

A Case of Image-Guided Surgery in Congenital Aural Atresia

Sung-Wook Jeong, Min-Young Kang, Tae-Kyung Koh and Myung-Koo Kang

Department of Otolaryngology-Head and Neck Surgery, College of Medicine, Dong-A University, Busan, Korea

영상유도수술법을 이용한 선천성 외이도 폐쇄증 수술 1예

정성욱 · 강민영 · 고태경 · 강명구

동아대학교 의과대학 이비인후-두경부외과학교실

Received April 10, 2013

Revised May 23, 2013

Accepted May 28, 2013

Address for correspondence

Myung-Koo Kang, MD, PhD
Department of Otolaryngology-
Head and Neck Surgery,
College of Medicine,
Dong-A University,
26 Daejeongwon-ro, Seo-gu,
Busan 602-715, Korea
Tel +82-51-240-5428
Fax +82-51-253-0712
E-mail mgkang@dau.ac.kr

The repair of congenital aural atresia remains one of the most challenging otologic procedures because of the scarcity of surgical landmarks, the complexity and the variety of the temporal bone anatomy, and the limited space for reconstruction. The risks of facial nerve injury and profound sensorineural hearing loss following atresia surgery are common concerns. Furthermore, the rarity of the disease makes it difficult to improve surgical learning. Image-guided surgery may aid otologic surgeons in repairing atresia as it allows identifying the exact position of surgical instruments in relation to the specific anatomy. To our knowledge, there have been no published reports on image-guided atresia surgery in Korea. Herein, we report a case of congenital aural atresia, which was repaired using image-guided surgical technique.

Korean J Otorhinolaryngol-Head Neck Surg 2013;56:659-63

Key Words Congenital aural atresia · Image-guided surgery · Navigation.

서 론

선천성 외이도 폐쇄증은 신생아 10000~20000명 당 1명에서 발생하는 비교적 드문 질환이다.¹⁾ 발생빈도가 드물어 수술 경험을 축적하기 어렵고, 중이, 이소골, 안면신경 등 중요 구조물의 해부학적 변형이 심해, 이과 수술 중 난이도가 가장 높은 수술에 해당한다. 선천성 외이도 폐쇄증의 수술 방법 중 가장 널리 쓰이는 방법은 전방접근법이다. 이 접근법의 요지는 폐쇄골판(atretic bony plate)을 찾아 제거하고, 상고실(epitympanum)을 개방하는 것이다. 하지만 폐쇄골판의 위치를 정확히 확인하는 것이 쉽지 않고 안면신경과 이소골의 해부학적 변형이 동반되는 경우가 많아, 안면신경 손상과 이소골 손상으로 인한 난청 악화의 위험성이 있다. 따라서 합병증 없는 안전한 수술을 위해서는 수술 전에 측두골 고해상도 전산화단층촬영을 시행하여 안면신경 주행이상, 이소골의 형태 및 연쇄의 상태, 중이강 및 유양동의 함기화 상태 등을 면밀히 평

가하여, 측두골, 중이강, 그리고 안면신경 등의 삼차원적 구조를 정확히 파악한 뒤 실제 수술에 적용하여야 한다. 하지만 해부학적 변형이 심하거나, 수술 경험이 많지 않은 초심자의 경우 수술에 많은 어려움이 따를 수 있다. 이때 영상유도수술법(image-guided surgery)이 도움이 될 수 있다. 영상유도수술법은 수술 시야에 위치한 탐침자(probe)의 위치를 전산화단층촬영 영상에 실시간으로 보여주는 장치인 영상유도장치를 이용한 수술법이다. 주로 신경외과 영역의 수술에 이용되어 왔으며, 이비인후과 영역에서는 부비동 내시경 수술에 이용되고 있다. 해외에서는 이과 영역의 수술에도 이용되고 있으나, 국내에서는 이과 영역에 적용된 예가 드물고²⁾ 선천성 외이도 폐쇄증 수술에 적용된 예는 보고된 바가 없다. 이에 저자들은 영상유도수술법을 이용하여 선천성 외이도 폐쇄증 수술을 성공적으로 시행한 증례를 보고하고자 한다.

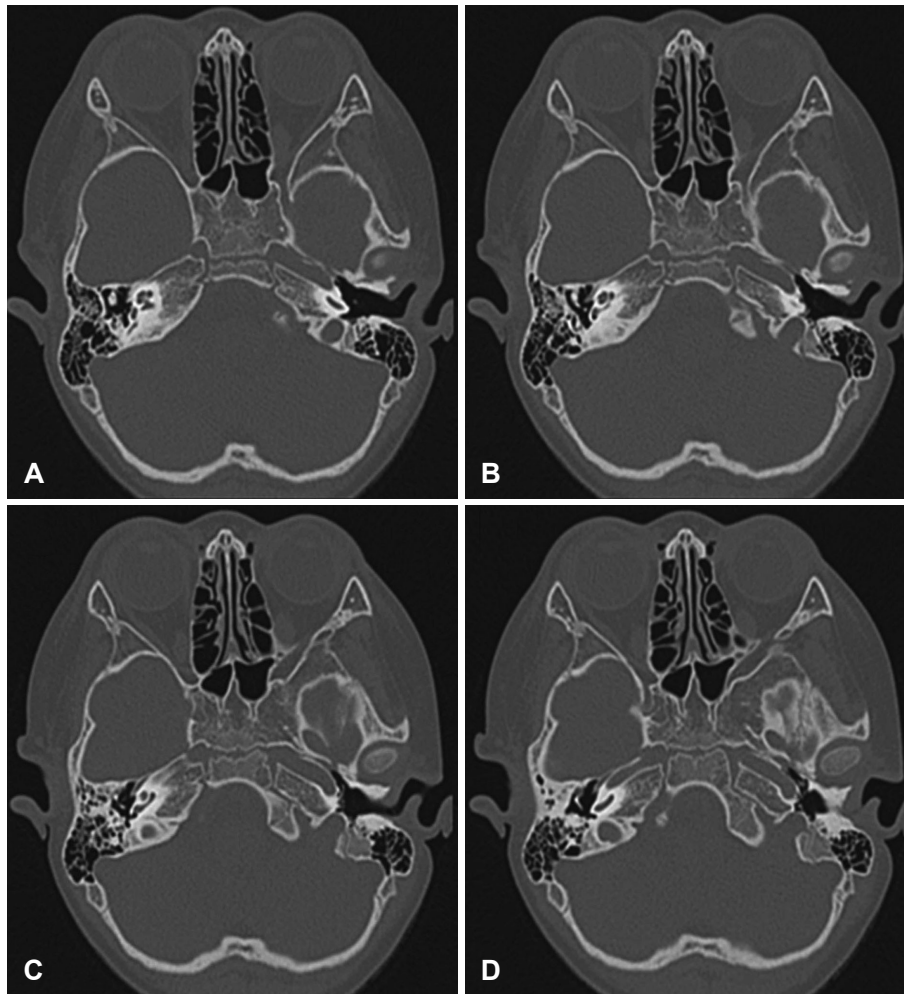


Fig. 1. The axial images of temporal bone computed tomography with section thickness of 6 mm show total atresia of right external auditory canal. The images are ordered consecutively, from A which is superior to D which is inferior.

증 례

생후 20일 경의 남아가 우측 외이도 형성 부전을 주소로 내원하였다. 이학적 검사 상 외이도는 입구부터 폐쇄되어 있었고 이개는 정상적인 외형을 보였다. 골도 청성뇌간반응 검사에서 양측 귀 모두 10 dBn HL의 역치를 보였고, 기도 청성뇌간반응 검사에서는 우측 60 dBn HL, 좌측은 10 dBn HL의 역치를 보였다. 정기적인 외래 경과 관찰을 시행하였으며, 만 5세경 시행한 순음청력검사서 좌측은 10 dB HL, 우측은 골도 5 dB HL, 기도 55 dB HL의 역치를 보였다. 측두골 전산화단층촬영에서 외이도 골부가 전반적으로 폐쇄된 소견으로 Schuknecht type C에 해당하였으며, Jahrsdoerfer grading system 점수는 10점으로 수술에 적합한 대상으로 판정되었다(Fig. 1). 만성중이염과 진주종성 중이염, 그리고 인공와우 이식 등 다양한 이과 수술의 집도 경험이 풍부하고 선천성 외이도 폐쇄증 수술에 참여한 경험은 많으나, 선천성 외이도 폐쇄증 수술을 집도한 경험은 없는 술자에 의해 본 수술이 시행

될 예정이었기 때문에, 안전한 수술을 위해 영상유도수술법을 시행하기로 결정하였다.

수술에 사용된 영상유도장치는 Fusion™ ENT navigation system(Medtronic, Louisville, CO, USA)으로 전자기장을 이용하여 수술 시야의 실제 위치를 수술 전 촬영한 전산화단층촬영 영상에 표시해 주는 장치이다. 수술 전날 수술 부위 주변에 6개의 표식자(marker)를 부착하여 0.6 mm 간격으로 측두골 전산화단층촬영을 시행하였다(Fig. 2). 수술시 안면 신경 감시 장치를 설치하고 머리를 반대편으로 돌린 후 환자 추적기(patient tracker)를 이마에 고정하였다. 수술 부위 주변에 미리 부착한 표식자를 영상유도장치에 등록(registration)한 후, 이주(tragus), 외이도 입구부, 표식자 등에 탐침자를 위치하여 전산화단층촬영 영상의 위치와 정확히 일치함을 확인하였다(Fig. 3).

수술은 전방접근법을 이용하여 시행하였다. 관골근의 아래쪽을 뒤로 연장한 선과 유양돌기첨의 앞쪽 경계를 연장한 선이 만나는 점을 새로운 외이도의 중심점으로 생각하고 드릴



Fig. 2. Preoperative sticking of six fiducial markers around right external ear.

링을 시작하였다. 드릴링 중 중두개와 경막으로 의심되는 구조물이 노출되었으나, 영상유도장치를 이용하여 이 구조물이 경막임을 정확히 확인하여 경막 손상을 피할 수 있었으며(Fig. 4), 이후 영상유도장치의 유도에 따라 어렵지 않게 패쇄골판을 확인하고 상고실을 개방할 수 있었다(Fig. 5). 상고실 개방 후 추골-침골 복합체를 확인하고 드릴링을 진행하여 새로운 외이도를 형성하였다. 상고실 개방 후 추골-침골 복합체에 탐침자를 위치시킨 결과 전산화단층촬영 영상에서의 위치와 정확히 일치하는 것을 확인할 수 있었다. 측두근막을 이식하고, 외이도 피부이식을 시행한 후 수술을 마쳤으며, 환자는 술 후 현기증이나 안면신경마비 등의 합병증 없이 현재 외래 경과 관찰 중이다.

고 찰

선천성 외이도 폐쇄증의 수술 목적은 합병증 없이 새로운 외이도를 만들고 청력을 개선하는 것이다. 하지만 안면신경을 포함한 중요 구조물의 해부학적 변형으로 인해 수술 합병증의 위험이 항상 존재한다. 수술 합병증을 최소화하기 위해서, 술자는 측두골 전산화단층촬영 영상을 면밀히 분석하여 삼차원적인 입체 구조를 정확히 파악하고 있어야 하며, 본 수

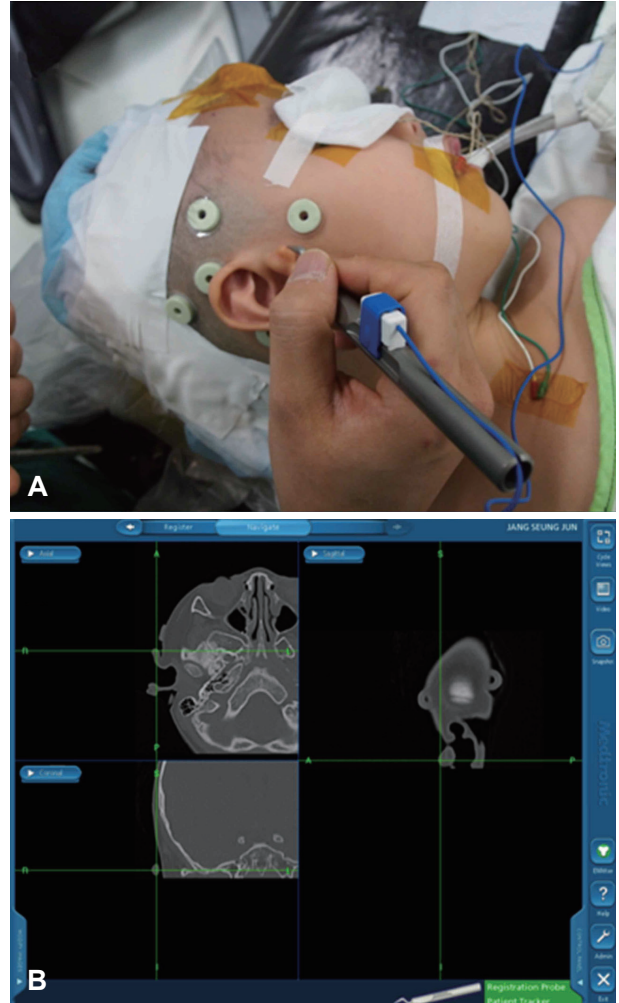


Fig. 3. The probe's tip is placed on the right tragus (A). The axial, coronal, and sagittal views of navigation system's monitor show the identical location which the probe's tip indicates (B).

술의 경험이 풍부한 술자에 의해 수술이 시행되어야 한다. 한 연구에 따르면, 안정적인 단기 수술 결과를 얻기 위해서는 최소 32예의 수술경험이 필요하고, 안정적인 장기 수술 결과를 얻기 위해서는 최소 48예의 수술 경험이 필요하다.³⁾ 만일 본 수술에 대한 경험이 많지 않거나 처음 집도하는 경우라면, 수술 합병증 발생 위험이 증가할 수 있고 수술에 상당한 시간이 소요될 수 있다. 그러나 모든 술자는 초심자의 과정을 피할 수 없기 때문에, 만성 중이염과 진주종성 중이염 등 다른 이과 수술을 충분히 경험한 이후 선천성 외이도 폐쇄증 수술을 시작하는 것이 좋다. 나아가 본 증례에서 보여준 바와 같이 수술의 원칙을 충실히 지키면서 영상유도장치의 도움을 받는다면 보다 안전하고 정밀한 수술을 시행할 수 있다.

이비인후과 영역에서 영상유도수술법은 초기에는 주로 비과 영역에 국한되어 있었다. 비과 영역의 수술에서 영상유도장치를 이용할 경우 수술의 합병증이 감소하는 것으로 보고

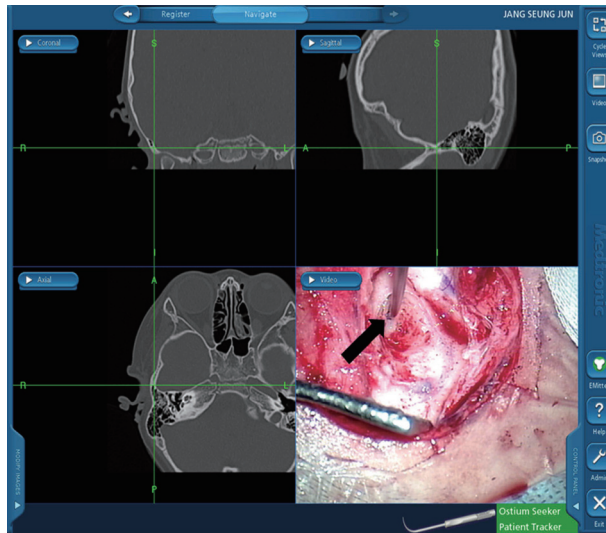


Fig. 4. Intraoperative screen-shot of the navigation system's monitor during canaloplasty. The probe's tip (arrow) is placed on the middle cranial fossa dura, and the identical position is indicated on the monitor of the navigation system.

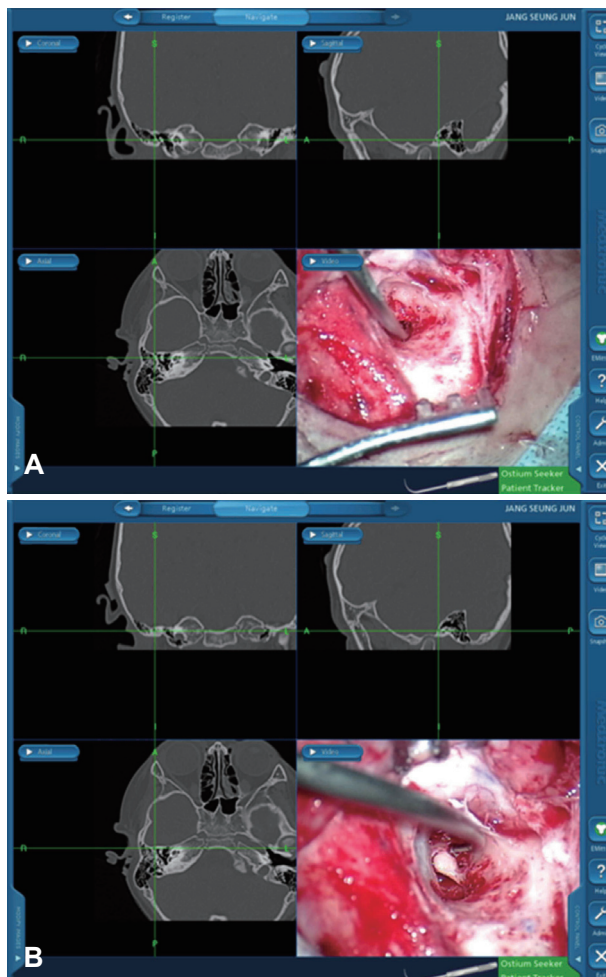


Fig. 5. Intraoperative identification of atretic bony plate (A) and malleus-incus complex (B).

되었다.⁴⁾ 이와 영역에 영상유도장치를 이용한 보고는 1997년 중두개와 접근법에 사용한 것이 처음이다.⁵⁾ 이후 2003년 선천성 외이도 폐쇄증 수술⁶⁾과 골화된 와우를 가진 환자의 인공와우이식에서 와우개창술에 사용한 보고⁷⁾ 등이 있다. 9명의 선천성 외이도 폐쇄증 환자에서 영상유도장치를 이용한 수술 결과를 보고한 연구에서는, 영상유도장치가 수술 시간을 단축시키고 초심자는 물론 해부학적 변형이 심한 증례를 수술하는 숙련된 술자에게도 도움이 될 수 있다고 하였다.⁶⁾ 이와 수술은 수술시 움직임과 위치변화가 없는 골조직에 대한 수술이기 때문에, 영상유도장치의 도움을 받기 용이하다.⁸⁾ 또한 측두골에는 안면신경, 와우, 세반고리관, 뇌경막, 경동맥 등 손상될 경우 위중한 합병증을 야기할 수 있는 중요 구조물들이 위치하기 때문에 이와 수술의 경우 영상유도장치가 큰 도움이 될 수 있다.

영상유도장치를 수술에 적용할 때, 가장 중요한 점은 정확도이다.^{8,9)} 오차가 적을수록 보다 정밀한 수술이 가능하며, 오차가 클 경우 오히려 예기치 않은 해를 초래할 가능성이 커지기 때문이다. 1 mm 이하의 오차를 위해서는 뼈에 삽입하는 형태의 표식자(bone-implanted marker)를 이용해야 하며, 본 증례에서와 같이 피부에 부착하는 피침습적 표식자(skin-affixed marker)를 사용하는 경우 오차 범위는 2 mm 이내이다.¹⁰⁾ 2 mm 이내의 오차로 안면신경과 세반고리관 등 미세 해부학적 구조물의 정확한 위치를 완벽히 확인하는 데는 어려움이 있을 수 있으나, 중요 구조물의 손상을 피하면서 안전하게 수술을 진행할 수 있도록 안내하기에는 충분하다. 본 증례에서도, 이와 수술의 경험을 충분히 가진 상태에서 선천성 외이도 폐쇄증 수술의 원칙을 충실히 따르면서 영상유도장치의 안내를 따라 수술을 시행한 결과, 초심자임에도 불구하고 안면신경과 이소골의 손상 없이 어렵지 않게 폐쇄골판의 위치를 정확히 확인하고 상고실을 개방할 수 있었다. 또한 상고실 개방 후 추골-침골 복합체에 탐침자를 위치해 본 결과, 전산화단층촬영 영상에서의 위치와 정확히 일치하는 것을 확인할 수 있다.

영상유도장치를 이용한 수술법은 초심자가 시행하는 이와 수술은 물론 재수술이나 해부학적 구조의 변이가 있는 이와 질환의 수술에 유용하게 적용될 수 있다.¹¹⁾ 그러나 영상유도장치를 통해 전산화단층촬영 영상에서 보여지는 위치가 실제 수술 시야의 위치와 완벽히 일치하는 것은 아닐 가능성이 있다. 따라서 영상유도장치는 전체적인 수술방향을 안내하는 안내자의 수준에서 사용하도록 하고, 정밀한 부분의 수술 조작은 충분한 해부학적 지식과 직·간접적인 수술 경험을 바탕으로 시행하는 것이 바람직하다. 이후 기술적인 발전을 통해 영상유도장치의 정확도가 더욱 향상될 것으로 기대하

며, 1~2 mm 이하의 오차를 가지는 현재 수준의 영상유도장치로도 선천성 외이도 폐쇄증을 포함한 다양한 이과 수술에 유용하게 사용될 수 있을 것으로 생각한다.

REFERENCES

- 1) Service GJ, Roberson JB Jr. Current concepts in repair of aural atresia. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg* 2010;18(6):536-8.
- 2) Chang KH, Jun BC, Park SW, Yeo SW. A case of image-guided acoustic neuroma surgery via middle cranial fossa approach. *Korean J Otorhinolaryngol-Head Neck Surg* 2008;51(5):462-6.
- 3) Patel N, Shelton C. The surgical learning curve in aural atresia surgery. *Laryngoscope* 2007;117(1):67-73.
- 4) Kohan D, Jethanamest D. Image-guided surgical navigation in otology. *Laryngoscope* 2012;122(10):2291-9.
- 5) Sargent EW, Bucholz RD. Middle cranial fossa surgery with image-guided instrumentation. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1997; 117(1):131-4.
- 6) Caversaccio M, Romualdez J, Baechler R, Nolte LP, Kompis M, Häusler R. Valuable use of computer-aided surgery in congenital bony aural atresia. *J Laryngol Otol* 2003;117(4):241-8.
- 7) Raine CH, Strachan DR, Gopichandran T. How we do it: using a surgical navigation system in the management of the ossified cochlea. *Cochlear Implants Int* 2003;4(2):96-101.
- 8) Caversaccio M, Panosetti E, Ziglinas P, Lukes A, Häusler R. Cholesterol granuloma of the petrous apex: benefit of computer-aided surgery. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2009;266(1):47-50.
- 9) Staecker H, O'malley BW, Eisenberg H, Yoder BE. Use of the LandmarXtrade mark Surgical Navigation System in Lateral Skull Base and Temporal Bone Surgery. *Skull Base* 2001;11(4):245-55.
- 10) Labadie RF, Majdani O, Fitzpatrick JM. Image-guided technique in neurotology. *Otolaryngol Clin North Am* 2007;40(3):611-24, x.
- 11) Gunkel AR, Vogele M, Martin A, Bale RJ, Thumfart WF, Freysinger W. Computer-aided surgery in the petrous bone. *Laryngoscope* 1999; 109(11):1793-9.