

신경후두학

고려대학교 의과대학 이비인후과학교실

우 정 수

= Abstract =

Neurolaryngology

Jeong-Soo Woo, MD, PhD

Department of Otolaryngology-Head and Neck Surgery, Korea University School of Medicine, Seoul, Korea

Over the last 30 years or so, it has been recognized that neurologic disorders could impair laryngeal function, and that neurogenic etiology could be discerned frequently. This has led collaborations between laryngologists and neurologists and focus on the management of neurogenic dysfunction of the larynx and pharynx, including central and peripheral disorder. The author introduced anatomical structure, nerve distribution and neurophysiology of the larynx for understanding its basic functions. The symptoms, diseases from laryngeal dysfunction and the development of diagnosis and management were also discussed.

KEY WORD : Neurolaryngology.

서 론

최근 30여년 동안 신경학적인 이상이 후두의 기능장애를 초래할 수 있다는 사실이 알려짐에 따라 후두 기능장애의 신경학적인 원인 가능성이 자주 고려되어 왔으며 더불어 이에 대한 치료적 노력들 또한 동반되어 왔다.

이 글에서는 후두의 기본적인 기능을 이해하기 위한 해부학적 구조, 신경분포 및 신경생리를 살펴보고, 후두 기능장애로 인한 증상 및 질환들과 진단을 위한 기술들과 치료의 발전 또한 신경후두학의 신경계에 분류에 따른 범위에 대하여 소개하고자 한다.

후두구조의 기능적 이해

후두의 3가지 기본적인 기능인 하부 호흡기의 방어, 호흡, 그리고 발성에 대한 생리와 기전을 잘 알고 이 기능들의 원활한 수행을 위한 후두의 구조를 이해한다면 신경후두학을 공부

하는데 좋은 기본이 될 수 있다. 후두를 외부로부터 방어하는 구조물인 후두개, 가성대, 그리고 진성대 중 양측으로 한 쌍의 구조물이 여닫이 문처럼 후두를 막는 것으로 가성대와 진성대가 있다. 가성대는 후두의 관상면을 볼 때 외측의 갑상연골 상부에서 내하방으로 배치되어 있고 첨부가 비교적 둥근 구조로 힘을 주고 있지 않은 상태에서 하부 기도로부터의 공기 흐름에 대한 저항이 약 30 mmHg정도로 수동적인 후두의 폐쇄를 담당하며 양측 성대마비 상태에서도 효과적인 기침 기능을 유지할 수 있는데 필수적인 역할을 한다. 반면, 진성대는 외측의 갑상연골 하부로부터 내상방으로 향하고 있는 구조를 가지며 역시 힘을 주고 있지 않은 상태에서 후두의 상부로부터 유입되는 공기흐름에 대한 저항이 140 mmHg로 가성대와는 달리 체크 밸브역할을 하여 실제적인 후두 방어기능을 담당한다.¹⁾ 또한 사람의 후두에만 특징적인 긴 막양 진성대는 상대적으로 짧은 피열연골의 성대돌기를 의미하며 이것이 후두의 방어기능과 호흡기능 측면에서는 불리한 점이 될 수 있는 반면에, 발성 기능에는 효과적인 구조가 된다. 이는 어류, 양서류, 파충류, 그리고 포유류의 소화관과 호흡기관의 차이를 살펴보면 더욱 쉽게 이해할 수 있다. 농어류 중 Climing Perch는 소화관 측면에 작은 호흡기 게실이 존재할 뿐 소화관으로부터 분리된 호흡기관이 없는 가장 원시적인 호흡기를 가지고 있고, 호흡기관이 발달한 폐어 중에 Bichir Lungfish는 호흡기관이 소화관으로부터

책임저자 : 우정수, 152-703 서울 구로구 구로동 80
고려대학교 의과대학 이비인후과학교실
전화 : (02) 2626-1297 · 전송 : (02) 868-0475
E-mail : diakonos@korea.ac.kr

터 분리되어 있고 호흡기관의 입구에 괄약근이 있어서 호흡기관의 개폐가 가능하다. African Lungfish는 이 괄약근이 두 개로 보강되어 있으며 양서류인 멕시코 도롱뇽은 괄약근 외에 피열연골의 역할을 하는 연골이, 그리고 파충류인 악어는 이 모든 구조물에 더하여 윤상 연골에 해당하는 연골이 보강되어 호흡기관의 방어 기능이 더욱 견고하게 되어 있다. 포유류는 더욱 발달된 후두와 호흡기관에 더하여 풀무역할을 하는 횡격막이 폐의 공기를 효과적으로 외부로 배출함으로써 발성이 가능하지만 복잡하고 섬세한 소리나 언어 기능이 가능하도록 다양한 발성은 불가능하다. 영장류인 사람은 이런 복잡하고 섬세한, 다양한 소리를 낼 수 있도록 진동이 가능한 긴 막양 진성대, 즉 짧은 피열연골의 성대돌기 구조를 갖게 되며 이로 인해 부족한 방어기능과 호흡기능은 주변의 다른 기관들과 후두개, 그리고 가성대를 통하여 충분히 보완하고 있다.

후두 신경과 근육의 기능적 이해

후두에 분포된 신경분지들에 대한 교과서적인 지식 외에 이해 둘 것은 전방의 성문하 점막에 상후두 신경의 외분지가 분포되어 있다는 사실이다.²⁾ 후두의 기능을 수행하기 위한 점막하를 구성하는 다양한 근육들의 움직임은 전적으로 반사적이고 불수의적이다. 이것이 호흡기로의 이물 유입을 막는 주된 기전이고 가장 큰 역할을 하는 근육이 갑상피열근이다. 갑상피열근의 반사적이고 불수의적인 운동을 성문폐쇄반사라고 하는데 상후두신경 내분지의 전기자극에 일관된 반응을 보이고 여러 요인들에 의해 변화를 보이며 사람에서 정형화된 모델이 제시되어 있다.

1. 방 어

후두의 방어기능을 담당하는 성문폐쇄반사에 알려진 3가지 성대의 내전 반응이 있는데, 첫번째가 상후두신경의 내분지 자극 후 10~18 ms 후에 측정되는 동측 성대내전(R1)으로 마취된 고양이, 개, 돼지와 사람에서 모두 관찰되며,^{3,4)} 둘째로 자극된 상후두신경 내분지의 반대측에서 측정되는 성대내전, 셋째로 자극 후 50~80 ms 후에 측정되는 지연성 양측 성대내전(R2)는 오직 사람에서만 확인할 수 있다.⁵⁾ 상후두신경의 전기자극 후 성문폐쇄반사의 경로는 동측의 호속핵(Nucleus Tractus Solitarius), 동측과 반대측의 의핵(Nucleus Ambigus)을 거쳐 각각 미주신경과 되돌이 후두신경을 통해 성대내전을 발생시킨다. 이때 동측의 호속핵을 거친 자극이 반대측으로 전달될 때 척수상부의 망양체(Reticular formation)가 동측과의 시간차를 없애는 자극전달속도축진 기능을 담당한다.⁶⁾ 최근 상후두신경 외의 삼차신경의 제3분지, 인두신경총, 설인신경, 요골

신경, 그리고 늑간신경 등의 다른 지각 신경의 자극을 통한 성문폐쇄반사의 발생 여부를 확인한 연구에서 상후두신경의 내분지 외의 다른 지각신경은 성문폐쇄반사에 관여하지 않음이 확인되었고⁷⁾ 성문폐쇄반사를 억제하는 인자로는 수면, 진정성 약물, 전신마취, 흡기, 낮은 혈중산소분압, 높은 혈중 이산화탄소분압, 그리고 저체온 등이며, 촉진인자로는 어린 나이와 고체온이 알려져 있다.⁸⁻¹⁰⁾

2. 호 흡

성대의 외전을 담당하는 후운상피열근은 진성대의 구조로 인한 흡기저항을 극복하는데 필요한 역할을 하며 윤상갑상근은 흡기시 내전되지만 성대의 길이를 늘림으로써 성문의 단면적을 30% 정도 증가시켜 흡기를 원활하게 한다.¹¹⁾ 또한 호기시에는 성문하압, 즉 기관내 양압에 의해 근수축이 유발되어 저항을 줄임으로써 원활한 호기를 가능하게 한다. 호기시 저항력을 제공하는 것은 수축 후에 다시 이완되는 후두 근육들의 복원력이 그 역할을 한다. 후두의 근육뿐 아니라 후두에 분포된 감각신경 또한 호흡조절 기능을 담당하는데, 증류수나 수분 염무제로 후두를 자극하면 호흡속도가 느려지지만 기관, 기관지를 자극할 때에는 호흡저하가 발생되지 않는다는 사실을 통하여 알 수 있다.¹²⁾

3. 발 성

사람의 후두근육들에 분포된 운동신경말단의 단위(Motor unit) 하나가 지배하는 근육세포의 수가 100~200개 정도로 많은 수의 근육세포에 신경분포가 되어있어서 성대의 모양과 위치의 다양하고 미세한 조절과 발성의 시작 전 100~200 ms 에 후두근육의 민첩한 수축을 통하여 언어기능에 필요한 발생주파수와 강도의 섬세한 조절이 가능해진다.^{13,14)}

4. 기타 후두기능

연하시 흡인을 방지하는 후두근들의 수축은 반사적이거나 수의적으로 이루어지며 상후두신경의 내분지를 통해 전달되는 감각이 중추 연수를 거쳐 후두의 외근, 후두개의 내전, 그리고 성문폐쇄반사로 이어진다. 또한 기침도 상후두신경의 자극으로 발생되며 외운상피열근과 갑상피열근 그리고 후운상피열근이 관여한다. 이들 후두근육들의 기능은 사람에서만 유일하게 대뇌피질로부터 의핵으로 분포되어있는 피질연수돌기에 의해 조절되며 다른 영장류에서는 대뇌피질 하부를 통해 조절된다.¹⁵⁾

후두의 운동중추

후두의 근육운동을 담당하는 신경중추는 후두내근의 경우 뇌간에 위치한 의핵에, 후두외근의 경우는 뇌간 뒷부분의 설하

신경의 중추핵 근처에 위치하고 있으며 성문상부와 하부 근육의 운동중추는 뇌교(Pons), 뇌간(Brainstem), 그리고 연수(Medulla Oblongata)의 전각(Ventral horn)에 위치하여 각각 기능을 담당한다. 발성에 관여하는 신경중추는 선천적 감정표현에 사용되는 발성의 경우 대뇌 변연계이며 언어 발성의 경우는 대뇌 후두운동 피질에서 조절한다.¹⁶⁾

임상 신경후두학

1. 임상양상 및 관련 질환

후두의 신경중추에 발생한 이상은 후두의 감각 또는 운동마비, 후두근육의 연합운동(Synkinesis), 후두근육들의 위축, 경련성 발성장애, 후두경련, 그리고 연하곤란 등의 임상 양상을 보이며 이들 증상들을 유발하는 후두 신경중추 질환들에는 파킨슨병, 뇌졸중, 중증 근무력증, 소뇌질환, 본태성 진전, 그리고 긴장이상 등이다.

2. 신경후두학의 임상적 발전과 미래

진단적으로는 간접 후두경으로부터 굴곡형 비내시경, 그리고 후두 직달경을 거쳐 현재의 후두 회선경술에 까지 발전을 거듭하였고 전신마취하 후두를 직접 관찰하는 직접 후두경술처럼 아직도 그 필요성을 유지하고 있는 진단법과 후두 내, 외근들에 분포된 신경상태를 전기자극을 통해 확인하는 후두 근전도 등 진단장비와 진단법의 개발이 지속적으로 이루어지고 있다. 반면, 치료적으로는 기능이 저하된 근육에 이식하여 전기자극을 줌으로써 기능적 회복을 도모하는 장치, 유전자 분석과 치료, 후두이식 등이 최근에서야 시도되기 시작한 걸음마 상태이다. 양측 성대마비의 경우, 발성과 호흡 둘 중 하나만을 선택해야 하고 모두를 회복시키는 치료는 아직도 이루어지지 못하고 있으며 일측 성대마비의 경우에는 후두 주입술, 후두 성형술, 신경 문합이나 이식술을 시행하고 있다. 경련성 발성장애는 반회후두신경의 절제로부터 성대주입술, 보톡스 주사, 선택적 갑상피열근 신경절제, 갑상피열근 부분절제, 경신경계제(Ansa cervicalis), 그리고 유전자 치료에 이르는 발성장애에 대한 치료적 시도만이 이루어지고 있다. 즉, 후두의 신경중추 질환으로 인한 후두 기능의 장애나 저하의 원인을 규명하여 완치나 회복을 기대할 수 있는 치료보다는 기능장애나 저하상태를 개선시키거나 보완하는 치료수준에 머물러 있는 실정이다. 물론 후두 주입술에 사용되는 이상적인 물질을 찾아내거나 줄기세포 공학을 통한 인공신경의 개발과 신경재생으로 후두의 이완성 마비, 성대마비 중 외측고정마비나 근위축을 개선

시킬 수 있는 연구가 이루어지고 있고 Neurotrophin 등의 신경성장인자의 개발 등의 치료적 노력이 지속되고 있다. 그러나 후두의 중추신경 자체에 대한 이해와 지식정보를 획득할 수 있도록 기능적 중추신경 해부를 위한 신경영상학과 신경전도와 신경전달물질에 대한 연구 등, 후두의 중추조절 측면에 대한 충분한 이해 없이는 말단 신경후두학의 급속한 발전에 한계가 있음을 잊지 않아야 한다.

중심 단어 : 신경후두학.

REFERENCES

- 1) Brunton TL, Cash T. *The valvular action of the larynx. J Anat Physiol* 1883;17:363-78.
- 2) English G. *Otolaryngology. Philadelphia, Pa: Lippincott Williams & Wilkins;1998: chap 7.*
- 3) Sasaki CT, Suzuki M. *Laryngeal reflexes in cat, dog, and man. Arch Otolaryngol* 1976;102:400-2.
- 4) Goding GS, Richardson ma, Trachy RE. *Laryngeal chemoreflex: anatomic and physiologic study by use of the superior laryngeal nerve in the piglet. Otolaryngol Head Neck Surg* 1987;97:28-38.
- 5) Ludlow CL, Van Pelt F, Koda J. *Characteristics of late responses to superior laryngeal nerve stimulation in humans. Ann Otol Rhinol Laryngol* 1992;101:127-34.
- 6) Kim YH, Sasaki CT. *Glottic closing force in an anesthetized, awake pig model: biomechanical effects on the laryngeal closure reflex resulting from altered central facilitation. Acta Otolaryngol (Stockh)* 2001;121:310-4.
- 7) Woo JS, Hundal JS, Sasaki CT, Abdelmessih MW, Kelleher SP. *Reflex vocal fold adduction in the porcine model: the effects of stimuli delivered to various sensory nerves. Ann Otol Rhinol Laryngol* 2008;117:749-52.
- 8) Sasaki CT, Jassin B, Kim YH, Hundal J, Rosenblatt W, Ross DA. *Central facilitation of the glottic closure reflex in humans. Ann Otol Rhinol Laryngol* 2002;112:293-7.
- 9) Ikari T, Sasaki C. *Glottic closure reflex: Control mechanism. Ann Otol Rhinol Laryngol* 1980;89:220-4.
- 10) Haraguchi S, Fung R, Sasaki CT. *Effect of hyperthermia on the laryngeal closure reflex, implications in the sudden infant death syndrome. Ann Otol Rhinol Laryngol* 1983;92(1 pt 1):24-8.
- 11) Horiuchi M, Sasaki CT. *Cricothyroid muscle in respiration. Ann Otol Rhinol Laryngol* 1978;87:1-6.
- 12) Ssaki CT, Suzuki M. *The respiratory mechanism of aerosol inhalation in the treatment of partial airway obstruction. Pediatrics* 1977; 59:689-94.
- 13) Kempster GB, Larson CR, Distler MK. *Effects of electrical stimulation of cricothyroid and thyroarytenoid muscle on voice fundamental frequency. J Voice* 1988;2:221-9.
- 14) Buchthal F, Faaborg-Anderson K. *Electromyography of laryngeal and respiratory muscles: correlation with phonation and respiration. Ann Otol Rhinol Laryngol* 1964;73:118-23.
- 15) Simonyan K, Jurgens U. *Efferent subcortical projections of the laryngeal motor cortex in the rhesus monkey. Brain Res* 2003;974:43-59.
- 16) Simonyan K, Horwitz B. *Laryngeal motor cortex and control of speech in humans. Neuroscientist* 2011;17:197-208.