KISEP Original Article
臨床耳鼻：第16卷 第2號 2005
J Clinical Otolaryngol 2005;16:275-280

상하 회전 가능한 전자 후두내시경의 개발

부산대학교 의과대학 이비인후과학교실,[1] 의공학교실,[2] 흉부외과학교실,[3]
한림대학교 의과대학 이비인후과학교실,[4] (주) NGC 정보기술,[5] (주) 선광전자[6]
왕수건[1] · 노정훈[2] · 이병주[1] · 이진춘[1] · 전계록[2]
이상권[3] · 박찬흠[4] · 옥정환[5] · 김태석[6]

Development of Semiflexible Digital Laryngoscope

Soo-Geun Wang, MD[1], Jung Hoon Ro, PhD[2], Byung-Joo Lee, MD[1], Jin-Choon Lee, MD[1], Gye-Rok Jeon, PhD[2], Sang-Kwon Lee, MD[3], Chan-Hum Park, MD[4], Jeong-Hwan Ok[5] and Tae-Seok Kim[6]

[1]Department of Otolaryngology, [2]Biomedical Engineering and [3]Thoracic and Cardiovascular Surgery, College of Medicine, Pusan National University, Busan, [4]Department of Otolaryngology, College of Medicine, Hallym University, Chuncheon, [5]NGC IT Ltd, Seoul, [6]Sunkwang Electronics Co., Ltd, Seoul, Korea

－ABSTRACT－

Purpose : Laryngoscope is a basic equipment for examining the laryngopharynx. The pre-existing rigid laryngoscopes and fiberscopes have some inconvenience. The problems of the current rigid laryngoscopes are as follows : 1) absence of biopsy channel, 2) difficulties in exposing the larynx in cases of severe gag reflex, short neck, and children, 3) very vulnerable, 4) relatively high cost, and 5) not portable. In addition, disadvantages of the fiberscopes are as follows : 1) sometimes it is difficult to fix the tip to evaluate the lesion, especially in oropharynx, and nasopharynx, 2) very high cost, 3) frequent Moire sign (+), and 4) not portable. Authors have developed a portable digital rigid laryngoscope with flexible head for replacing the pre-existing rigid telescope and fiberscope. **Methods and Materials** : Recently developed high luminescent white LEDs (light emitting diodes) are placed at the head of the endoscope as a light source for the CCD image sensor which is also placed at the head with imaging lenses. This arrangement eliminates the bulky light sources like halogen or xenon lamps as well as the expensive light guiding optical fibers. We adopted non-spherical lens system to prevent peripheral image distortion and Moire sign, and to enhance depth of field. In addition, it can be bent not only to downward but also to upward upto 130°. **Results** : The advantages of portable digital rigid laryngoscope demonstrated as following : 1) Not only the laryngopharynx but also the nasopharynx, oral cavity, and oropharynx could be obserbed 2) The laryngopharyngeal pathologic lesion could be biosied through biopsy channel, 3) The laryngeal pathology can be easily removed because the flexible part is supported firmly through the combined rigid part. In case of poor laryngeal exposure through suspension laryngoscopy, it can also be easily removed through biopsy channel. 4) it can be checked the air leakage using air pump. **Conclusion** : Portable digital rigid laryngoscope with rigid body and flexible head has a lot of advantage over simple fiberscope or rigid laryngoscope. It is a very useful equipment especially for otorhinolaryngologists. In addition, it can be applied for thoracoscope, laparoscope, cystourethroscope, colposcope, etc. **(J Clinical Otolaryngol 2005;16:275-280)**

KEY WORDS : Digital · Semiflexible laryngoscope.

논문접수일 : 2005년 10월 1일
심사완료일 : 2005년 10월 27일
교신저자 : 노정훈, 602 - 739 부산광역시 서구 아미동 1가 10 부산대학교 의과대학 의공학교실
전화 : (051)240 - 7533 · 전송 : (051)242 - 5003 E - mail : jhro@pusan.ac.kr

서 론

시대적, 문화적 변화, 과학의 발달로 인해 파생된 노래방, 이동전화기의 등장, 그리고 흡연 및 대기오염 등으로 인해 인간의 중요한 의사 전달 수단인 후두 특히 성대병변이 증가하는 추세이며 이에 대한 관심이 고조되고 있다. 이에 따라 후두질환을 보다 정확하게 진단할 수 있는 진단기기의 개발 역시 관심의 대상이다.

후두검사는 1854년 스페인출신의 음성학자인 Garcia가 한손으로 치과용 반사경(dental mirror)을 자신의 구인두에 직접 넣은 후, 다른 한손으로 손에 쥐는 반사경(hand mirror)을 이용하여 태양광을 집광시켜 자신의 성대를 관찰한 것이 효시이다.[1] 3년 후인 1857년 Türch는 환자에게 치과용 반사경을 쥐게 하여 구인두에 넣게 한 후, 태양광 대신 램프를 광원으로 이용하면서 Türch는 손반사경(hand mirror)의 구멍을 통해 환자의 후두를 관찰하였다. 1907년 Brunnings는 후두직달경(direct laryngoscope)을 개발하였고,[2] 1912년 Killian은 현수후두직달경검사(suspension laryngoscopy)를 개발하여 후두의 병변을 제거하는 수술을 시행하였다.[3] 1966년 Taub[4]는 현재 널리 사용 중인 강직형 후두내시경(rigid telelaryngoscope)을, Sawashima와 Hirose는 1968년 굴곡형 후두내시경(flexible fiberoptic laryngoscope)을 개발하였다.[5]

현재까지 개발된 기기 중에서 후두내시경은 비디오 카메라를 장착하면 후두 및 하인두의 병변의 녹화 뿐 아니라 피검자의 목소리도 녹음이 가능하기 때문에 이비인후과 외래 진찰의 기본적인 장비가 되고 있다. 보통 강직형과 굴곡형 후두내시경으로 나눌 수 있으며 정확한 후두의 기능을 평가하기 위해선 이 두 종류의 내시경이 모두 필요하다. 하지만 강직형 후두내시경은 조직검사용관(biopsy channel)을 장치할 수 없고, 구역반사가 심하거나 목이 짧은 경우, 소아의 경우 후두의 노출이 어렵다. 그리고 적은 충격에도 손상받기 쉽고 휴대할 수 없으며, 환자에게 발성을 시키면서 후두검사가 불가능할 뿐 아니라 성대사이 간격이 과장되어 보이는 단점이 있다. 굴곡형 후두내시경은 빛의 전달이나 상의 확대 측면에서 강직형 후두내시경보다 기능이 떨어지고 상의 가장자리가 왜곡(peripheral distortion)되어 보이며 광섬유로 영상을 전달하는 화이버스코프의 경우에는 모아레(Moire sign) 현상이 나타날 수 있다. 이러한 굴곡형 후두내시경은 가격이 매우 고가이고 강직형 후두내시경보다 더 침습적이어서 비출혈이나 미주반사에 의한 후두경련 등의 위험이 있다.

이에 저자들은 강직형 및 굴곡형 후두내시경의 장점을 취하고 단점을 보완하며 가격면에서 경제적이면서 내구성이 우수한 상하 회전 가능한 전자 후두내시경을 개발하고자 하였다.

연구방법

저자들은 Fig. 1과 같이 소형 영상소자를 이용한 촬영시스템과 백색 발광다이오드(light emitting diode) 광원을 첨두부에 장착하고, 권총형 손잡이에 장치된 조향장치로 상하 굴곡이 가능하도록 고안하였다. 즉, 구강을 통하여 인두부까지는 강직관으로, 그리고 그 후방에 있는 인후두부를 관찰하는 데에는 상하 회전이 가능한 굴곡형 시스템이다.

촬영부는 1/4 인치 CCD(charge-coupled device) 촬상소자(Sony, ICX226AK) 혹은 CMOS(complementary metal-oxide semiconductor) 센서(sensor)와 비구면 렌즈(aspherical lens) 시스템을 사용하여와 비구면 렌즈(aspherical lens) 시스템을 사용하여 고정 초점으로서 30~130 mm의 넓은 피사계심도(depth of field) 및 90 °의 화각(angle of view)을 가지면서 렌즈 면으로

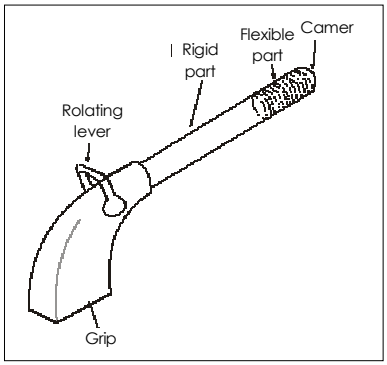

Fig. 1. Appearance of the semi-flexible digital laryngoscope. Bending upward as well as downward is possible.

부터 영상면(image plane)까지의 거리를 5.5 mm 이내가 되도록 소형화 하였으며, 조명광원으로 소형의 고휘도 LED를 사용하였다. 이들 LED는 최대 광도가 1.2 cd 이므로, 12 cm의 거리에서 대략 개당 80 lux의 조도를 형성할 수 있어 고감도의 비디오카메라의 조명용으로 충분하지만, 좋은 영상을 얻기 위하여 렌즈의 초점 비(focal ratio, F number)를 8 이상의 핀홀(pin hole) 렌즈가 필요하므로 충분한 광량의 확보가 필요하였기 때문에 4개의 LED를 사용하 여 광량을 높혔다(Fig. 2).

굴곡부는 촬영부로 연결되는 전선 등을 외피로부터 보호하기 위하여 여러 개의 도넛 형태의 링을, 적당한 거리를 유지할 수 있도록 탄성을 가진 강재로 연결한 다음, 상하로 굴곡할 수 있도록 상하부에 작은 구멍을 내고 그 구멍을 통하여 강선을 넣어 가장 끝단에 고정하였다. 이 강선을 당기면 그 방향으로 굴곡부가 휘어지게 되고, 당기는 힘을 제거하면 링을 연결한 탄성 강재에 의해 원상을 복귀하게 된다. 이런 방법으로 상하로 130 °씩 굴곡할 수 있는 구조를 구현하였다(Fig. 3).

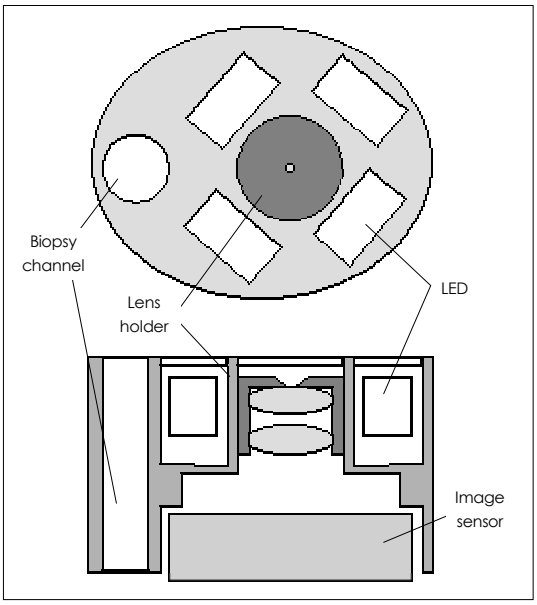

Fig. 2 . Schematic view of image aquisition part. Plane view from upward (a) and cross sectional view from side (b). Up to four LEDs could be used for sufficient luminescence. A biopsy channel is prepared and all the upper plane is covered with sapphire windows.

이상의 촬영부와 굴곡부를 강직관 선단에 고정시키고 반대측 단부는 권총형 손잡이에 부착하고, 내부로 촬영부에 이르는 전선과 굴곡부를 회전할 수 있도록 한 강선을 지나게 하고, 권총형의 손잡이에는 굴곡부를 상하로 회전할 수 있는 회전 레버를 장착함으로써 준 굴곡형 후두내시경 시스템을 구현하였다. 환부의 위치를 변경하여 관찰하고자 할 경우, 작동부의 회전레바를 회전시키면, 회전레버가 같은 방향으로 회전되면서 고정구멍에 결합된 링에 연결된 강선이 회전축에 감겨지면서 연결된 링들을 당김과 동시에 반대편의 고정구멍에 결합된 연결 링들을 밀게 된다. 이에 따라 끝 부분에 부착된 촬영부가 회전하게 되며, 회전된 카메라가 촬영된 영상이 모니터를 통해 표시되면서 환부를 관찰할 수 있게 되는 것이다. 조직 생검을 위해 생검관(biopsy channel)을 강직관 측면에서 촬영부 선단 사이에 위치하게 하였다.

저자들의 내시경의 광원을 자체에서 생성할 수 있는 전지방식과 일반 전기 방식 모두를 채택하였고 전지방식으로 사용시에는 무선(Radio Frequency) 송신을 사용하여 모니터로 연결하는 선을 제거하였다.

결 과

저자들이 개발한 상하 회전 가능한 전자 후두내시경은 다음과 같은 기능을 구현하였다.

1) 검사자의 한 손으로 상하 회전 가능한 전자 후두내시경의 손잡이를 잡은 상태에서 조명 스위치 및 회전레버

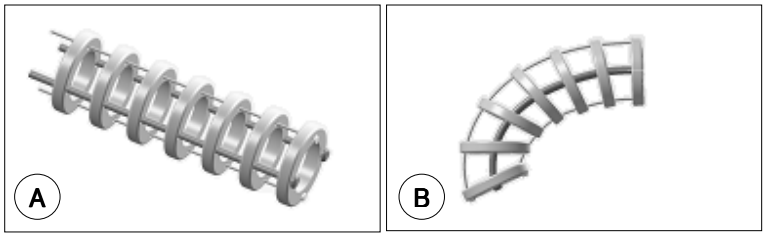

Fig. 3. The assembly of rings connected through two elastic side wires and two sliding upper and lower wirings (a) and a bent appearance of the assembly by pulling the lower wiring.

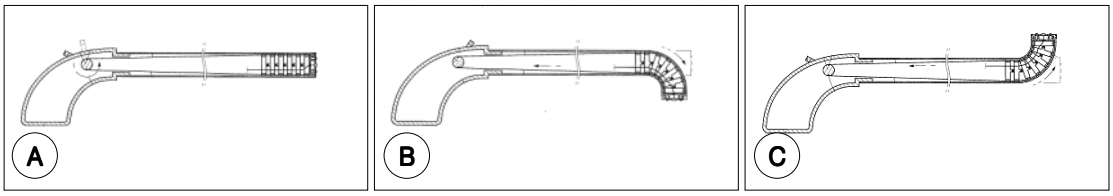

Fig. 4. The motions of rotating lever and flexible parts of the semi-flexible digital laryngoscope. A : forward for oropharynx, B : downward for laryngopharynx, C : upward for nasopharyx.

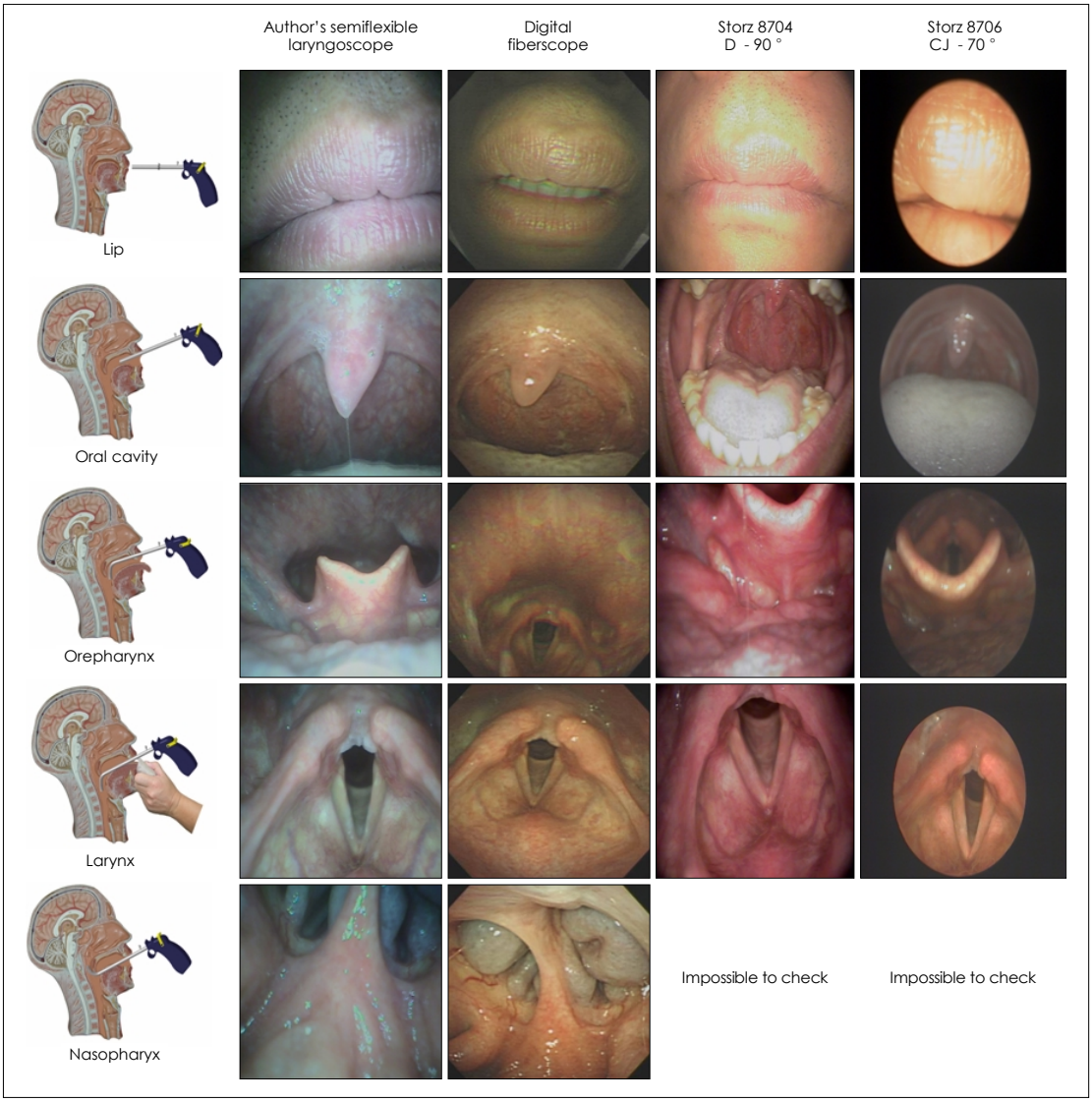

Fig. 5. Comparison of local findings between various types of laryngoscope and the author's semi-flexible digital laryngoscope.

의 조작이 가능하였으며, 다른 한 손으로는 환자의 혀를 잡아 댕기면서 피검자의 입을 통하여 구인두(Fig. 4A), 후두(Fig. 4C) 뿐 아니라 비인두(Fig. 4B)로 굴곡부를 이동시켜 가면서 모니터를 통해 촬영된 영상을 관찰할 수 있었다.

2) 생검채널을 통하여 후두, 하인두 뿐 아니라 비인두 병변의 조직검사도 가능하였다.

3) 모아레 현상 및 영상 가장자리의 왜곡이 없었으며, 기존의 굴곡형 전자 후두내시경 및 90도, 70도 강직형 후두내시경과 비교하여 피사계 심도가 깊어 촛점이 비교적 정확히 맞는 고화질의 영상을 얻을 수 있었다(Fig. 5).

4) 상방으로 굴곡되는 장점을 이용하면 후두미세수술시 후두 노출이 어려운 경우에도 후두직달경(direct laryngoscope)을 통해 저자들의 후두내시경을 삽입하여 후두 병변의 제거도 가능할 것으로 사료되었다.

고 찰

후두검사는 후두를 직접 관찰하는 간접후두경검사, 후두직달경검사, 강직형 후두내시경검사 및 굴곡형 후두내시경검사 등과 성대진동에 초점을 맞춘 후두 스트로보검사(laryngeal stroboscopy), 초고속영상촬영(ultra high speed digital imaging technique),[6] 성문파형검사(glottography),[7] 비디오카이모그라피(videokymography),[8] 비디오스트로보카이모그라피(videostrobokymography),[9] 방사선 스트로보검사 등[10]이 있으며, 성문파형검사(glottography)에는 전기성문파형검사(electroglottography, EGG)[11] 광전성문파형검사(photoelectroglottography)[12] 초음파를 이용한 성문파형검사(ultrasound glottography) 등[10)12)]이 있다. 이 중 임상에서 가장 널리 사용되고 있는 기기는 강직형 후두내시경이다. 그러나 조명용 광원이 쉽게 움직일 수 없을 정도로 부피가 크고, 사용자에 의해 선택적으로 광원을 쉽게 차단할 수 없어 전력의 손실이 많으며, 녹화를 위한 고가의 CCD 카메라 시스템을 추가로 구입하여야 하므로 경제적인 문제점이 있다. 또한, 내시경의 단부가 굴곡성이 없는 강직형이므로 굴곡형 후두내시경과는 달리 검사시 전체 시야를 정확히 관찰하는 것이 용이하지 않아 종종 환부를 간과하고 지나가는 경우도 있으며, 내시경의 끝단부가 파지하는 손으로 가려져서 시야확보가 어려워 내시경 삽입시 구강 혹은 구인두 점막에 손상을 초래하여 출혈을 야기하는 등 사용 상의 어려움이 있다. 이에 반해 굴곡형 후두내시경은 강직형 후두내시경의 결점을 거의 해소하지만 고가일 뿐 아니라 코를 통해 삽입하여야 함으로 야기될 수 있는 비출혈, 국소 마취제 사용시 마취제의 부작용 및 성대의 과도한 자극에 의한 후두경련 등의 위험이 있다. 저자들이 개발한 후두내시경은 내시경 단부에 초소형 카메라시스템을 장착한 촬영부와 이에 연결되어 촬영부를 상·하로 굴곡시키는 굴곡부 및 이를 고정하는 강직관과 강직관의 단부를 수용하여 지지하는 손잡이 형태로 제작하여 검사시 한손만으로 내시경을 파지하면서 상하 굴곡이 가능하며, 삽입시 시야 확보가 용이하여 점막 손상을 최대한 줄일 수 있다.

Kawaida 등[13)]이 소개한 전자식 비디오 후두내시경(electronic videoendoscope)은 굴곡되는 내시경의 단부에 초소형 CCD 센서(sensor)를 장착하여, 기존의 광섬유를 이용한 굴곡형 후두내시경(fiberoptic flexible laryngoscope)에 비디오 카메라를 장착하여 얻은 영상 보다 밝고 해상도가 양호한 영상을 얻을 수 있었다고 하였다. 그러나 광각렌즈(wide angle lens)를 사용하고 있어 기존의 굴곡형 후두내시경의 결점인 영상 가장자리의 왜곡이 있으며, 색감도 다소 붉고 부자연스런 면이 있다. 저자들이 개발한 상하 회전가능한 전자 후두내시경도 Kawaida 등의 방식과 유사하지만 90도의 광각(angle of view)이면서 피사계심도가 깊은 렌즈시스템을 채택하여 영상 가장자리의 왜곡을 최대한 줄이면서 선명한 영상을 얻을 수 있었고, 색감을 조절하여 자연색에 가까운 영상을 얻을 수 있었고 별도의 비디오 카메라를 장착할 필요가 없기 때문에 보다 저렴하게 개발이 가능하였다.

Tsunoda 등은 고가의 내시경 전용 비디오 카메라 대신 일반 mini DV 카메라의 렌즈 앞에 간단한 아답터를 부착하여 굴곡형 후두내시경 혹은 강직형 후두내시경을 연결함으로써 병실 혹은 움직이지 못하는 환자를 위한 재택진료 등 휴대가능한 방법을 소개하였다.[14)]

Omori 등은 성대의 상부면에 평행하게 조작이 가능한 자체 고안한 끝이 세밀한 겸자(forceps)와 굴곡형 후두내시경과 비디오 카메라시스템을 이용하여 성대용종(vocal polyp)이나 육아종(granuloma)뿐 아니라 간단한 라인

케 부종(Rienke's edema)도 절제가 가능하다고 하였다.[15] 그러나 비강을 통해 후두내시경을 삽입하여 시행하기 때문에 혼자 시술이 어렵고 비강에 손상을 줄 수 있는 단점이 있다. 저자가 개발한 상하 회전 가능한 후두내시경은 내시경 자체에 조직검사용 겸자가 들어갈 수 있는 관이 있기 때문에 환자가 혀를 잡고 당길 수만 있다면 한 손으로 내시경을 잡고 다른 한손으론 겸자를 잡고 혼자서도 시술이 가능하다. 이런 원리를 이용하면 이비인후과 영역뿐 아니라 치과, 안과, 피부과, 산부인과 등에서도 폭넓은 활용이 가능할 수 있다.

결 론

저자들이 개발한 상하 회전 가능한 전자 후두내시경은 여러 가지 장점 뿐 아니라 개발 단가도 저렴하기 때문에 인후두영역 뿐 아니라 비인두의 검사시에도 유용한 장비로 이용될 수 있을 것으로 사료된다.

중심 단어 : 전자 후두내시경 · 상하회전 · 반굴곡형.

REFERENCES

1) Garcia M *Observations on the human voice. Philos Mag and J of Sci 1855;10:218-26.*
2) Brunnings W. *Direct laryngoscopy, bronchoscopy, and esophagoscopy. London: Bailliere, Tindall. & Cox;1912. p.110-5.*
3) Killain G. *Die Schwelaryngoskopie. Arch Laryngol Rhinol 1912;26:277-317.*
4) Taub S. *The Taub oral panendoscope: a new technique. Cleft Palate J 1966;3:328-46.*
5) Sawashima M, Hirose H. *New laryngoscopic technique by use of fiber optics. J Acoust Soc Am 1968;43:168-9.*
6) Kiritani S, Hirose H, Imagawa H. *High-speed digital image recording system for observing vocal fold vibration using an image sensor. Iyodenshi To Seitai Kogaku 1987;25:284-90.*
7) Gall V. *Strip kymography of the glottis. Arch Otorhinolaryngol 1984;240:287-93.*
8) Svec JG, Schutte HK. *Videokymography: high-speed line scanning of vocal fold vibration. J Voice 1996;10:201-5.*
9) Sung MW, Kim KH, Koh TY, Kwon TY, Mo JH, Choi SH *et al. Videosrobokymography: A new method for the quantitative analysis of vocal fold vibration. Laryngoscope 1995;109:1895-63.*
10) 山本公一, 角田篤信. 喉頭の ビデオストスコピ-. 耳鼻咽喉科, 頭頸部外科 *MOOK23;1992. p.11-28.*
11) Gremy F, Striglion L. *Contribution to the study of the physiology of the of the larynx of thespeaking voice; contribution of electroglottography. Rev Laryngol Otol Rhinol (Bord). 1963;84:399-408.*
12) Tsuchiya H. *Simultaneous recording of vocal cord vibrations by ultrasound laryngography and photoelectroglottography. Nippon Jibiinkoka Gakkai Kaiho 1991;94:895-905.*
13) Kawaida M, Fukuda H, Kohno N. *Observations of laryngeal lesions with a rhinolarynx electronic videoendoscope system and digital image processing. Ann Otol Rhinol Laryngol 1998;107:855-9.*
14) Tsunoda A, Tsunoda R, Hatanaka A. *Endoscopic adaptor for digital camera and digital imaging filing. Laryngoscope 2002;112:1308-9.*
15) Omori K, Shinohara K, Tsuji T, Kojima H. *Videoendoscopic laryngeal surgery. Ann Otol Rhinol Laryngol 2000;109:149-55.*