대한음성언어의학회지
제20권 제2호 2009

□종 설□

후두의 말초 운동신경 지배

경상대학교 의과대학 이비인후과학교실, 건강과학연구원
우 승 훈·김 진 평

=Abstract=

Peripheral Motor Innervation of the Larynx

Seung Hoon Woo, MD and Jin Pyeong Kim, MD

Department of Otolaryngology and Institute of Health Sciences, Gyeongsang National University, Jinju, Korea

The laryngeal peripheral nerve system is presented on the basis of our results in the animal. This present paper forcused on the localization of each laryngeal motoneuron, the myotopical arrangements of motoneurons innervating the pharyngeal and esophageal striated muscles whitin the nucleus ambiguous in the motor nerve supply, and the pathway to the larynx in the sensory and symphathetic nerve supplies. Regarding the parasympathetic nerve supply, the neural ganglia and the ganglionic cells in and around the laryngeal nerves and in the laryngeal framework are demonstrated. Most of this innervations, however, is still unclear. In addition, we presented about external branch of superior laryngeal nerve and inferior laryngeal nerve. Discuss from the literature are also reported.

KEY WORDS : Motor innervation · Larynx.

후두신경은 운동, 감각, 자율신경 섬유를 모두 포함한다. 각각의 신경 섬유는 특수한 기능을 가지고 있다. 운동신경 섬유는 후두내인근육의 움직임을 담당하며, 감각신경섬유는 중추신경으로의 감각과 정보전달을 받는다. 자율신경섬유는 혈관운동반응과 후두선의 분비를 조절한다.

19세기 중반부터 시작된 후두 신경지배의 해부학적 연구는 주로 사체해부를 통한 후향적인 방법으로 수행되었다. 후두 신경지배의 현 개념은 이러한 이전에 얻어진 정보에 기초하고 있다. 20세기 중반 이후에는 전자 현미경, 자동영상기술, 조직화학적 염색, 면역조직화학법등이 신경 후두학에 소개되면서 급격한 발전을 가져왔다. 이러한 발전에 의해 불명확했던 이전의 연구들의 몇몇 의문점들은 해결되고, 새로운 사실이 발견되었다. 그러나 말초 운동에 관련하여, 감각과 자율 신경계들은 많은 불명확한 점들이 아직도 남아있다. 신경핵의 정밀한 위치, 후두신경섬유의 경로, 신경섬유의 분포, 후두 구조 신경의 지배 구역 및 편측화들 등등 들이다.

논문접수일 : 2009년 11월 15일
책임저자 : 김진평, 660-702 경남 진주시 칠암동 90
경상대학교 의과대학 이비인후과학교실, 건강과학연구원
전화 : (055) 750-8175 · 전송 : (055) 759-0613
E-mail : jinpyeong@gnu.ac.kr

이 글의 주된 목적은 최근의 문헌고찰과 여러 동물의 후두 신경 지배연구를 통해 후두의 신경지배를 좀 더 이해하는 것이다.

Motor Nerve System

후두내근은 medullar oblongata의 렌즈핵의 깊은 곳에 있는 ambiguus핵의 신경으로부터 신경지배를 받고 있다. Ambiguus의 신경뉴런은 stylopharyngeus 근육으로 보내어지는 glossopharyngeal 신경의 수출성 섬유, 인두와 식도의 횡문근과 Cricothyroid 근육(CT)에 분포하는 vagus 신경, CT 근육을 제외한 후두 내근을 지배하는 accessory 신경에 분포한다. Ambiguus 신경핵에서 CT의 운동신경은 rostral 세포핵 집단에 위치하며, 반면에 하인두의 운동신경은 caudal 세포 그룹에 위치하고 있다. Inferior laryngeal nerve(ILN)의 운동신경으로 연결되는 accessory 신경은 두개저의 jugular foramen에서 미주신경과 합쳐진다. Superior laryngeal nerve(SLN)는 nodose ganglion(NG)에서부터 분리되고, external branch와 internal branch로 나뉜다. SLN의 external branch는 CT 근육에 분포한다. Recurrent laryngeal nerve(RLN)는 Inferior constrictor muscle의 아래쪽 부위에서의 Inferior laryngeal nerve

(ILN)로 이름이 변하게 된다. 그리고 ILN는 후두 근처에서 anterior branch와 posterior branch로 나뉜다. ILN의 anterior branch는 posterior cricoarytenoid(PCA), interarytenoid(IA), lateral cricoarytenoid(LCA), thyro aytenoid(TA) 근육을 신경 지배한다. 후두가 아닌 인두로의 운동신경섬유 경로는 잘 알려져 있어 이견이 적은 것 같다.

그러나 뇌간에서의 Ambiguus핵의 분포와, Ambiguus핵 속에 인두 신경의 정확한 위치, 크기, 숫자는 아직 이견이 많다(Fig. 1).[1,5-11]

Sensory Nervous System

후두의 감각신경섬유는 Tractus solitarri 핵의 중앙에서 투영되어 신경핵이 위치하는 미주신경의 nodose ganglion (NG)에 이른다. 후두는 주로 SLN의 내분지를 통해, 부분적으로 ILN를 통해 NG로부터 기원되는 감각신경섬유를 받는다. SLN의 내분지는 성대주름의 부위부터의 상후두 점막에 신경지배를 한다. 반면에 ILN는 후두의 하부 1/2아래(성대주름의 점막, 하부성문, 하인두, 식도 점막)에 신경지배를 한다.[1,5-12]

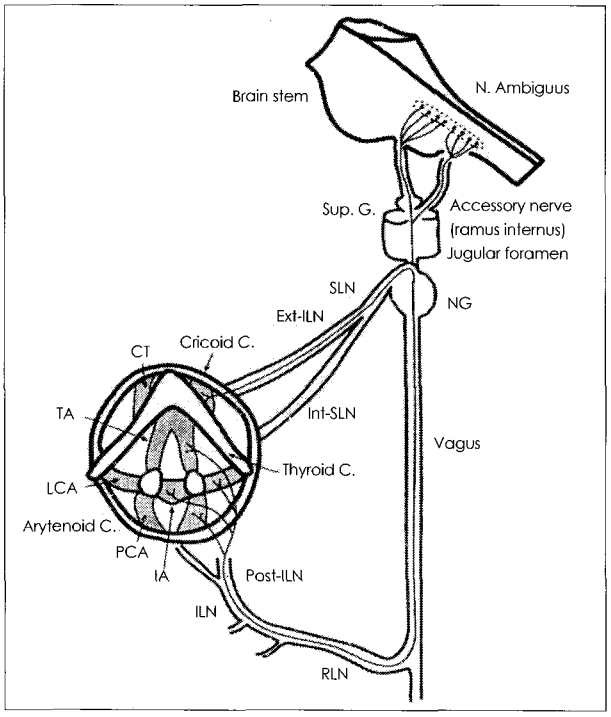

Fig. 1. Outline depiction of the motor nerve supply in the cat's larynx. Sup. G. : Superior ganglion of the vagus nerve, NG : nodose ganglion, SLN : superior laryngeal nerve, Post-ILN : posterior branch of the inferior laryngeal nerve, ILN : inferior laryngeal nerve.

Sympathetic Nervous System

인두에서 절전 신경핵은 척수신경코드에 위치하고, 경부 교감신경다발에 있는 경부 교감신경의 절후 신경핵으로 신경을 보낸다고 알려져 왔다. 그리고 절후 신경섬유와 경부 교감신경절에 있는 신경핵은 인두신경과 동맥을 통해 후두로 가며, 혈관과 gland에 다다른다. 그러나, 경부의 교감신경다발에 있는 절후 교감신경핵의 위치와 경로는 후두에의 각각의 신경절에서 부터 시작되며, 인두에서의 신경섬유공급의 편측성과 위치는 형태학적으로 명확하지 않다.[1,5-12]

Parasympathetic Nervous System

부교감신경의 후두 지배에 관해서는, 절전 신경은 미주신경의 등쪽 운동 신경핵에 위치하고 있다고 한다. 절전신경섬유는 뇌간에서부터 미주신경을 통해 내려가고, 후두 구조와 관계가 있건 없건 후두와 가까이 지나가며 절후신경과 연결된다. 정확하게 밝혀진 문헌은 없다.[1,5-12]

성대 마비를 이해하는데 Recurrent laryngeal nerve (RLN)와 Superior laryngeal nerve(SLN)의 문합에 대한 연구는 큰 도움을 준다. 이전 연구들에 있어 일측 성대 마비시 성대의 위치에 대해 많은 논란들이 있어 왔다. 한쪽의 주장은 성대 마비는 다양한 단계를 거쳐 발생하는 것이라고 생각했으며 따라서 마비도 항상 abductor muscle에서 시작 하여 점차로 adductor muscle로 진행된다고 생각하였다. 다른 쪽 주장에서는 성대 마비시 성대의 위치는 어떤 main laryngeal nerve의 마비에 따른 결과라는 것이다. 따라서 RLN의 단독 마비시 성대의 위치는 paramedian에 위치하게 되며 RLN와 SLN의 혼합 마비시 cricothyroid muscle의 알려지지 않은 adducting action에 의해 intermediate에 위치하게 된다는 것이다. 이런 새로운 연구들의 중심에 SLN와 ILN가 대두되고 있다.[3-4,13-20] 따라서 SLN와 RLN에 대해 좀더 자세히 알아보자.

Superior Laryngeal Nerve(SLN)

SLN는 미주신경으로부터 기인하여 후두를 향하여 경동맥 뒤로 하강한다. 이 하강 중에 SLN가 superior cervical symphatic ganglion(SCSG)/cervical sympathetic chain (CSC)을 경유하게 된다. 이 과정 중에 SLN는 symphatic branch를 포함하게 되고 이는 carotid body와 갑상선에 관

여를 한다. 이후 계속 내측으로 thyrohyoid membrane 쪽으로 하강한다.

곧 설골의 superior cornu에서 내분지(IBSLN)와 외분지(EBSLN)로 나뉘어 진다. IBSLN는 상후두의 감각을 지배하며, 후두개의 설쪽과 후두쪽의 감각을 지배하는 superior branch, aryepiglottic fold와 가성대를 지배하는 middle branch, piriform sinus에서 postcricoid area로 들어가 지배하는 inferior branch로 다시 나누어진다. EBSLN는 주로 cricothyroid 근육의 운동신경이며, inferior constrictor muscle도 관통하여 cricothyroid 근육에 도달한다(Fig. 2).[2] Superior thyroid artery와 thyroid upper pole 사이를 주행하는 EBSLN와의 관계는 많은 저자들에 의해 경부 수술 시 EBSLN를 찾는 중요한 지표가 되고 있다. 1995년 Cernea 등에 의해 3가지 type이 있다는 것이 밝혀졌는데 기준이 되는 것은 EBSLN의 위치가 thyroid upper pole에서 상방으로 1 cm을 기준으로 얼마나 떨어져 있는가를 평가하였다. 그 후 Kierner 등이 좀더 세분화 하여 4가지 type으로 구분하였다(Fig. 3).[3]

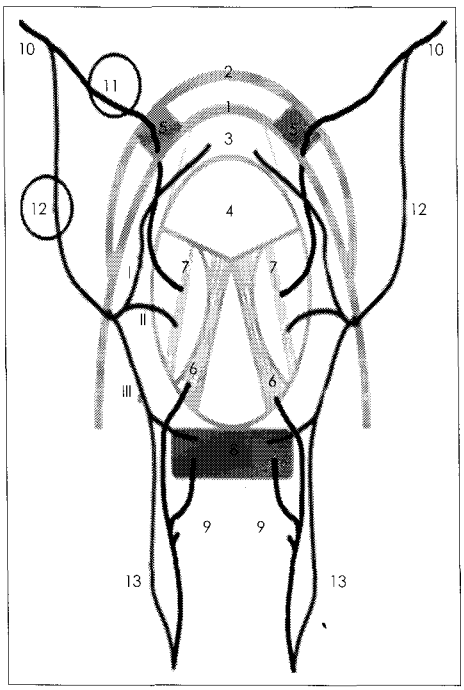

Fig. 2. Schematic picture of the laryngeal innervations. The thyroid(1) and the cricoids cartilages(2) are shown, as are the lingual(3) and laryngeal(4) surface of the epiglottis. the cricothyroid(5), the vocalis(6), the ventricular(7), and the interarytenoid (8) muscles and the sites of the posterior cricoarytenoid muscles (9) are marked. The superior laryngeal nerves(10) with their external(11) and internal(12) branches. The internal branches(12) subdivide into the branches I, II, and III. Also shown are the ansa galena(13) and the recurrent laryngeal nerve(14).

갑상선 수술 중 EBSLN의 손상에 대하여 많은 연구자들이 보고하였다. 음성을 기초로 한 El-Guindy 등은 2.4%, 후두경을 기초로 한 Hunt 등은 0.45%로 낮게 보고하였으나, EMG를 이용한 Jansson와 Aluffi 등은 14~58%까지 보고하였다. 따라서 갑상선 수술시 EBSLN의 손상에 대하여 경각심을 가져야 한다고 생각된다. EBSLN의 손상을 피할 수 있는 방법으로는 수술시 thyroid gland의 upper pole의 medial part와 cricothyroid muscle 사이의 발달된 avascular plane을 찾아 EBSLN를 직접 확인하는 방법, nerve stimulator를 사용하는 방법, 그리고 갑상선 superior pole에서 superior thyroid artery의 분지를 조심스럽게 박리하여 각각을 결찰하는 방법 등이다.

EBSLN와 IBSLN 그리고 RLN 사이의 interconnection은 임상적으로 중요하며 3군데에서 이루어진다. 먼저 EBSLN와 IBSLN의 middle branch 사이의 connection은 foramen thyroidum을 통해 4~30%의 빈도로 발생한다. 또 이런 connection의 79%는 혈관을 따라 같이 주행 하기도 한다. 둘째, Galen's anastomosis는 IBSLN의 inferior branch와 RLN의 posterior branch 사이의 직접적인 연결이다. 마지막으로 cricothyroid anastomosis는 EBSLN가 cricothyroid muscle의 medial surface에서 나와 thyroartenoid muscle(TA) lateral surface로 진입하여 RLN와 연결된다(Fig. 4).[3]

Inferior Laryngeal Nerve(ILN)

ILN는 RLN의 말단 부분을 부르는 이름이다. RLN가 기관과 식도에 여러분지를 내고, inferior constrictor muscle로 들어가기 직전에서 시작되며, 대개 cricothyroid joint 전의 수 mm라고 하며, 아직 정확히 정의 되지는 않았다. Posterior branch는 내측에 위치하고 감각 기능을 담당한다.

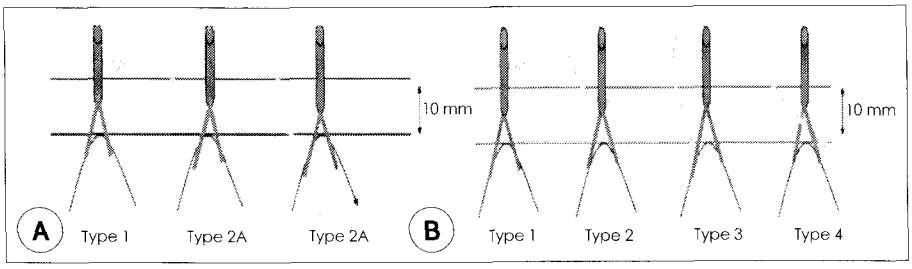

Fig. 3. Variation in the topographic relationship of the EBSLN to the superior thyroid artery and the upper pole of the thyroid gland : the classification of Cernea et al (1992 A). and Kierner et al (1998). A : classification of Cernea, 1992. B : classification of Kierner, 1998.

Anterior branch는 외측에 위치하고 후두내근의 운동 기능을 담당한다. ILN의 terminal branch는 아직까지 명명된 이름이 없다. 이와 관련해서 두 가지 주장이 있다. 첫 번째는 King과 Gregg의 주장으로 후두 바깥에서 두 갈래 branch로 갈라지는 비율은 대략 25% 정도이며 근육운동을 담당하는 두 가지 branch로 서술하는데 posterior branch는 posterior cricoarytenoid, interarytenoid muscle을 담당하고 anterior branch는 cricothyroid muscle을 제외한 다른 intrinsic laryngeal muscle을 담당한다고 하였다. 두 번째 주장은 Gisel과 Pichler의 기술로 posterior branch는 점막의 감각을 담당하고 anterior branch는 근육 운동을 담당하며 손상시 laryngeal paralysis를 유발할 수 있다고 하였다.[2,12,21-24]

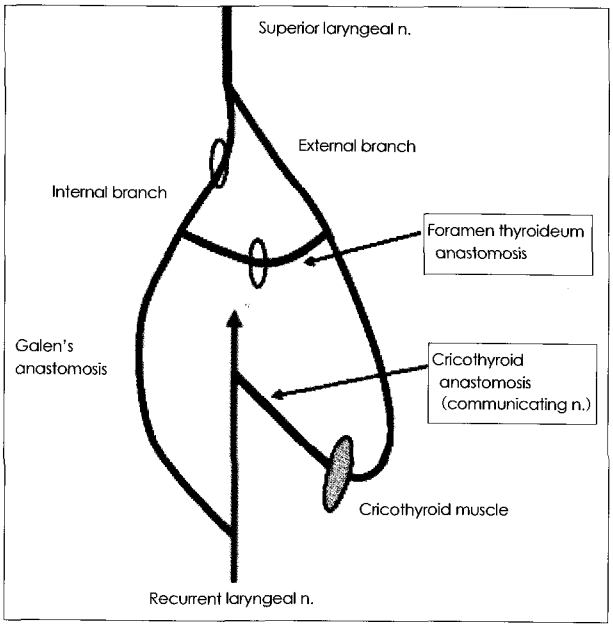

Fig. 4. Schematic representation of the foramen thyroideum anastomosis between the EBSLN and the IBSLN and the cricothyroid anastomosis between the EBSLN and the recurrent laryngeal nerve.

최근 ILN의 extralaryngeal division의 보고에서 보면 42개의 ILN를 관찰 하였는데 이 중 88.1%에서 inferior constrictor muscle에 도달 하기 전에 extralaryngeal division을 보였으며, two branch(52.4%)였고 three branches (35.7%), single trunk (11.9%)를 보였다. Extralaryngeal에서 분지를 내지 않는 경우에는 단일신경으로 하인두를 통과 하거나 cricothyroid joint 뒤쪽 가까이에서 inferior constrictor muscle의 아래로 주행하여 후두 내부에서 분지하는 것으로 밝혀졌다. 즉, 대부분 2개의 분지를 내며 anterior branch는 cricothyroid joint 뒤쪽 가까이에서 주행하며 posterior branch는 항상 더 내측에 위치했다(Fig. 5).

각각의 branch 별로 살펴보면 Anterior branch는 lateral branch라고도 하는데 항상 하인두의 crycothyroid joint의 뒷면에 가까이 붙어서 하인두의 뒤로 통과하며 약 1~2 mm 정도의 간격 만 가지고 joint capsule로 부터 떨어져 있다. Inferior thyroid horn level에서 anterior branch는 2~3개로 나누어져 PCA muscle과 cricoid cartilage의 posterior lamina 안쪽으로 통과한다. 이 가는 분지는 PCA muscle과 IA muscle로 간다. IA muscle 분지는 cricoarytenoid joint에서 내측으로 평행하게 통과하고 관절 가까이에서 수직으로 지나가고 cricoid plate의 상부 경계에서 들어가 IA muscle에 도달한다. 이렇게 짧은 주행 동안(4~5 mm)은 후두 점막에 덮여있다. PCA muscle과 IA muscle로 분지가 난 이후로 anterior branch는 앞으로 돌아가 piryform sinus의 submucosal channel로 들어가 thyroid lamina와 LCA muscle 사이로 들어간다. 이 2~3 mm의 주행 이후

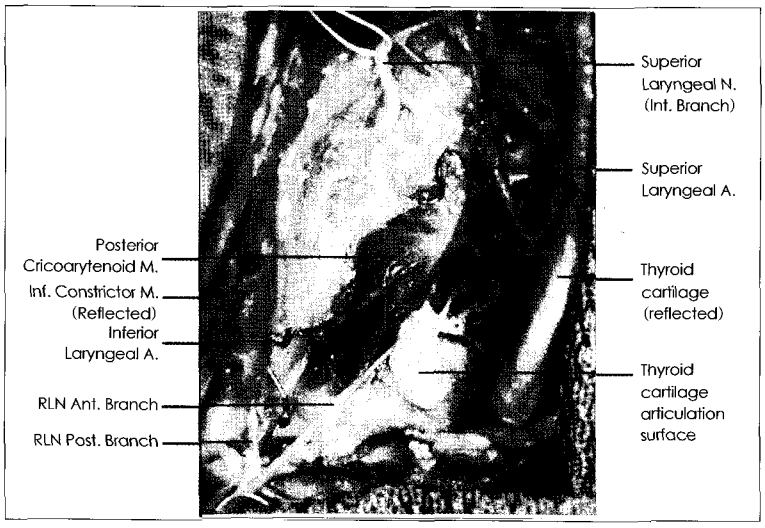

Fig. 5. Lateral view of the anastomosis of the internal branch of the SLN and with the RLN and inferior laryngeal artery in the larynx. The cricothyroid joint is disrupted and the thyroid cartilage is reflected anteriorly so that only its most lateral edge is observed on the far right. Dual innervations of the inferior constrictor muscle by the SLNIb and the RLN is shown.

로 마지막 분지로 나누어 진다. Posterior branch는 piryform sinus의 외측 벽을 지나가며 retrocricoid area보다 더 내측으로 지나가 하인두 점막에 도달한다. 이 주행 동안 많은 thin collateral nerve 들이 나온다. 이들 중 몇몇은 superior laryngeal nerve와 이어져 Galen's ansa를 형성한다.[2,12,21-24]

여러 후두 수술할 때 ILN의 손상 위험성은 anterior branch가 크며, 운동분지이므로 중요하다. Supracricoid partial laryngectomy with CHP or CHEP 시술시 cricothyroid 관절을 분리할 때 anterior branch를 손상시키지 않게 조심해야 하며, transoral CO2 laser 수술시 피열연골 주위에서 열에 의한 손상이 생길 수 있으므로 주의해야 한다.

중심 단어 : 운동신경 · 후두.

REFERENCES

1) Yoshikazu Y, Yasumasa T, Tatsuya S. *Peripheral nervous system in the larynx. Folia Phoniatr 1992;44:194-219.*
2) Schweizer, V, Dorfl J. *The anatomy of the inferior laryngeal nerve. Clin Otolaryngol 1997;22:362-9.*
3) Kochilas X, Bibas A, Xenellis J, Anagnostopoulou S. *Surgical anatomy of the external branch of the superior laryngeal nerve and its clinical significance in head and neck surgery. Clin Anat 2008;21 (2):99-105.*
4) Nomina Anatomica (approved by the Tenth International Congress of Anatomists at Tokyo), 4th ed., 1977, pp. A88. Excerpta Medica, Amsterdam
5) Berlin DD. *The recurrent laryngeal nerves in total ablation of the normal thyroid gland. An anatomical and surgical study. Surg Gynecol Obstet 1935;60:19-6.*
6) King BT, Gregg RL. *An anatomical reason for the various behaviors of paralysed vocal cords. Ann Otol Rhinol Laryngol 1948;57:925-44.*
7) Sunderland S, Swaney WE. *The intraneural topography of the recurrent laryngeal nerve in man. Anat Rec 1952;114:411-26.*
8) Gisel A, Pichler H. *Untersuchungen uber die extralaryngeale Rekurrensteilung. Monatsschr Ohrenheilkd Laryngorhinol 1957;91:294-300.*
9) Keros P, Nemanic D. *The terminal branching of the recurrent laryngeal nerve. Pract Otorhinolaryngol 1967;29:5-10.*
10) Rueger RS. *The superior laryngeal nerve and the interarytenoid muscle in humans: an anatomical study. Laryngoscope 1972;82:2008-31.*
11) Nguyen M, Junien-Lavillauroy C, Faure C. *Anatomical intralaryngeal anterior branch study of the recurrent (inferior) laryngeal nerve. Surg Radiol Anat 1989;11:123-7.*
12) Guerrier Y, Laux R. *L'innervation des muscles du larynx: etude macroscopique 1960;9:1037-52.*
13) Williams PL, Warwick R, Dyson M, Bannister LH. *Gray's Anatomy, 1989; 37th ed., pp.1116-1118, 1248-1258. Churchill Livingstone, Edinburgh*
14) Miehlke A, Stennert E, Arold R, Chilla R, Penzholz H, Kuhner A, *et al. Chirurgie der Nerven im HNO-Bereich (ausser Nn. stato-acusticus und olfactorius). Arch Otorhinolaryngol 1981;231:89-449.*
15) Rustad WH, Morrison LW. *Revised anatomy of the recurrent laryngeal nerve. Surgical importance based on the dissection of 100 cadavers. Laryngoscope 1952;62:237-49.*
16) Bowden REM. *The surgical anatomy of the recurrent laryngeal nerve. Br J Surg 1955;43:153-63.*
17) Higgins CC. *Surgical anatomy of the recurrent laryngeal nerve with special reference to thyroid surgery. Ann Surg 1927;85:827-38.*
18) Wade JSH. *Vulnerability of the recurrent laryngeal nerves at thyroidectomy. Br J Surg 1955;63:164-80.*
19) Guerrier Y. *Traite de Technique Chirurgicale ORL et Cervico-Faciale, tome IV, 1980; pp.147-172. Masson, Paris*
20) Van den Eeckhaut J. *The recurrent laryngeal nerve. Acta Otorhinolaryngol Belg 1983;37:388-97.*
21) Wafae N, Vieira MC, Vorobieff A. *The recurrent laryngeal nerve in relation to the inferior constrictor muscle of the pharynx,. Laryngoscope 1991;101:1091-3.*
22) Dedo HH. *The paralysed larynx: an electromyographic study in dogs and humans. Laryngoscope 1970;53:1455-517.*
23) Katz AD, Nemiroff P. *Anastomoses and bifurcations of the recurrent laryngeal nerve. Report of 1177 nerves visualized. Am J Surg 1993; 59:188-91.*
24) Hetherington J. *The kerato-cricoid muscle in the American white and Negro Am J Phys Anthropol 1934;19:203-12.*