

갑상선 절제술 후 발성 장애의 병인

조선대학교 의과대학 이비인후과학교실

박 준 희 · 도 남 용

= Abstract =

Pathogenesis of the Post-Thyroidectomy Dysphonia

Jun Hee Park, MD, PhD and Nam Yong Do, MD, PhD

Department of Otolaryngology-Head and Neck Surgery, Chosun University College of Medicine, Gwangju, Korea

Post-thyroidectomy dysphonia occurs very frequently. Causes of dysphonia include recurrent laryngeal nerve (RLN) or external branch of superior laryngeal nerve (EBSL) injury, intubation, laryngotracheal fixation and other causes. Patients commonly characterized hoarseness or their voice impairment inability to short or sing and loss of loudness. Although complete recovery can be expected mostly in 3 months without obvious nerve injury, dysphonia lowers patients quality of life. The present review discuss the very kinds of causes of post-thyroidectomy dysphonia.

KEY WORDS : Dysphonia · Thyroidectomy · Recurrent laryngeal nerve.

서 론

갑상선 수술은 매년 지속적으로 증가 되고 있지만 정밀한 수술 기법이 발전함에 따라 과거에 비해 생명을 위협하는 혈종이나 양측 성대마비와 같은 중대한 합병증의 발생은 현저히 낮아졌다. 하지만 갑상선 수술후 일부 환자들은 음성이나 연하장애를 포함한 다양한 증상을 호소한다. 특히 후두 신경 손상은 없으면서 말을 할 때의 피로감, 높은 음및 노래음의 장애를 호소하거나 경우에 따라서는 감각이상 paraesthesia, 모호한 음성 변화 vague voice changes, 연하시 어려움 swallowing difficulties, 질식의 느낌 feeling of choking 등을 표현하기도 하는 경우를 갑상선 수술후 증후군 post-thyroidectomy syndrome(PTS)이라고 칭한다.¹⁻³⁾

갑상선 수술후 음성 변화의 원인을 반회후두 신경 recurrent laryngeal nerve의 손상으로 설명하기에는 다소 부족한 감이 있다. Meek 등은 영구적인 반회후두 신경 손상을 지닌 일부 환자에서 주관적인 음성 장애가 관찰되지 않았다고 보고하였다.⁴⁾ 50명의 갑상선 수술 환자를 대상으로 음성 변화를 연

구한 결과에서도 수술중 반회후두 신경을 확인하고 이를 보존하였다 하더라도 30%인 15명의 환자가 수술 후 1주일에 음성 변화를 호소하였고, 14%인 7명은 수술후 3개월까지 그 증상이 지속되었다고 한다.¹⁾ 4,426명의(ThyCa)멤버를 대상으로 시행한 웹 기반 조사 Web-based survey에서도 51.1%인 1,693명에서 다양한 주관적인 음성 문제를 호소하였다.⁵⁾

따라서 갑상선 수술후 음성 변화에는 반회후두신경 손상을 포함하여 더욱더 다양한 원인을 생각해 볼 필요가 있다. 진단과 수술에 따른 환자의 심리적인 발생장애 psychogenic dysphonia부터 수술시 상후두 신경 외분지 external branch of superior laryngeal nerve(EBSL)의 마비, 기관 삽관 intubation에 따른 손상, 후두로의 혈액 순환 장애, 피대근 strap muscle의 손상, 후두기관 고정 laryngotracheal fixation에 의한 상하 운동장애, 그리고 수술후 호르몬 투여에 따른 갑상선 기능저하증 hypothyroidism 등 다양한 원인이 현재까지 갑상선 수술후 음성 변화의 원인으로 거론되고 있다.^{3,6)} 일반적으로 갑상선 절제술을 받은 환자들은 음역감소 lowed pitch와 성대 피로, 발화기본 주파수speaking fundamental frequency의 감소, 쉼 목소리, 강도 감소 등을 나타낸다.⁷⁾

갑상선 수술후의 음성 장애 빈도는 경추수술이나, 종격동 또는 식도 수술후의 음성장애 빈도에 비하면 현저히 낮다.¹⁾ 하지만 보고자마다 다소 차이가 있어 많게는 수술후 87%가 발생 장애를 호소한다고도 하며 10명 중 한명은 수술후 일시

책임저자: 박준희, 501-717 광주광역시 동구 필문대로 365
조선대학교 의과대학 이비인후과학교실
전화: (062) 220-3200 · 전송: (062) 225-2702
E-mail: entjh28@chosun.ac.kr

적인 신경 손상을 경험하게되고 이로 인해 25명 중 1명은 지속적인 음성 문제를 호소 한다고 한다.⁸⁾

본 보고에서는 갑상선 수술 후 음성장애에 대한 대표적인 원인에 대해 고찰 하고자 한다.

본 론

1. 수술전 후두 검사 Pre-operative laryngeal examination

갑상선 수술을 시행하는 이비인후-두경부 외과 의사의 경우 술전에 음성 설문조사 voice questionnaires, 청각인지 평가 GRBAS, 음향분석 acoustic analysis, VHI(voice handicap index), CAPE-V(consensus auditory-perceptual evaluation of voice), 공기역학 분석 aerodynamic analysis, 음성 영역 프로파일 voice range profile 등의 주관적 및 객관적 음성평가를 실시할 수 있다. 하지만 이런 음성 평가가 현실적으로는 갑상선 수술을 시행하는 모든 의사가 시행하지 못 할 수도 있고 모든 환자에게 적용하는 것이 다소 무리라하더라도 수술전 후두경 또는 후두스트로보스코피등을 이용하여 성대의 운동성을 수술전에 평가해 놓는 것은 필수적이다. 761명의 갑상선 수술환자를 대상으로 수술전에 시행한 후두스트로보스코피 검사에서 18%인 137명의 환자가 이미 성대에 변화 소견을 보이며, 1.8%인 14명의 환자는 수술전 성대 마비 소견을 보였다는 보고에서도 알 수 있듯이 갑상선 수술전에 미처 파악하지 못한 성대 운동 장애가 존재할 수 있다.⁹⁾

수술전 성대 움직임 평가는 수술후 예기치 않게 발생한 음성장애에 대한 의료 분쟁에 중요한 역할을 하며, 수술후 음성 평가에 가장 기본적인 자료가 됨을 명심하여야 한다.

2. 음성 장애의 지속 시간 Duration of dysphonia

갑상선 수술후 음성 장애가 발생하게 되면 환자와 의료진 모두 회복기간에 주의를 기울이게 된다. Havas 등은 발성장애가 6개월정도 지속되면 영구적 장애로 간주하였고, Wagner 와 Seiler는 자연 회복을 위해서 18개월정도 기다린다고 하였다. 연구자들마다 다소 기간에 차이가 있으나 신경 손상의 증거가 없다면 자연 회복을 위하여 12개월 정도의 관찰 기간이 필요하다는 것에 의견을 모으고 있다.¹⁰⁾

3. 반회후두 신경 손상 Injury of recurrent laryngeal nerve

갑상선 수술후 음성 장애의 가장 큰 원인이며, 환자는 음성이 쉬고 약하며 기식성 breathy voice을 보인다. 하지만 일측성 반회후두 신경 손상을 가진 환자의 경우에 일부에서는 증상을 못느끼는 경우도 있다.⁴⁾ 25,000명의 환자를 대상으로 한 메타분석에서 일시적인 반회후두 신경 손상의 평균 발생률은 9.8%, 영구적인 손상발생률은 2.3%으로 보고되었다.¹⁰⁾

전통적으로 흉부외과적 수술에서는 좌측 반회후두신경이 흉곽으로부터 복잡한 tortuous한 경로를 보이기에 수술시 손상비가 높다고 하나 경부쪽 수술시에는 좌측보다 더 변이된 경로를 보이는 우측에서 손상의 빈도가 높다.

비숙련된 수술자의 경우 수술중 의도치 않은 절단 division으로 인해 영구적인 손상을 가져오기도 하나 숙련된 술자의 경우에는 이런 경우가 흔하지 않다. 오히려 Berry 인대 근처에서 갑상선을 내측으로 견인하는 경우에 손상이 생길수 있다. 이런 견인 손상 traction injury이라 하더라도 일시적 마비 정도를 넘어 영구적 마비도 발생할 수 있다. 또한 반회후두 신경을 압박하거나 작은 신경 분지를 결찰하는 과정 중에도 신경 손상이 생길 수 있으며 신경 주위 혈류 차단 perineural devascularization이 발생하거나 혈종 hematoma에 의해 압박되는 경우에도 신경 손상이 생긴다.¹¹⁾

수술 중 반회후두 신경의 직경 변화를 살펴보면 1.6 mm에서 2.4 mm로 평균 1.5배 이상 증가하며 나이가 증가할수록, 남자에서, 초기 직경이 더 작을수록, 근전도 진폭 EMG amplitude차이가 클수록 박리 dissection동안 부종이 더 잘 생긴다. 이러한 부종은 견인시에는 직경이 작은 좌측 반회신경이 손상에 취약함을 설명해 준다.¹²⁾

기존의 고식적인 수술기구를 대체하는 대표적인 에너지 디바이스인 하모닉 Harmonic과 리가슈어 Ligasure에 대한 연구 중 동일한 술자가 리가슈어를 이용했던 경우 일시적 반회후두 신경마비의 발생률은 1.5%로 조사되어 기존의 방식보다 더 안전하다는 보고가 있다.¹³⁾

모든 수술자들이 갑상선 수술중 적극적으로 반회후두 신경을 확인하여 이를 보존하는 것이 수술후 신경 손상을 줄인다는 것에는 이견이 없다. Dralle 등은 갑상선 수술중 29,998 케이스의 반회후두 신경을 대상으로 신경을 확인하지 않은 그룹, 육안적으로 확인한 그룹, 육안적 확인과 더불어 Recurrent laryngeal neural monitoring(RLNM)을 이용한 세 그룹으로 나누어 수술후 신경마비의 정도를 조사하였는데 통계학적 유의성은 없으나 신경을 적극적으로 찾을수록 신경마비가 감소함을 밝혔다. 또한 악성 질환에 대한 수술에서, 아전절제술 subtotal thyroidectomy보다는 엽절제술 lobectomy에서, 그리고 재발되는 경우, 제거되는 갑상선 볼륨이 많을수록 마비의 빈도가 높음을 보고 하였다.¹⁴⁾

현재의 메타 분석에서는 수술중신경감시장치 intraoperative neuromonitoring(IONM)를 이용한 경우나 육안적(visualization)확인만을 시행한 경우 수술후 반회후두 신경마비의 통계학적 차이는 없다고 하나 신경감시 장치에 대한 연구는 활발해지고 있다. 반회후두 신경의 손상 정도는 신경실행증 neuropraxia로부터 신경단열증 neurotmesis까지 다양하며 신경실행

증의 경우 1개월에서 6개월 정도 자연 회복을 기다릴 수 있다.

4. 상후두 신경 외분지의 손상 Injury of external branch of superior laryngeal nerve(ESLN)

1935년 소프라노 가수인 Amelita Galli-Curci는 기도를 압박할 정도로 증가하는 우측의 갑상선종goiter로 국소마취하에 갑상선 수술을 받았다. 수술후 일상적인 목소리는 변하지 않았지만 16개월간의 음성 훈련 vocal training을 거쳐 복귀한 후에도 예전의 음역대를 표현 할 수 없었다. 최근 연구에 의하면 기존 일부 연구자들이 주장하였던 생리적인 성대 기능의 감소나 노인성 변화가 아니라 수술후 후유증이라는 것이 다시 한번 확인되었다.¹⁵⁾

상후두 신경의 외분지는 윤상 갑상근 cricothyroid muscle 사이를 관통하여 성대의 전면 1/3에 신경이 분포한다. 일반적으로 이 신경의 두께는 0.8 mm, 길이는 8~8.9 cm에 달한다. 상후두 신경 외분지는 윤상갑상근을 지배하는 운동 신경으로 갑상연골 thyroid cartilage의 기울기를 유지하고 성대 긴장감을 유발하여 고음을 내는데 중요한 역할을 한다.¹⁶⁾ 따라서 갑상선 수술후 가수등 직업적 음성 사용자에게 더욱 주의가 기울여지는 신경이다.

상후두신경의 외분지를 갑상선 상극의 상연과 상갑상동맥 superior thyroid artery위치에 따라 분류한것에 의하면 신경이 갑상선 상극의 상연보다 1 cm 이상에서 상갑상동맥과 교차하는 경우인 Type1이 가장 흔하며 실제 임상에서는 68%정도 관찰된다고 한다. 상연보다 아래에서 교차하는 Type2B의 경우 임상에서는 14%정도 관찰되고 수술중 손상의 위험성이 가장 높다(Fig. 1).¹⁷⁾

만약 이 신경이 손상되면 윤상갑상근이 탈신경되어 쉽게 음의 피로와 음폭의 감소 및 단조로운 목소리가 나타나고 특히 높은 주파수의 발성과 노래하는데 영향을 받을 수 있다. 갑상선 수술후 상후두 신경 외분지 손상은 보고자마다 차이가 많으나 윤상갑상근의 근전도를 이용하여 조사하는 경우 손상 비율은 0~58%까지 다양하게 관찰되고 있다.¹⁸⁾

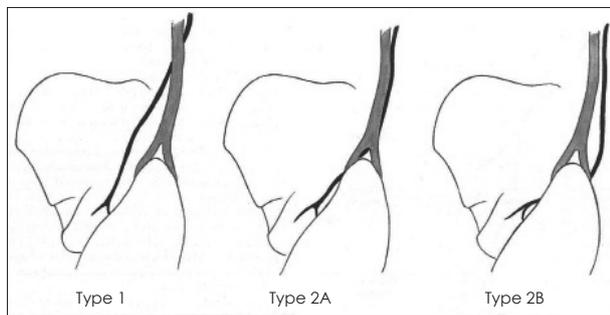


Fig. 1. Surgical anatomic classification of EBSLN (Adapted from Randolph GW et al., 2012).

후두근전도는 상후두 신경 외분지의 손상을 확인하는 유일한 방법이며, 근전도상 파형이 보이지 않거나 자발 세동 전위 spontaneous fibrillation potential 또는 양성 예파positive sharp wave가 관찰되면 완전 탈신경complete denervation으로 진단한다. 발생시 저진폭, 저빈도의 운동 신경 단위전압이 나타나면 부분 탈신경 partial denervation으로 진단한다.¹⁹⁾ 후두 근전도는 손상 3~6개월 이후에 시행하는 것이 검사 결과 해석에 용이하다. 수술 중 신경 감시 장치를 이용하는 경우 모든 환자에서 상후두신경 외분지를 안전하게 확인할 수 있다는 보고가 있으나 아직까지는 대부분의 술자들이 수술 중 적극적으로 이 신경을 확인하지는 않는다.

윤상갑상근의 경우 갑상선의 상, 후 내측에 위치하기에 만약 손상을 입으면 상후두 신경 손상과 같은 결과를 보인다. Hong 등의 연구에 의하면 갑상선 수술 후 발화시 기저 주파수 speaking fundamental frequency가 감소함을 보고 하였는데 이는 후두외근의 영향과 더불어 윤상갑상근의 손상에 기인한다.⁷⁾

5. 기관삽관 Intubation

1869년 Friedrich Trendelenburg에 기관내 마취 endotracheal anesthesia가 시행된 이래로 기관삽관은 다양한 방식을 거쳐 현재에 이르게 되었다. 장, 단기간의 기관삽관이 후두손상을 유발한다는 것에는 대부분의 연구자들이 의견을 같이 한다. 성대 점막 부종이외에도 튜브기낭 tube cuff과 갑상연골의 후내측사이에서 반회후두 신경의 전방 가지가 압박을 받아 애성이 생긴다고 추정된다. 앞서 소개한 연구에서도 기관삽관과 관련하여 31%의 환자에서 성대 점막의 손상이 관찰되었다.⁹⁾

환자들은 일시적인 부종과 함께 음도 변화 pitch variation의 감소와 발성 긴장 vocal stress, 휴지 시간 pause time이 증가됨을 느끼게 된다. 108명의 전신마취 환자를 대상으로한 연구에서 발관후 24시간 이후에도 음성 인두 vocal pharyngeal 증상은 지속되며 최대 발성 지속 시간 Maximum phonation time(MPT)는 발관후 1~2시간 이후에는 감소했다가 24시간 이후에도 정상 기준으로 회복되지 않았다. 하지만 최대 발성 지속 시간은 성대 폐쇄와 함께 폐활량에도 영향을 받고 통증으로 인해 감소 할 수있음을 고려해야 한다.²⁰⁾ 마취과 의사의 숙련도가 발관후 음성 인두 증상과는 통계학적으로 관련이 없다고 하지만 피열 연골 전위 arytenoid cartilage dislocation나 아탈구 subluxation 같은 외력에 의한 손상이 술후 음성변화를 유발함을 염두해야 한다.²⁰⁾

Kikura 등은 기관삽관과 관련하여 성대 운동 장애가 50세 이상의 연령에서는 세배이상 높게 발생하며, 기관 삽관이 6시

간이상 지속되면 15배정도 증가한다고 보고하였다. 또한 당뇨나 고혈압의 기왕력이 있는 경우에는 정상보다 2배 이상의 성대운동 장애를 보였다고 한다.²¹⁾ Sun 등은 Laryngeal Mask Airway을 이용하여 갑상선 수술을 시행할 경우 기관 삽관에 비하여 술후 저하된 음도 lower-pitched voice의 발생률이 현저히 낮으며 voice handicap index(VHI), M.D. Anderson dysphagia index(MDADI), laryngopharyngeal symptom score(LPS) 또한 기관삽관 그룹보다 더 좋은 결과를 나타낸다고 한다.²²⁾

6. 후두기관 고정 Laryngotracheal fixation

갑상선 수술 후 해부학적 구조상 갑상선이 제거됨으로 인해 후두와 기관 부위가 직접적으로 피대근에 닿게되고 이 사이에 반흔 형성 scar formation이루어진다. 더 나아가 피대근과 피하층 사이에도 동일한 현상이 일어난다. Hong 등은 이로 인해 발생 시 후두기관복합체 laryngotracheal complex의 수직 움직임이 장애를 받게 되어 대화나 노래를 부를 때 음도 조절pitch control에 장애가 발생한다고 하였다.⁷⁾

일부 연구에서 피대근과 후두기관 복합체의 사이에 유착 방지제 anti-adhesive barrier를 사용하여 연하장애나 피부 유착에 대해 조사가 진행 중이나 음성과의 관계는 현재까지 명확하지 않다. Lee 등은 내시경하 갑상선 절제술시 피대근의 위, 아래로 더 넓은 박리가 시행될수록 후두기관 고정 범위가 더 넓어져 jitter가 악화된 거친 음성harsh voice를 보인다고 보고하였다.³⁾

7. 피대근의 손상 Injury of strap muscle

정상적인 발성은 후두내근 intrinsic laryngeal muscle의 움직임에 의한 성대의 내-외전으로 생긴다. 피대근을 포함한 후두외근 extrinsic laryngeal muscle도 간접적으로 후두내근에 영향을 준다. 수축된 피대근은 성대 주름 vocal fold의

길이에 변화를 주고, 진동수 frequency에 영향을 주는 것으로 알려져 있으나 각각 부착부위와 작용 방향이 달라 기능상의 차이가 있으며 아직까지는 논란이 많다(Fig. 2).⁶⁾ Hong 등은 피대근이 수축시 후두의 상하 움직임에 관여하는데 갑상선 수술시 피대근이 손상을 입으면 주로 후두의 상승에 영향을 주어 수술후 음도가 감소 한다고 보고하였다. 또한 발화 기본주파수를 수술후 1개월과 3개월에 측정시 유의하게 감소한 것은 후두기관의 고정과 혹은 피대근의 일시적인 기능부전 malfunction에 기인한다고 하였다.⁷⁾ 하지만 Henry 등은 갑상선 수술중 흉골갑상근 Sternothyroid muscle을 절단 시행 유무에 따라 두 그룹간의 음성 변화를 비교하였으나 차이가 없다고 보고 하였다.²³⁾

수술시 시야 확보를 위해 피대근을 과도 하게 견인하거나 절단하는 경우에도 음성 변화를 유발한다는 것을 명심해야 하며 절단시에는 반드시 재봉합이 필요하다.⁶⁾

8. 호르몬 변화 Hormonal change

갑상선 수술후 대부분의 환자들은 호르몬제를 복용하게 된다. 보충 용법이라면 갑상선 호르몬 수치를 정상범위내 (TSH 0.5~2 mIU/mL)로 맞추어 주면 되지만 억제요법은 환자의 재발 위험도에 따라 갑상선 자극 호르몬 thyroid stimulating hormone(TSH)억제 정도를 달리해야 한다. 임상에서는 주로 반감기 7일의 T4의 합성형태 synthetic version인 레보티록신 Levothyroxine을 사용한다. 일부 갑상선 기능저하증 환자에서 목소리의 변화가 관찰되며 이는 후두의 고유 천층 lamina propria에 있는 섬유성 결합조직에도 갑상선 호르몬 수용체(TR-alpha, TR-beta)가 존재한다는 사실과 밀접한 관련이 있을것으로 생각된다.²⁴⁾ Birkent 등은 갑상선 수술후 호르몬 보충 요법을 시행후 여성환자에서 평균 기본 주파수 mean fundamental frequency가 의의있게 증가되었다는

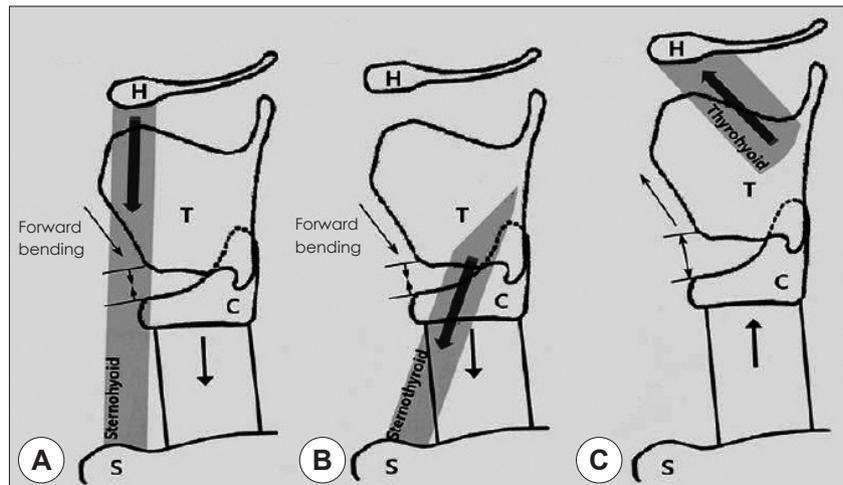


Fig. 2. The movement of larynx during contractions of strap muscles (A), Action of sternothyroid muscle (B), Action of thyrohyoid (C). H : hyoid bone, T : thyroid cartilage, C : cricoid cartilage, S : sternum (Adapted from Hong KH, 2014).

것을 보고 하였으나 아직 그 기전은 불명확하다.²⁵⁾

일부 환자에서는 갑상선 전절제술후 충분한 레보티록신 투여에도 불구하고 불충분한 T3생산 및 T3/T4비의 감소로 인해 준 임상적 갑상선 기능저하증 subclinical hypothyroidism이 발생하거나 외인성 호르몬 투여로 인한 갑상선 일주기 리듬 circadian rhythm 소실이 발생할 수 있다. 이런 경우 갑상선 기능 저하증의 증상인 전신피로, 부종에 따른 체중 증가, 불면증, 목소리변화가 나타나게 되는데 환자는 피로감을 동반한 낮은 음도의 목소리와 함께 점진적인 쉼 목소리를 나타내게된다.^{6,26)} 하지만 현재까지도 후두와 갑상선 호르몬에 대한 관계는 많은 부분이 명확하게 규명되지 않고 연구가 진행중이다.

결 론

숙련된 수술의라 하더라도 마주 치게 되는 갑상선수술 후 음성 장애는 환자의 삶의 질을 저하시키고 일상 생활로의 빠른 복귀를 지연시키며 좋은 수술 결과에도 불구하고 환자와 의사 관계를 악화시킨다. 갑상선 수술 후 음성 장애는 기관삽관으로 인한 영향, 수술과정 중에 일어날 수 있는 신경 및 근육의 손상, 치유 과정 중 기관후두 고정으로 인한 후두의 상하운동 장애, 그리고 수술후 복용하는 호르몬의 영향 등 여러 요인들의 복잡한 상호 작용에 기인하는 경우가 많기 때문에 이에 대한 심도 깊은 이해가 필요하다.

중심 단어 : 발생장애·갑상선전절제술·반회후두 신경.

REFERENCES

- 1) Stojadinovic A, Shaha AR, Orlikoff RF, Nissan A, Kornak M-F, Singh B, et al. Prospective functional voice assessment in patients undergoing thyroid surgery. *Ann Surg* 2002;236(6):823-32.
- 2) Mcivor NP, Flint DJ, Gillibrand J, Morton RP. Thyroid surgery and voice-related outcomes. *Aust N Z J Surg* 2000;70(3):179-83.
- 3) Park KN, Mok JO, Chung CH, Lee SW. Does Postthyroidectomy Syndrome Really Exist Following Thyroidectomy? Prospective Comparative Analysis of Open vs. Endoscopic Thyroidectomy. *Clin Exp Otorhinolaryngol* 2015;8(1):76-80.
- 4) Meek P, Carding PN, Howard DH, Lennard TWJ. Voice change following thyroid and parathyroid surgery. *J Voice* 2008;22(6):765-72.
- 5) Kuhn MA, Bloom G, Myssiorek D. Patient perspectives on dysphonia after thyroidectomy for thyroid cancer. *J Voice* 2013;27(1):111-4.
- 6) Hong KH. Post-Thyroidectomy Syndrome. *Korean J Otorhinolaryngol-Head Neck Surg* 2014;57(5):297-303.
- 7) Hong KH, Kim YK. Phonatory characteristics of patients undergoing thyroidectomy without laryngeal nerve injury. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1997;117(4):399-404.
- 8) Chandrasekhar SS, Randolph GW, Seidman MD, Rosenfeld RM, Angelos P, Barkmeier-Kraemer J, et al. Clinical practice guideline:

improving voice outcomes after thyroid surgery. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2013;148(6 Suppl):S1-37.

- 9) Echternach M, Maurer C, Mencke T, Schilling M, Verse T, Richter B. Laryngeal complications after thyroidectomy: is it always the surgeon? *Arch Surg* 2009;144(2):149-53; discussion 153.
- 10) Jeannon JP, Orabi AA, Bruch GA, Abdalsalam HA, Simo R. Diagnosis of recurrent laryngeal nerve palsy after thyroidectomy: a systematic review. *Int J Clin Pract* 2009;63(4):624-9.
- 11) Thomusch O, Machens A, Sekulla C, Ukkat J, Lippert H, Gastinger I, et al. Multivariate analysis of risk factors for postoperative complications in benign goiter surgery: prospective multicenter study in Germany. *World J Surg* 2000;24(11):1335-41.
- 12) Serpell JW, Lee JC, Yeung MJ, Grodski S, Johnson W, Bailey M. Differential recurrent laryngeal nerve palsy rates after thyroidectomy. *Surgery* 2014;156(5):1157-66.
- 13) Sandonato L, Cipolla C, Graceffa G, Fricano S, Li PS, Prinzi G, et al. [Bipolar electrothermic coagulation (ligasure bipolar vessel sealing system) in thyroid surgery]. *Chir Ital* 2003;55(3):411-5.
- 14) Dralle H, Sekulla C, Haerting J, Timmermann W, Neumann HJ, Kruse E, et al. Risk factors of paralysis and functional outcome after recurrent laryngeal nerve monitoring in thyroid surgery. *Surgery* 2004;136(6):1310-22.
- 15) Marchese-Ragona R, Restivo DA, Mylonakis I, Ottaviano G, Martini A, Sataloff RT, et al. The superior laryngeal nerve injury of a famous soprano, Amelita Galli-Curci. *Acta Otorhinolaryngol Ital* 2013;33(1):67-71.
- 16) Kierner AC, Aigner M, Burian M. The external branch of the superior laryngeal nerve: its topographical anatomy as related to surgery of the neck. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1998;124(3):301-3.
- 17) Delbridge L. Total thyroidectomy: the evolution of surgical technique. *ANZ J Surg* 2003;73(9):761-8.
- 18) Teitelbaum BJ, Wenig BL. Superior laryngeal nerve injury from thyroid surgery. *Head Neck* 1995;17(1):36-40.
- 19) Blitzer A, Crumley RL, Dailey SH, Ford CN, Floeter MK, Hillel AD, et al. Recommendations of the Neurolaryngology Study Group on laryngeal electromyography. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2009;140(6):782-93.
- 20) Paulauskiene I, Lesinskas E, Petrulionis M. The temporary effect of short-term endotracheal intubation on vocal function. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2013;270(1):205-10.
- 21) Kikura M, Suzuki K, Itagaki T, Takada T, Sato S. Age and comorbidity as risk factors for vocal cord paralysis associated with tracheal intubation. *Br J Anaesth* 2007;98(4):524-30.
- 22) Chun BJ, Bae JS, Lee SH, Joo J, Kim ES, Sun DI. A Prospective Randomized Controlled Trial of the Laryngeal Mask Airway Versus the Endotracheal Intubation in the Thyroid Surgery: Evaluation of Postoperative Voice, and Laryngopharyngeal Symptom. *World J Surg*;2015.
- 23) Henry LR, Solomon NP, Howard R, Gurevich-Uvena J, Horst LB, Coppit G, et al. The functional impact on voice of sternothyroid muscle division during thyroidectomy. *Ann Surg Oncol* 2008;15(7):2027-33.
- 24) Altman KW, Haines GK, Vakkalanka SK, Keni SP, Kopp PA, Radosovich JA. Identification of thyroid hormone receptors in the human larynx. *Laryngoscope* 2003;113(11):1931-4.
- 25) Birkent H, Karacalioglu O, Merati AL, Akcam T, Gerek M. Prospective study of the impact of thyroid hormone replacement on objective voice parameters. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2008;117(7):523-7.
- 26) Weetman AP. Whose thyroid hormone replacement is it anyway? *Clin Endocrinol (Oxf)* 2006;64(3):231-3.