후두초음파의 임상적 활용

위드심의원
조 우 진

= Abstract =

Practical Approach of Laryngeal Ultrasonography

Woojin Cho

Department of Otolaryngology-Head & Neck Surgery, Withsim Clinic, Seongnam, Korea

Ultrasonography has increasingly moved from being a modality confined to the radiology department to an active diagnostic and therapeutic aid available to the head and neck at the point of patient care. However, the application of ultrasonography to the laryngeal disorder is very rare due to progressive age-related ossification of laryngeal cartilage and the presence of air in the lumen, which contribute to difficult conditions for transmission of the ultrasonic waves. The observation about the movements of larynx or surrounding structures is important to understand the physiology of phonation or swallowing and to diagnose the disease. Ultrasonography is a noninvasive and safe imaging technique that can be used to investigate the anatomic structures of the head and neck. Recently, the development of high-frequency ultrasonography makes it possible to apply the ultrasound in the evaluation of larynx.

KEY WORDS : Larynx · Ultrasonography · Diagnosis · Pediatric.

서 론

초음파를 후두와 성대 질환에 적용하려는 시도는 있었으나, 후두와 기관 내에 있는 공기는 대부분의 초음파를 반사시키는 장애물 역할을 하며 성인에서 관찰되는 갑상연골의 골화(ossification)가 탐촉자(transducer)에서 발생한 초음파를 후두 내부로 투입되는 것을 방해하기 때문에 제한점이 있었다. 최근 컴퓨터의 발달과 높은 주파수를 지닌 탐촉자의 영상 처리기술의 발달로 후두에 초음파를 활용하는 시도가 다시 이루어지고 있다.¹⁾ 일반적으로 임상에서 초음파를 활용하는 방식은 진단 목적의 초음파(diagnostic evaluation)와 유도 목적의 초음파(guiding procedure)로 크게 나눌 수 있다. 진단 목적의 초음파는 갑상연골의 골화가 없어 좋은 영상을 얻기에 유리한 소아에서 활용도가 높으며, 성대 점막 질

환보다는 성대의 길이나 구조의 평가에 유용할 수 있다. 유도 목적의 초음파는 근전도를 시행할 때 후두근육에 전극을 정확하게 위치시키기 위해 도움이 되고, 후두주입술을 시행할 때 주입물의 위치를 실시간으로 파악할 수 있다. 전통적으로 초음파검사는 영상의학과가 주로 시행하나, 후두초음파는 후두 질환을 직접 다루는 이비인후과 의사가 시행할 경우 보다 많은 영역에 적용이 가능하다. 최근 이비인후과 의사가 다양한 두경부질환에 초음파를 활용하고 있는 추세가 확대되고 있는 점을 감안할 때, 향후 후두초음파의 활용 가능성에 대해, 기존 연구들을 토대로 살펴보고자 한다.

본 론

1. 후두초음파를 위한 준비

1) 초음파 장비와 탐촉자

후두초음파를 포함한 두경부 영역의 여러 장기들은 복부와 비교할 때 피부에 가깝게 위치하기 때문에, 피부 표면에서 3.5 cm 이내에 위치한 장기들을 검사하는 데에 적합한 고해상도 선형(linear) 탐촉자를 활용한다. 탐촉자의 중심주파수는 7.5 MHz 이상을 사용하며, 10 MHz 안팎의 주파수가

논문투고일 : 2017년 11월 9일

논문심사일 : 2017년 11월 13일

게재확정일 : 2017년 11월 23일

책임저자 : 조우진, 13590 경기도 성남시 분당구 황새울로 353, 6층 위드심의원

전화 : (031) 704-7757 · 전송 : (031) 704-8179

E-mail : gogogeorge@gmail.com

후두초음파를 보는 데에 적절하다. 체형상 피부, 피부지방, 근육 등이 두꺼운 경향이 있는 경우에는 주파수를 약간 낮추어 검사를 하는 것이 도움이 된다. 소아의 경우는 투과해야 할 연조직이 비교적 적기 때문에 보다 높은 주파수를 사용하여 고해상도 영상을 얻기에 유리하다. 탐촉자 접촉면(footprint)의 길이는 갑상선, 임파선 등의 검사에 일반적으로 활용되는 4~5 cm로 충분하다.

2) 검사의 자세

후두초음파를 위해서 금식이나 마취 등 별도의 전처치가 필요하지 않다. 갑상선과 경부초음파를 시행하는 일반적인 양와위(supine position)에서 검사를 시행하며, 갑상선 부위에 비해 약간 높은 갑상연골이 위치한 부위에 탐촉자를 위치시킨다(Fig. 1). 갑상연골 주변에서 탐촉자를 움직이면서 검사를 원하는 부위에서 횡단스캔(transverse scan) 또는 종단스캔(longitudinal scan) 하면서 초음파 영상을 얻는다. 후두 융기(laryngeal prominence)가 두드러진 성인남자의 경우는 정중앙에 탐촉자를 위치하는 경우 탐촉자의 접촉면이

충분하게 전경부 피부에 닿지 않기 때문에, 측면에서 스캔을 하거나 젤 패드(gel pad) 등을 이용하는 것이 도움이 된다.²⁾ 초음파 검사의 장점은 실시간으로 내부 장기의 변화를 평가하는 것이므로, 후두초음파를 이용해 발성, 호흡시의 변화를 잘 관찰하기 위해서 앉은 자세에서 검사를 하는 것이 도움이 될 수 있다. 음향학적검사를 같이 시행하면서 초음파검사를 할 수 있다(Fig. 2).

2. 진단 목적의 후두초음파

1) 후두초음파의 기본영상

공기를 통과하지 못하는 초음파의 고유 특성상 후두 점막을 뚜렷하게 확인하는 데에는 제한점이 있으나, 근육, 연골을 비롯한 후두 골격을 구성하는 연조직의 상태를 파악은 충분히 가능하다. 갑상연골의 골화가 진행되지 않은 경우에는 이러한 구조물의 파악이 훨씬 수월하다. 전교련(anterior commissure)은 초음파에서 고에코(hyperechoic)를 띄는 점(Cho's dot)으로 잘 관찰된다. 근육은 일반적으로 초음파에서 저에

Fig. 1. Linear transducer placed transversely over the middle portion of the thyroid cartilage.

Fig. 2. Real-time ultrasonographic scanning of larynx with voice analysis.

Fig. 3. Representative high-frequency ultrasonographic image of normal vocal folds. A : Note the hyperechoic spot (arrow) matching with anterior commissure of vocal folds (Cho's dot). Arytenoid cartilage (arrow head). B : False vocal folds appears hyperechoic (arrow head).

코(hypoechoic) 영상을 띄며, 후두내외근 모두 저에코로 관찰이 된다. 피열연골(arytenoid cartilage)은 골화가 많이 진행된 경우는 전체적으로 고에코의 영상으로 관찰이 되며, 골화가 덜 진행된 경우는 내부는 고에코, 외부는 저에코의 영상으로 호흡과 발성 시 움직임이 잘 관찰된다. 가성대(false vocal fold)는 진성대에 비해 고에코로 관찰된다(Fig. 3).

2) 소아에서 후두초음파의 활용

소아에서 음성변화의 평가는 전통적으로 목쉰 소리(hoarseness), 탁한소리(roughness), 억압된 소리(stridency) 등을 주관적인 방식으로 평가한다.³⁾ 하지만, 적절한 진단을 위해서는 소아의 후두를 검사하는 것이 필요하며 굴곡 내시경(flexible fiberoptic endoscope)의 발달로 인해 소아의 후두를 검사하는 것이 수월해 졌다. 하지만 협조가 어려운 소아의 경우 굴곡 내시경을 통한 후두의 평가가 쉽지 않다.^{4,5)}

후두초음파는 1970년대 이후부터 활용되기 시작하였다.⁶⁾ 초기에는 비 침습적인 검사방법이라는 장점 때문에 태아의

상기도 해부학을 평가하는 데에 주로 활용되었다가, 점차 활용범위가 확대되어 유소아에서 성문하부 직경을 측정하여 성문하 혈관종(subglottic hemangiomas), 후두 협착증(stenosis), 후두 마비(paralysis) 등을 평가하는데 활용되고 있다.⁷⁾ 또한, 유소아 후두 천명(stridor)이나 피열후두개주름(aryepiglottic fold)에서 기인한 큰 선천성 낭종의 진단에 활용이 가능하다.^{8,9)} 초음파 영상처리기술의 발달로 최근에는 성대결절과 같은 진성대의 병적상태를 확인하려는 시도가 있으며, 후두 내시경 검사가 어려운 소아에서는 대체 검사법으로 활용을 할 수 있다.^{10,11)} Vats 등은 55명의 12세이하 성대마비가 있는 유소아에서 후두초음파를 이용해 후두를 평가하였으며, 후두내시경과 81.2% 이상의 소견 일치율을 보였으며, 12개월 이상 유소아에서는 89.5%의 일치율을 보여 안전하고 비 침습적이며 후두내시경 검사가 어려운 경우 대체할 수 있는 가능성을 제시하였다.¹²⁾ 이비인후과 영역은 아니지만, 기관 삽관(intubation) 및 마취 전후의 소아 상기도의 평가에 후두초음파가 활용되기도 한다.^{13,14)}

3) 성인에서 후두초음파의 활용

소아와는 다르게, 성인에서는 갑상연골의 골화가 후두초음파 검사의 중요한 제한 요소로 작용한다(Fig. 4). 갑상연골의 골화는 10대 후반부터 시작하며, 남성에서 보다 두드러진다. 골화의 순서는 후면(posterior branch, 15~21세), 하면(inferior, 21~25세), 상각(superior horn, 25.5~31세), 미부(caudal branch, 28~39세), 정중 결(paramedian bar, 37.5~45세), 두부와 중앙(cranial branch and median bar, 51~58세), 그리고 최종적으로 후두판(laminae, 57~68세)으로 이루어진다.^{15,16)} 후두 연골의 각이 보다 덜 예리한 여성에서 초음파의 투과가 수월하여 검사가 용이하다.¹⁷⁾

소아에서와 마찬가지로 진성대의 병리상태를 판단하는 데에는 제한점이 있으나, 비교적 큰 성대 폴립은 관찰이 가능하

Fig. 4. Ultrasonographic view showing a severely ossified thyroid cartilage of 40-year-old male.

Fig. 5. Comparison between the laryngoscopic view and the ultrasonographic view of vocal polyp. A : Laryngoscopic finding of left vocal polyp. B : Ultrasonographic view of left vocal polyp (arrow head).

Fig. 6. Comparison between the laryngoscopic view and the ultrasonographic view of vocal paralysis. A : Laryngoscopic finding of left vocal cord paralysis. B : Ultrasonographic view of left vocal cord paralysis. Fixed left arytenoid cartilage (arrowhead) ; abducted right arytenoid cartilage (arrow).

다(Fig. 5). 피열연골의 움직임은 초음파에서 관찰이 잘되어, 성대마비의 확인이 용이하다(Fig. 6). 후교련(posterior commissure), 윤상연골 후방, 하인두 후벽과 같이 후두의 뒤쪽 구조물들을 확인하는 데에는 한계가 있으나, 후두암 환자에서 후두내시경, CT와 함께 수술 전 평가에 활용이 가능하다.¹⁸⁾

Cho 등은 성악가에서 실시간으로 호흡, 발성시 성대의 길이 변화를 측정하였으며, 성악가의 편한 발성과 고음 발성 시 성대의 길이 변화가 뚜렷하지 않음을 확인했다.¹¹⁾ 실시간으로 후두의 변화를 비침습적으로 볼 수 있는 후두초음파의 장점은 다양한 음향학적 검사와 같이 시행하여 발성과 호흡의 생리를 연구하고 파악하는 데에 유용하게 활용될 수 있다.

3. 유도 목적의 후두초음파

유도 목적의 초음파는 초음파를 보면서 바늘이나 전극을 병변에 정밀하게 위치시켜 진단과 치료의 정확성을 높이고, 침습적인 시술을 하는 경우 주변 조직의 손상을 최소화하는 데에 도움을 준다. 세포검사나 농양 또는 낭종의 흡인 시 초음파 유도하 술기가 사용되는 것은 다른 부위와 동일 하며, 후두에서 고유하게 활용되는 유도 목적의 초음파 술기는 후두내주입술, 후두근전도가 대표적이다.

1) 후두내주입술

Ng 등은 일측성대마비 환자에서 후두내주입술을 내시경과 초음파의 도움을 동시에 받으면서 시행하는 술기를 보고 하였다. 내시경하 후두내주입술은 점막하로 바늘을 접근하기 때문에 대개 정확하게 바늘을 보지 못하고 진행하며(blind procedure) 때로는 바늘의 정확한 위치를 잡기가 어려울 수 있다. 초음파 유도하에 경피적(transcutaneous), 경연골(transcartilaginous) 경로로 바늘을 삽입하여 주입술을 시행하는 경우 바늘의 세밀한 위치 조정이 가능하였으며, 주입물의 상태를 파악하는 데에도 도움이 된다.¹⁹⁾

2) 후두근전도

후두근전도를 시행할 때 전극을 정확하게 위치시키는 것은 매우 중요하며, 나안으로 전극을 정확하게 확인하기는 불가능하다. 전극의 위치는 환자에게 발성을 유도하여 근전도를 보며 확인할 수 있으나, 초음파유도하에 근전도를 시행하는 경우 세밀한 조정이 가능하다. 갑상연골의 골화가 많이 진행된 경우에는 갑상피열근(thyroarytenoid muscle)의 확인이 제한적인 단점이 있으나, 초음파를 보면서 검사를 시행할 때는 술기 중 발생하는 출혈, 혈종과 같은 합병증을 조기에 발생하는 데에 도움을 받을 수도 있다.²⁰⁾ 초음파를 통해 측정된 윤상연골의 위쪽 경계에서부터 성대의 중간지점까지의 거리를 측정하여 삽입하는 전극의 길이와 깊이를 예측이 가능하다.²¹⁾

결 론

고화질의 후두내시경을 통해 성대 점막과 운동성 등을 파악하기 수월하나, 후두근육, 연골을 비롯한 후두골격의 상태를 실시간으로 평가할 수 있는 초음파를 같이 활용한다면, 기존의 진단과 치료 방식에 세밀함을 더할 수 있다. 갑상연골의 골화와 후두내에 있는 공기로 인해 검사의 제한점이 있으나, 후두내시경 검사에 협조가 어려운 유소아에서는 갑상연골의 골화가 없기 때문에 후두초음파가 도움이 된다. 아직까지는 후두초음파를 이용해 성대 점막의 병리를 평가하는 데에는 제한점이 있다. 하지만, 성대마비와 같은 질환에서 피열연골과 후두근육의 운동성을 평가할 수 있고, 초음파유도하에 이루어지는 후두내주입술, 후두근전도와 같은 술기를 보다 정확하게 시행하면서 시술 중 합병증을 모니터링할 수 있다.

진료 분야를 구분하지 않고 임상 의사가 직접 초음파를 진료에 활용하는 경향은 점차 확대되고 있다. 향후 이비인후과

의사가 진료에 후두초음파를 이용할 경우 진단 및 치료 목적으로 폭넓게 활용할 수 있을 것으로 생각한다.

중심 단어 : 후두·초음파·진단·소아.

REFERENCES

- 1) Cho W, Hong J, Park H. Real-time ultrasonographic assessment of true vocal fold length in professional singers. *J Voice* 2012;26(6): 819. e1-6.
- 2) Fukuhara T, Donishi R, Matsuda E, Koyama S, Fujiwara K, Takeuchi H. A novel lateral approach to the assessment of vocal cord movement by ultrasonography. *World J Surg* 2018;42(1):130-6.
- 3) Kelchner LN, Brehm SB, Weinrich B, Middendorf J, DeAlarcon A, Levin L, et al. Perceptual evaluation of severe pediatric voice disorders: rater reliability using the consensus auditory perceptual evaluation of voice. *J Voice* 2010;24(4):441-9.
- 4) Wolf M, Primov-Fever A, Amir O, Jedwab D. The feasibility of rigid stroboscopy in children. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2005; 69(8):1077-9.
- 5) Yellon RF, Borland LM, Kay DJ. Flexible fiberoptic laryngoscopy in children: effect of sitting versus supine position. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2007;71(8):1293-7.
- 6) Hamlet SL, Reid JM. Transmission of ultrasound through the larynx as a mean of determining vocal fold activity. *IEEE Trans Biomed Eng* 1972;19(1):34-7.
- 7) Garel C, Contencin P, Plonowski JM, Hassan M, Narcy P. Laryngeal ultrasonography in infants and children: a new way of investigating. Normal and pathological findings. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 1992;23(2):107-15.
- 8) Ding LW, Wang HC, Wu HD, Chang CJ, Yang PC. Laryngeal ultrasound: a useful method in predicting post-extubation stridor. A pilot study. *Eur Respir J* 2006;27(2):384-9.
- 9) Youssefzadeh S, Steiner E, Turetschek K, Gritzmam N, Kursten R, Franz P. The sonography of laryngeal cysts. *Rofo* 1993;159(1):38-42.
- 10) Spadola Bisetti M, Segala F, Zappia F, Albera R, Ottaviani F, Schindler A. Non-invasive assessment of benign vocal folds lesions in children by means of ultrasonography. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2009;73(8):1160-2.
- 11) Ongkasuwan J, Devore D, Hollas S, Jones J, Tran B. Laryngeal ultrasound and pediatric vocal fold nodules. *Laryngoscope* 2017; 127(3):676-8.
- 12) Vats A, Worley GA, De Bruyn R, Porter H, Albert DM, Bailey CM. Laryngeal ultrasound to assess vocal fold paralysis in children. *J Laryngol Otol* 2004;118(6):429-31.
- 13) Kim J, Kim JY, Kim WO, Kil HK. An ultrasound evaluation of laryngeal mask airway position in pediatric patients: an observational study. *Anesth Analg* 2015;120(2):427-32.
- 14) Schramm C, Knop J, Jensen K, Plasmacke K. Role of ultrasound compared to age-related formulas for uncuffed endotracheal intubation in a pediatric population. *Paediatr Anaesth* 2012;22(8):781-6.
- 15) Heather MG. Ossification of laryngeal structures as indicators of age. *J Forensic Sci* 2008;53(5):1023-7.
- 16) Krogman WM. The human skeleton in forensic medicine. *Postgrad Med* 1955;17(2):A-48-62.
- 17) Raghavendra BN, Horii SC, Reede DL, Rumancik WM, Persky M, Bergeron RT. Sonographic anatomy of the larynx, with particular reference to the vocal cords. *J Ultrasound Med* 1988;6(5):225-30.
- 18) Rzepakowska A, Osuch-Wójcikiewicz E, Bruzgielewicz A, Niemczyk K. How useful is ultrasound in the assessment of local advancement of laryngeal cancer? *Otolaryngol Pol* 2015;69(2):21-6.
- 19) Ng SK, Yuen HY, van Hasselt CA, Ahuja A. Combined ultrasound/endoscopy-assisted vocal fold injection for unilateral vocal cord paralysis: a case series. *Eur Radiol* 2012;22(5):1110-3.
- 20) Park HS, Jung SY, Yoo JH, Park HJ, Lee CH, Kim HS, et al. Clinical usefulness of ultrasonography-guided laryngeal electromyography. *J Voice* 2016;30(1):100-3.
- 21) Seo HG, Jang HJ, Oh BM, Kim W, Han TR. Use of ultrasonography to locate laryngeal structures for laryngeal electromyography. *PM R* 2014;6(6):522-7.