-1801-003-002) 후향적 의무 기록을 분석하였고 남자가 16명, 여자가 92명으로 평균연령은 47세였다(Table 1). 수술 이전과 술 후에 성대 마비, 후두 및 폐 질환이 있는 환자는 연구 대상에서 제외하였다. 환자들은 수술 전 후 내원 기간에 준하여 수술 전, 수술 후 2주, 3개월, 6개월에 각 회기별로 음성 검사를 하였다. 수술 전 초음파 혹은 컴퓨터단층촬영을 시행하였고 갑상선 피막 침범 여부를 확인하였고, 수술은 숙련도가 비슷한 2명의 이비인후과 전문의에 의해 시행되었다. 환자의 수술 범위는 갑상선 협부 절제술이 6명, 일엽 절제술이 48명, 전절제술이 32명, 전절제술과 일측 경부 임파선 청소술이 18명 그리고 전절제술과 양측 경부 임파선 절제술이 4명이었다. 모든 경우에서 환측에 중심 임파선 절제술을 시행하였다. 환자의 수술 후 병리 소견은 유두상암 98명, 여포성암 6명, 여포성 종양 2명 그리고 결절성 갑상선종(Nodular goiter) 2명이었다.

환자의 수술 전 초음파나 컴퓨터단층촬영(CT)에서 갑상선 피막과 주위 조직으로의 침범 여부에 따라 T stage를 침범이 없는 경우를 T1, 침범이 의심되는 경우를 T3으로 분류하였다. 수술 후 조직 병리 검사상 갑상선 피막과 주위 조직으로

Table 1. Characteristics of the subjects

Patients, n	108
Sex, n	
Females	92
Males	16
Age, years	47 (total)
21-30	5
31-40	20
41-50	44
51-60	22
61-70	13
71-80	4
Medical indication, n	
Papillary carcinoma	98
Follicular neoplasm	2
Follicular carcinoma	6
Nodular goiter	2
Operation type, n	
Isthmectomy c CND	4
Lobectomy c CND	48
Total thyroidectomy c CND	32
with unilateral LND	18
with bilateral LND	4
Pathologic stage, n	
T <sub>1</sub>	52
T <sub>3</sub>	56
Radiological stage, n	
T <sub>1</sub>	81
T <sub>3</sub>	27

CND : Central neck dissection, LND : Lateral neck dissection

의 침범 유무에 따라 T stage를 T<sub>1</sub>, T<sub>3</sub>으로 분류하였고 각 검사 시기별로 음성 검사 수치를 비교하였다.

### 2. 음성 검사

#### 1) 음향학적 검사

음향학적 분석은 Computerized Speech Lab(CSL 4150B ; KayPENTAX, Lincoln Park, NJ) 중 MDVP(multi-dimensional voice program)를 이용하였다. 피검자들은 편안한 높이와 크기의 목소리로 모음 /아/를 연장 발성하도록 하여 기본 주파수(Fundamental frequency), 주파수변동율(Jitter), 진폭 변동율(shimmer), 신호대 잡음비(Noise-to-harmonic) 등을 측정하였다.

#### 2) 공기역학적 검사

공기역학적 분석을 위해 Phonatory Aerodynamic System (PAS Model 6600 ; Lincoln Park, NJ)을 이용하여 평균호기류율(Mean airflow rate, MFR), 최대연장발성시간(Maximum

phonation time, MPT), 발성역치압력(Phonation threshold pressure, PTP) 등을 측정하였다. 특히 환자가 호소하는 특징적인 음성증상을 평가하기 위해 공기역학적 변인 중 최대 연장발성시간(MPT)과 발성역치압력(PTP)을 평가하였다. 최대발성지속시간(MPT)과 평균호기류율(MFR)은 음향학적 검사에서 측정된 기본주파수와 발화기본주파수를 고려하여 환자의 가장 대표적인 음도와 강도 수준을 결정 후 모음 ‘아’를 최대한 길게 발성하도록 하였으며, 연구자는 검사 시행 시 환자에게 모니터 화면을 통해 시각적 자극을 주었다. 총 3회 실시하여 가장 긴 시간을 선택하였다. 발성역치압력(PTP)은 발성을 시작하기 위한 최소한의 압력이므로, 환자에게 검사를 하기 전에 가능한 속삭이는 것보다는 큰 수준에서 음절을 부드럽고, 동일하게 음절 ‘파’를 총 7회 반복하여 발성하도록 설명하였다. 검사자는 검사 중 환자가 검사 기준을 일정하게 유지하고 있는지를 확인하기 위해 검사 화면을 관찰하고 청지각적 방법을 통해 감시하였다. 검사자는 환자가 속삭이지는 않은 채로 조용히 발성하였는지를 확인하기 위해 검사가 끝난 후 환자에게 질문하였다. 발성역치압력은 근접한 압력을 평균내어 값을 구하기 때문에 앞과 뒤 각 2회를 제외한 3회를 선택하여 측정하였다.

### 3) 전기성문파형검사

전극을 피험자의 갑상연골 양측에 붙이고 소리를 내보게 하여 파형을 확인한 뒤 실험을 실시하였다. 음도는 미리 측정 한 각 대상자의 가장 편안한 음도로 ‘아’를 발성하도록 하였

고, 마이크와의 거리는 10 cm를 유지하며, 소리 강도는 보통 말소리 강도를 유지하게 하였다. 각 검사 시기별로 측정 한 음성 검사 수치는 다음과 같이 표기하였다(Table 2).

### 3. 통계 분석

각 회기 별 검사결과를 비교하기 위해 SPSS version 22.0 software(SPSS Inc. Chicago, USA)를 이용하여 Repeated measure ANOVA로 각 변수에 따른 검사 시기 간의 차이를 분석하였다. 구형성 검정에 따라 Greenhouse-Geisser 검정 혹은 다변량 검정 및 개체 내 효과 검정을 시행하였다. 그리고 각 수술 범위와 검사 시기별로 나누어 시행한 비교 연구는 T-test를 사용하여 확인하였다. 통계학적 유의성은 p-value 값이 0.05 이하인 경우로 판단하였다.

## 결 과

수술 범위에 따른 음성의 검사 시기별 변화를 모든 시기와 음성 검사 수치를 함께 비교하였고 다음과 같은 양상을 보였다(Table 3). 각 수술 범위 집단의 수술 전후 반복 측정된 검사에서 음향학적 검사 영역은 모두 검사 시기 및 수술 범위에 따른 유의한 차이를 보이지 않았으며 수술 범위와 시기 간의 교호작용(interaction)도 없었다. 공기역학적 검사 영역에서는 수술 후 시간의 흐름에 따라 MPT가 의미있게 변하는 것을 확인하였고, 수술 범위와 검사 시기를 함께 고려할 경우, PTP가 유의하게 변하는 것을 확인할 수 있었다.

**Table 2.** Changes in voice analysis at each session-M (SD)

	Pre OP	Post OP 2 weeks	Post OP 3 months	Post OP 6 months
F <sub>0</sub> (Hz)	184.98 (35.9)	183.64 (38.7)	183.94 (38.0)	183.32 (36.5)
Female	196.64 (22.4)	185.78 (38.5)	185.68 (38.8)	184.14 (36.9)
Male	117.75 (22.1)	171.31 (38.5)	173.93 (32.5)	178.62 (34.9)
Jitter	1.20 (0.9)	1.24 (0.8)	1.30 (0.9)	1.07 (0.8)
Shimmer	4.44 (2.1)	4.35 (1.6)	4.60 (2.0)	4.33 (4.0)
NHR	0.13 (0.03)	0.13 (0.01)	0.13 (0.03)	0.13 (0.02)
EGG_CQ	45.7 (4.7)	44.9 (5.4)	44.5 (4.5)	45.4 (5.2)
PTP	6.42 (2.4)	6.13 (2.3)	6.47 (2.6)	6.07 (2.3)
MFR	92.31 (69.0)	97.78 (83.9)	92.5 (79.4)	83.8 (64.7)
MPT	17.23 (6.3)	14.28 (5.9)	15.11 (6.5)	15.57 (6.3)

M : Mean, SD : Standard Deviation, OP : Operation

**Table 3.** Inferential statistical results within each operation type at each session (RM-ANOVA)

	F <sub>0</sub>		Jitter		Shimmer		NHR		EGG_CQ		PTP		MFR		MPT	
	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P
Period	1.02	0.38	2.25	0.08	0.50	0.63	0.59	0.62	1.10	0.34	1.94	0.12	0.85	0.46	2.66	0.05*
Period* OP extent	1.09	0.36	1.25	0.24	1.10	0.35	0.94	0.50	0.71	0.73	1.84	0.04*	0.61	0.82	1.19	0.28

\* : p < 0.05. RM-ANOVA : Repeated-measures analysis of variance, F : F-test statistic, P : p value (significance probability)

이러한 결과를 같은 검사 시점에서 수술 범위의 차이에 따른 음성 검사 수치들의 변화를 각 시기별로 분리해서 비교해 보면, 수술 후 3개월과 6개월 째 갑상선 협부 절제술과 전절제술을 받은 환자군의 비교에서 MPT의 유의한 차이를 보였다(Fig. 1). 그리고 일엽 절제술과 전절제술을 받은 환자군의 비교에서는 수술 후 6개월에서만 MPT의 유의한 차이를 보였다( $p < 0.05$ ). 그리고 수술 3개월 째 갑상선 전절제술 환자군과 전절제술과 일측 경부 임파선 청소술을 받은 환자군에서 CQ의 유의미한 차이를 보였다( $p < 0.05$ ). 같은 수술 범위 내에서 수술 후 검사 시기의 차이에 따른 변화를 보면, 갑상선 일엽 절제술과 전절제술에서 수술 직후 2주째 측정된 MPT에서 유의한 감소를 보였다( $p < 0.05$ ).

수술 후 조직 병리 검사에서 갑상선 피막 및 주위 조직으로의 침범 유무에 따른 음성 변화에서도 시간 경과에 따라 MPT만 유의한 변화가 있고, 병리 결과와 수술 후 기간에 따른 차이는 없었다(Table 4). 수술 전 영상 검사에서 갑상선

피막 및 주위 조직으로의 침범 의심 여부에 따른 음성 변화를 보았다(Table 5). 수술 이후 시간 경과에 따라 Jitter, MPT의 변화가 있었지만, 영상 소견과의 교호 작용은 음향학적, 공기 역학적 검사 전반에서 의미있는 결과가 나타나지 않았다.

## 고 찰

갑상선 수술 후 발생하는 목소리 변화를 정확하게 측정하고 평가하기 위해서는 발생과 관련된 구조에 대한 이해와 적극적인 검사가 도움이 된다. 공기역학적 검사는 폐로 흡인된 공기가 숨을 내뿜는 동안 좁혀진 성대 사이를 통과하면서 진동을 일으켜 발성이 이뤄지는 과정을 객관적으로 측정할 수 있는데 피검자 간에 차이 및 변동이 심하므로 정상치와의 비교하는 것 보다 같은 환자에서 치료 경과를 비교 평가하는 것에 활용도가 높다.<sup>12)</sup> 따라서, 갑상선 수술 후 여러 가지 원인으로 다양하게 나타나는 목소리 변화를 측정하는 도구로 유

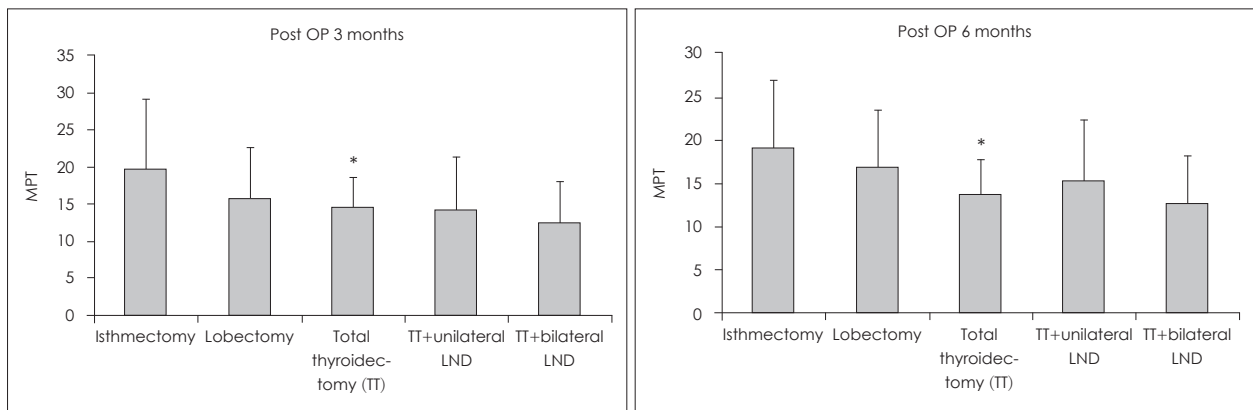


Fig. 1. MPT within each operation type at postoperative 3M, 6M (T-test with  $*p < 0.05$ ). OP : Operation, TT : Total thyroidectomy, LND : Lateral neck dissection.

Table 4. Inferential statistical results within each pathologic stage at each session (RM-ANOVA)

	F <sub>0</sub>		Jitter		Shimmer		NHR		EGG_CQ		PTP		MFR		MPT	
	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P
Period	0.19	0.89	2.06	0.11	0.96	0.41	0.48	0.69	1.61	0.18	1.75	0.16	2.41	0.24	9.63	0.00*
Period* pathologic stage	2.05	0.10	1.48	0.22	0.36	0.78	0.56	0.63	0.56	0.63	1.74	0.16	0.61	0.60	0.18	0.90

\* :  $p < 0.05$ . RM-ANOVA : Repeated-measures analysis of variance, F : F-test statisticw, P : p value (significance probability)

Table 5. Inferential statistical results within each radiological stage at each session (RM-ANOVA)

	F <sub>0</sub>		Jitter		Shimmer		NHR		EGG_CQ		PTP		MFR		MPT	
	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P
Period	0.53	0.66	2.86	0.04*	1.15	0.32	0.44	0.72	2.11	0.09	0.87	0.45	0.45	0.71	7.72	0.00*
Period* image stage	0.93	0.42	1.00	0.39	0.63	0.56	0.29	0.82	0.90	0.44	0.76	0.53	0.72	0.54	0.25	0.86

\* :  $p < 0.05$ . RM-ANOVA : Repeated-measures analysis of variance, F : F-test statisticw, P : p value (significance probability)

용하다고 생각된다. 발성 기전을 구체적으로 살펴보면, 음성 음을 기준으로 우선 양측 성대가 내전하면서 성대가 닫히면, 동시에 성대의 하부에서 내쉬는 공기가 올라오면서 압력이 발생하여 성대가 수동적으로 개폐를 반복하면서 진동을 하게 된다. 이러한 과정은 성대 자체의 탄력성과 베르누이 효과 그리고 적당한 성문 하압(subglottic pressure)이 적절하게 작용되어야 정상적인 발성이 가능하다.<sup>12,13)</sup>

갑상선 수술 후 반회 후두신경 손상이 없고 내시경 상 정상 소견인 환자에서 말을 조금만 오래해도 금방 목이 무겁고 피곤해지며 약해지는 듯한 증상을 호소하는 사람들은 연구에 따라 28~45% 정도로 나타나고 있는데,<sup>5)</sup> 기관 삼관으로 인한 성대 부종이나 점막 손상, 혈액 및 림프 순환 장애 이외에도 상후두신경의 지배를 받는 윤상갑상근의 손상 또는 피대근이나 주변 근육의 손상 이후 회복 과정에서 섬유화 등으로 인한 기능 저하도 원인으로 생각되고 있다. 성대 진동의 기본 요소인 성대의 탄력성은 윤상갑상근과 후두외근에 의해 좌우되며 기관 삼관으로도 영향을 받을 수 있다.<sup>4,5,9)</sup> 후두 외근은 후두 기능에 영향을 주는 근육을 통칭하는 것으로 피대근 이외에도 윤상인두근(cricopharyngeous muscle), 외설골근(extrinsic tongue muscle) 및 설골상부근(suprahoid muscle) 등도 포함된다. 설골상부근과 설근에 의한 후두의 상승과 피대근의 상호 작용등으로 후두 구조의 적절한 상하 운동은 성대 진동과 음도에 상당한 영향을 준다. 적절한 성문 하압도 중요한 성대 진동 요소로, 발성은 성문 하압이 발성역치압력과 같거나 클 때 시작된다. 따라서 성대 진동과 관련된 음성의 공기역학적 검사 수치의 변화는 갑상선 수술 후 발생하는 기능적 발성 장애 환자의 평가와 치료 방향 결정에 도움이 될 것으로 생각된다.<sup>3,4,5,11,13)</sup>

갑상선 수술 후 수술 범위와 음성에 관한 기존의 연구들은 주로 음향학적 지표와 관련된 것이 대다수로, Maeda,<sup>15)</sup> Ryu<sup>10)</sup>의 연구에서 일엽 절제술과 전절제술에 유의하게 큰 차이는 없다고 보고하였다. Hong 등<sup>11)</sup>은 갑상선 전절제술 후 발화기저주파수(Speaking fundamental frequency, sF<sub>0</sub>)가 감소한다고 발표하였다. Vincent 등<sup>16)</sup>도 갑상선 수술 범위가 수술 후 초기 목소리 변화에 영향을 준다고 보고하였다. 그러나 본 연구에서는 갑상선의 병변의 위치와 크기에 따라 5 단계의 수술 범위로 나누어 수술 전과 수술 후 3차례의 음성을 비교하면서 공기역학적 지표의 변화를 보았으며 수술 범위가 확장될수록 수술 후 시기에 따라 발성역치압력(PTP)의 증가가 수술 전에 비해 유의하게 차이를 보여 수술 범위와 수술 후 시기가 음성 변화에 관련된 상호관계가 있음을 확인할 수 있었다. 상대적으로 음향학적 검사 수치(acoustic parameter) 등은 수술 범위에 따른 차이가 없었다. 기저주파수(F<sub>0</sub>)에서

수술 후 남자에서 상승하는 양상을 보이는데, 이것은 통계학적으로 유의한 결과는 아닌 것으로 소수에서 검사 수치의 급격한 차이로 인한 것으로 생각된다. 수술 범위와 목소리 변화의 연관성의 강도는 수술 후 초기에는 유의한 차이가 없었고 수술 6개월 경과 후 MPT의 증가를 보였다. 경부 임파선 청소술 여부와 목소리 변화를 보면 Meada<sup>15)</sup>의 선행 연구에서는 MPT가 전절제술만 시행한 환자보다 감소함을 보인 것처럼 본 연구에서는 임파선 절제술을 일측 혹은 양측에 시행한 경우, 갑상선 절제술만 시행한 환자에 비해 PTP의 증가를 보였다.

최대발성지속시간(MPT)은 가장 편안한 음의 높이와 세기로 길게 소리 내어 소리가 안 나올 때까지 지속하는 시간을 측정하는 것으로 음성의 높이나 강도에 영향을 최소화하면서 호흡 및 후두의 조절 능력을 복합적으로 판단할 수 있는 지표이다.<sup>12)</sup> Meada<sup>15)</sup>는 윤상갑상근의 근전도 검사를 모든 경우에 시행할 수 없지만 일반적인 수술 술기를 고려할 때 상후두 신경 손상보다는 경미하면서도 일시적인 신경 전도 저하로 성문 접촉 효율이 저하되어 MPT가 감소하는 것으로 기술하였다. 발성역치압력(PTP)은 발화 기능의 수치로, 낮은 PTP는 작은 노력으로 쉽게 발성이 가능하다는 것을 나타낸다. 갑상선 수술 후 성대의 정적, 진동 요소 변화 뿐 아니라 술 후 연하 작용 이상 유무에 따라 성대의 점성 변화도 유발되므로 PTP의 수치 변화는 수술 후 후두 전반의 회복 정도를 나타내는 임상적인 의미가 있다고 생각된다.

본 연구에서는 유의한 결과를 보이지 못했지만 앞에서 언급한 수술 후 변화로 인해 양측 진성대의 접촉 정도를 평가하여 발성 패턴에 따른 성대 내전 정도를 알아볼 수 있는 전기성문파형(Electroglottography, EGG)도 수술 범위나 시기에 따라 차이가 있을 것으로 생각해 볼 수 있으며 추후 연구가 필요하겠다.

갑상선 수술 범위와 목소리 변화에 대한 기존의 연구들은 대부분 음향학적 검사나 설문지를 이용한 주관적 증상을 알아본 것이 대부분으로 연구에 따라 초기 혹은 6개월째에 주파수의 감소, 환자의 주관적인 음역 감소 증상들을 보였다.<sup>10,11,15,16)</sup> 그러나 본 연구에서는 특징적으로 수술 범위와 관련해서 수술 후 초기에 발생 가능한 수술 과정 중 피판(flag)이나 직접적인 근육 손상 후 연부 조직 부종, 후두주위 조직 부종이나 혈액 및 림프 순환 감소, 기관 삼관과 관련된 손상이 수술 범위에 따라 현저한 차이는 없었고 이러한 요인들이 다소 호전되고 오히려 주위 조직이나 근육들이 회복되면서 발생하는 유착이나 섬유화, 환자의 잘못된 적응(maladaptation)으로 인한 영향이 더욱 반영된 것으로 생각된다.<sup>3,4,11)</sup> 피대근을 포함한 후두 외근으로 인한 후두의 상하 운동은 성도(vocal

tract)의 길이 변화 및 성대의 긴장도에 변화를 일으킨다. 따라서 수술 범위가 증가할수록, 경부 임파선 절제술을 할수록 후두 외근의 혈액 및 림프 순환 저하로 후두 자체의 부종을 더 유발하며 이로 인해 일시적인 잠재성(subclinical) 반회후두신경의 전도 저하가 일어나는 것으로 분석한 선행 연구도 있다. 경부 임파선 절제술 환자군에서 갑상선 전절제술만 받은 환자군보다 성대 부종의 증가와 음역 감소가 현저함을 확인한 보고도 있었다.<sup>14,17)</sup>

수술 범위가 확장될수록 기관 삽관 시간이 증가하는데, 목 이외의 질환에서 기관 삽관 후 목소리 변화와 관련된 연구에서는 6~60%까지 다양한 발생률을 보였으며 기관 삽관 시간과 비례하였다. 일반적으로 전신 마취하에 기관 삽관 후 성대의 직접적 손상과 간접적 손상이 일어날 수 있으며 삽관으로 인한 성대 마비는 0.05% 정도로 드물지만 신경의 긴장 부상(stretch injury), 성대 점막 부종이나 출혈, 성대 반흔은 증상의 차이가 있지만 흔한 합병증으로 알려져 있다.<sup>17-19)</sup> 전신 마취하에 수술 후 염증이거나 부종으로 인해 발생하는 성대의 경화(stiffness)는 수술 범위가 늘어날수록 정맥 환류(venous return)나 림프 순환 저하가 더 늘어나게 되고 뻣뻣해진 성대는 성문 접촉 시간을 줄이고 발성 중간에 불필요한 기류를 내보내면서 부정확한 주파수나 진폭의 음성이 나타난다.<sup>15)</sup> 갑상선 수술 자체가 성대 점막의 경화도를 증가시킨다는 선행 연구도 있으며 일엽 절제술보다 전절제술 환자의 목소리 변화가 더 많이 발생하는 원인으로 보고하였다.<sup>15,17)</sup>

수술 범위와 다른 요인으로 수술 전 영상 검사와 조직 병리 검사에서 갑상선의 피막 침범 및 주위 근육으로 침범 여부로 나누어 비교한 결과 침범 여부와 수술 후 시기에 따라 MPT가 의미있게 변하는 것을 확인하였지만 수술 범위와 침범 여부를 함께 고려할 경우 수술 후 음성 변화의 유의한 차이가 없어 갑상선 주위 침범과 수술 범위 그리고 음성 변화에 상호작용은 알아볼 수 없었다.

본 연구는 수술 범위의 증가에 따라 수술 후 시기에 따른 음성 검사 수치의 변화와 회복에 차이를 보기 위해 시행하였으나, 수술 범위에 따른 환자군의 수가 차이가 커서 통계학적으로 유의한 결과를 보기에 한계가 있다.

## 결 론

수술 범위가 확장될수록 음성의 음향학적 검사 수치보다는 공기역학적 검사 수치, 특히 MPT와 PTP의 변화는 의미있게 감소와 증가를 보이며, 환자의 수술 후 음성 상태를 파악하는데 좋은 지표가 될 수 있을 것으로 생각된다.

**중심 단어 :** 갑상선 절제술 · 음성 · 음질.

## REFERENCES

- 1) Choi JS, Jeong JI, Jang MS, Son YI. *Voice changes after thyroidectomy without recurrent laryngeal nerve injury. J Korean Logo Phon* 2010;21(1):37-41.
- 2) Lombardi CP, Raffaelli M, Carmela DC, D'alatri L, Maccora D, Marchese MR, et al. *Long-term outcome of functional post-thyroidectomy voice and s-wallowing symptoms. J Surg* 2009;9(10):1174-81.
- 3) Lee CY, An SY, Chang H, Jeong HS, Son HY. *Aerodynamic Features and Voice Therapy Interventions of Functional Voice Disorder after Thyroidectomy. J Korean Logo Phon* 2015;26(1):25-31.
- 4) Hong KH. *Post-Thyroidectomy Syndrome. Korean J Otorhinolaryngol-Head and Neck Surg* 2014;57(5):297-303.
- 5) Stojadinovic A, Shaha AR, Orlikoff RF, Nissan A, Kornak MF, Singh B, et al. *Prospective functional voice assessment in patients undergoing thyroid surgery. Ann Surg* 2002;236:823-32.
- 6) Solomon NP, Helou LB, Makashay MJ, Stojadinovic A. *Aerodynamic evaluation of the post-thyroidectomy voice. J Voice* 2011;26(4):454-61.
- 7) Solomon NP, DiMattia MS. *Effects of a vocally fatiguing task and systemic hydration on phonation threshold pressure. J Voice* 2000;14(3):341-62.
- 8) Jiang JJ, Maytag AL. *Aerodynamic measures of glottal function: what extra can they tell us and how do they guide management? Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg* 2014;22(6):450-4.
- 9) Shin YJ, Hong KH, Hong YT, Oh JS, Yoon YS, Lee HD. *Aerodynamic Analysis of Voice in Patients with Thyroidectomy. J Korean Thyroid Assoc* 2014;7(1):77-82.
- 10) Ryu J, Ryu YM, Jung YS, Kim SJ, Lee YJ, Lee EK, et al. *Extent of thyroidectomy affects vocal and throat functions: a prospective observational study of lobectomy versus total thyroidectomy. Surgery* 2013;154(3):611-20.
- 11) Hong KH, Yang YS, Lee HD, Yoon YS, Hong YT. *The effect of total thyroidectomy on the speech production. Clin Exp Otorhinolaryngol* 2015;8(2):155-60.
- 12) The Korean Society of Laryngology, Phoniatrics and Logopedics. *1st ed. ILCHOKAK;2012. p.366-9.*
- 13) Solomon NP, Glaze LE, Arnold RR, van Mersbergen M. *Effects of a vocally fatiguing task and systemic hydration on men's voices. J Voice* 2003;17(1):31-46.
- 14) Nam IC, Bae JS, Lee SH, Park JO, Kim SY, Joo YH, et al. *Lateral neck dissection affects the voice in thyroid cancer patients. J Laryngol Otol* 2017;131(10):853-9.
- 15) Maeda T, Saito M, Otsuki N, Morimoto K, Takahashi M, Iwaki S, et al. *Voice quality after surgical treatment for thyroid cancer. Thyroid* 2013;23(7):847-53.
- 16) Van Lierde K, D'Haeseleer E, Wuyts FL, Baudonck N, Bernaert L, Vermeersch H. *Impact of thyroidectomy without laryngeal nerve injury on vocal quality characteristics: an objective multi-parameter approach. Laryngoscope* 2010;120(2):338-45.
- 17) Vicente DA, Solomon NP, Avital I, Henry LR, Howard RS, Helou LB, et al. *Voice outcomes after total thyroidectomy, partial thyroidectomy, or non-neck surgery using a prospective multifactorial assessment. J Am Coll Surg* 2014;219(1):152-63.
- 18) Storper IS, Calcaterra TC. *Laryngeal edema induced by neck dissection and catheter thrombosis. Am J Otolaryngol* 1992;13(2):101-4.
- 19) Sariago J. *Vocal fold hypomobility secondary to elective endotracheal intubation: a general surgeon's perspective. J Voice* 2010;24(1):110-2.