

A Case of Image-Guided Posterior Tympanotomy in Chronic Otitis Media

Min-Young Kang, Sung-Wook Jeong, Si-Won Yoon and Myung-Koo Kang

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

영상유도수술법을 이용한 만성 중이염 수술에서의 후고실개방술 1예

강민영 · 정성욱 · 윤시원 · 강명구

동아대학교 의과대학 이비인후-두경부외과학교실

Received April 23, 2013
Revised May 28, 2013
Accepted May 31, 2013
Address for correspondence
Myung-Koo Kang, MD, PhD
Department of Otorhinolaryngology-
Head and Neck Surgery,
College of Medicine,
Dong-A University,
26 Daesingongwon-ro, Seo-gu,
Busan 602-715, Korea
Tel +82-51-240-5428
Fax +82-51-253-0712
E-mail mgkang@dau.ac.kr

Posterior tympanotomy is a procedure performed to access the posterior mesotympanum through a mastoid exposure while preserving the posterior external auditory canal wall. It is dangerous to drill the site of procedure, as it is surrounded by incudal fossa superiorly, facial nerve posteriomediately, and chorda tympani nerve anterolaterally, and forms a very narrow pathway. There is always a risk of surgical trauma involving important surgical structures, especially facial nerve and chorda tympani nerve. The development of image-guided surgery (IGS) has significantly improved the performance of many surgical procedures by aiding the identification of surgical landmarks, improving surgical outcomes, rendering the procedure safer and more efficient, especially for beginner otologic surgery, in revision operations, in cases of massive bleeding and tumor of complex anatomy. To see how IGS could help otologic surgeons to identify fine, important structures during posterior tympanotomy, we report a case of posterior tympanotomy in chronic otitis media, which was done using the image-guided surgical technique.

Korean J Otorhinolaryngol-Head Neck Surg 2013;56:721-5

Key Words Image-guided surgery · Navigation introduction · Posterior tympanotomy.

서 론

후고실개방술(posterior tympanotomy)은 외이도 후벽을 보존하면서 중고실의 후방을 노출하기 위해 유양동을 통해 접근하는 방법으로¹⁾ 정원창, 등골, 고실동(sinus tympani) 부분의 병변제거, 고실부 안면신경의 노출, 인공와우이식술시, 유양동구의 환기, 측측두골절제술시 등에 사용되는 술식이다. 이 술기는 1958년 Jansen에 의해 처음 기술되었고, 후고실개방술을 시행하는 부위의 경계는 상부의 침골와(incudal fossa), 후내방의 안면신경, 전외측의 고삭신경으로,²⁾ 발산각이 약 21~23°로 좁은 부위를 드릴링 하여 안면신경과로 접근해야 하기 때문에 그 술식의 위험성이 높은 편이다.

술 중 예상치 못한 외상을 줄이기 위해 등장한 프레임 없이 시행하는 정위법(three dimensional navigation)의 발달은 많

은 수술에 있어 더 나은 술기를 만들고 그 결과를 향상시키는 데 도움을 주었다.^{3,4)} 이러한 시스템은 이비인후과 영역에서 주로 전두개저 및 부비동 수술에 이용되고 있는데, 부비동 수술에서 술 중 이용 가능한 영상학적 정보는 접형동의 후벽이나 측벽과 같은 아주 중요한 부위의 접근 및 조작, 조직검사 등을 정확하게 시행할 수 있도록 도움을 준다. 이는 부비동 및 전두개저 뿐만 아니라 추체골(petrous bone) 수술의 경우에도 사용될 수 있는데, 특히 해부학적 변이가 있거나 재수술인 경우, 출혈과다로 수술시야가 흐려진 경우 등에 유용하게 이용할 수 있다.⁵⁾

정위법(stereotaxy)을 이용한 수술법은 약 100년 이상 전부터 시작되어, computered tomography나 magnetic resonance imaging의 발달에 의해 본격적인 발전이 이루어져 왔다. 1980년대 프레임을 이용한 정위법의 발전이 이루어지면서 신경외과

영역에서 두개 내와 척추의 병변을 보다 정확하게 접근하여 오차가 적은 수술이 가능하게 되었다. 1990년대 들어 이비인후과적 영역에서도 프레임 없이 시행하는 정위법의 발전 및 적용이 이루어지게 되고, 주로 전두개저 수술이나 부비동 내시경 수술시 이러한 기술이 이용되어 왔다. 이러한 image-guided surgery의 발전 및 점점 확대되어가는 영역에도 불구하고 이과 영역이나 측두개저 영역의 수술에는 아직 그 역할이 제한적이다.⁶⁾ 측두골이나 추체첨부의 병변 중에는 정상적인 구조와는 다른 해부학적 구조 및 술 중 과다한 출혈, 재수술 등으로 인한 술 중 및 술 후 합병증의 위험성이 높은 경우가 존재하고, 그러한 위험성을 피하기 위해 영상유도수술법을 사용하는 것이 유용할 것으로 판단되어 해외에서는 이과영역에서도 사용되고 있으나, 아직 국내에서는 이과 영역에서 적용된 보고가 드물다.

영상유도수술법은 수술 시야에 위치한 탐침자(probe)의 위치를 전산화단층촬영 영상에 실시간으로 보여주는 장치인 영상유도장치를 이용한 수술법으로, 술 중 기구의 정확한 위치를 반복적으로 확인할 수 있게 하고, 발생 가능한 수술적 외상을 줄일 수 있도록 해주는 역할을 한다.^{7,8)}

저자들은 전자장(electromagnetic) 방식으로 술 전 환자의 영상으로부터 정보를 전산화하여 상호연관을 시키는 영상유도장치 시스템인 FusionTM ENT navigation system(Medtronic, Louisville, CO, USA)을 이용하여 후고실개방술을 시행한 만성 중이염 환자에서, 영상유도수술법의 적용 방법과 적용 방향, 발전 방향 등을 보고하고자 한다.

증 례

47세의 여자 환자가 양측 청력감소를 주소로 내원하였다. 이학적 검사상 좌측 고막은 상고실의 함몰이 관찰되었고 우측 고막은 중이 환기관 삽입이 시행된 상태였다. 경과관찰 중 우측 고막이 중이점막에 유착된 소견을 보여 우측 수술을 결정하고 시행한 순음청력검사상 우측 골도 5 dB, 기도 45 dB로 확인되었다. 측두골 컴퓨터 전산화단층촬영영상 우측 유양동 및 중이강 내 연부조직 음영이 관찰되었다(Fig. 1). 술자는 안전한 수술을 위해 영상유도수술법을 시행하기로 하고 수술에 필요한 절차를 준비하였다.

본원에서 이용한 영상유도장치는 FusionTM ENT navigation system(Medtronic, Louisville, CO, USA)으로 전자장방식으로 신호를 분석하여 수술시야의 실제 위치를 수술 전 촬영한 전산화단층촬영 영상에 표시해주는 장치이다.

수술시 안면신경 감시 장치를 설치하고 머리를 반대편으로 돌린 체위에서 head frame에 환자추적기(patient tracker)를

부착하여 환자의 이마에 위치시키고 라텍스로 이루어진 밴드로 환자추적기를 고정하였다(Fig. 2). 수술현미경의 좌측으로 영상유도장치를 위치시키고 환자추적기, 수술기구추적기(instrument tracker)를 영상유도장치에 인식시킨 다음 얼굴의 굴곡이 존재하는 부분(이마와 비배부 및 협부)을 탐침자를 이용하여 등록(registration)을 시행하였다(Fig. 3). 그 후 환자의 이주(tragus)에 탐침자를 위치시키고 전산화단층촬영 영상에서의 위치와 일치함을 확인하고 소독을 실시하였다. 수술에 이용할 기구를 등록하기 위해 환자추적기를 수술창으로 노출시키고, 지침할 기구를 환자추적기에 인식시킨 후 수술을 시작하였다. 수술 중 여러 해부학적 지표들을 확인하기 위하여 middle cranial fossa dura(Fig. 4), sigmoid sinus(Fig. 5) 등을 확인하였다. 후내측의 안면신경과 전외측의 고삭신경을 탐침자를 이용하여 확인한 다음(Fig. 6) 그 사이의 공간을 드릴링하여 후고실개방술을 시행하였고, 술기가 끝난 후 영상유도장치

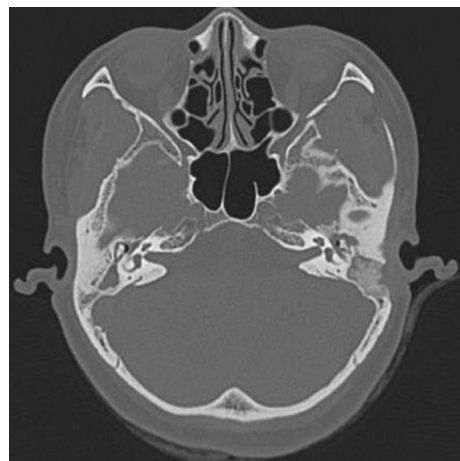


Fig. 1. Image of computed tomography of patient. A soft tissue density occupies middle ear cavity, some air space around the ossicle is seen.



Fig. 2. The position of head frame and space for patient's tracker (arrow).

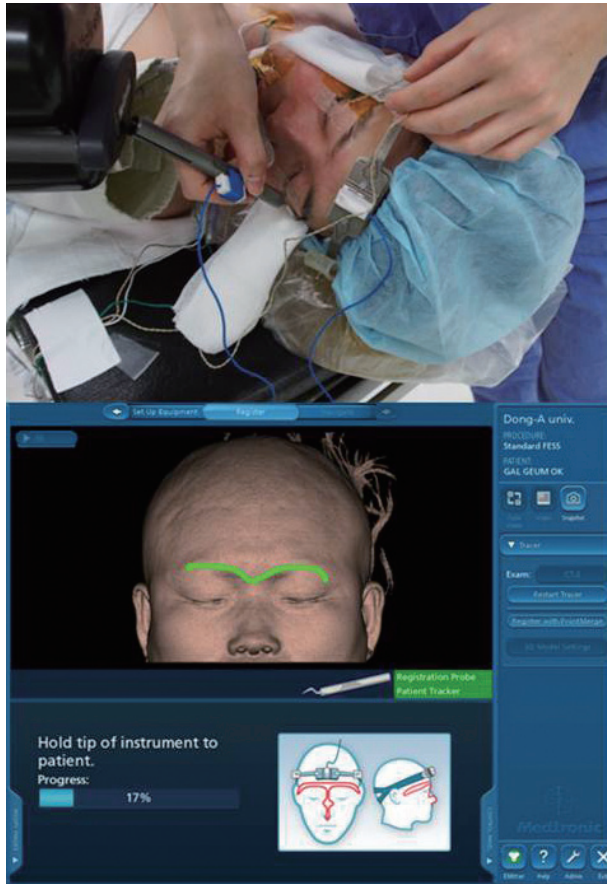


Fig. 3. Registration using tracing method.

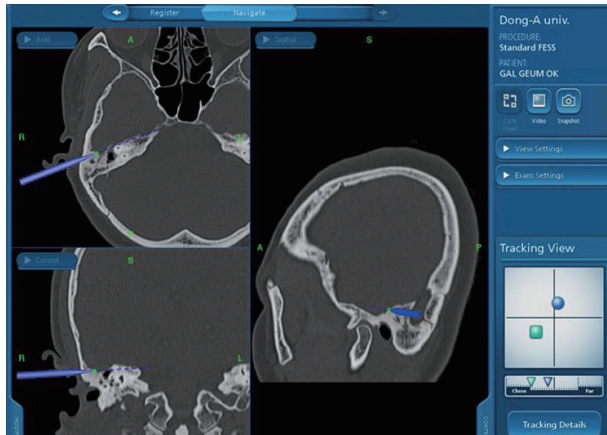


Fig. 4. Identification of middle cranial fossa dura.

를 이용하여 한 번 더 확인 후 수술을 마쳤다(Fig. 7). 환자는 술 후 현기증이나 안면신경 마비 등의 합병증 없이 현재 외래에서 경과관찰 중이다.

고 찰

이비인후과 영역에서 영상유도수술법은 1985년 Schlondorff

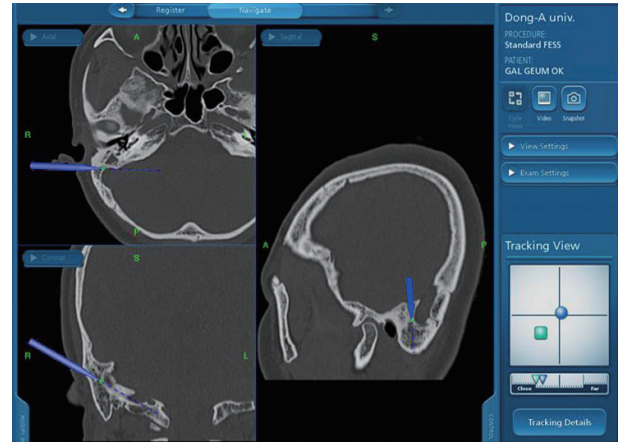


Fig. 5. Identification of sigmoid sinus.

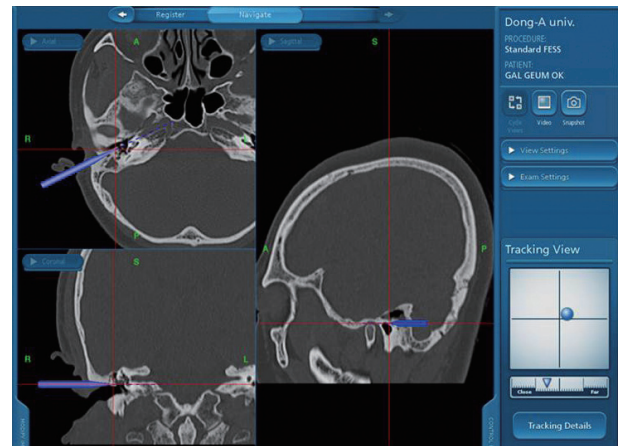


Fig. 6. Identification of site of posterior tympanotomy.

등에 의해 처음 보고되었다. 초기의 연구는 주로 비과적 영역에 대한 기술에 국한되어 있고 비과적 영역에서 영상유도장치 시스템을 이용할 경우 수술의 주된 합병증들을 감소시킬 수 있다고 Fried 등이 보고하였다.⁷⁾ 1999년부터 이과적 영역에서 영상유도장치가 유용하게 사용될 수 있다는 보고와 이 시스템이 측두골 수술에서 성공적으로 이용되기 위해서는 1 mm 내의 오차범위가 필요하다는 보고가 있었다. 1999년 Gunkel 등이 3차원 영상유도장치 시스템을 이용하여 수술을 시행한 초기 보고가 있었고 2001년 Staecker 등⁸⁾은 측두골이나 측두개저 수술시 LandmarXTM (Medtronic Xomed, Jacksonville, FL, USA) surgical navigation system을 이용하여 수술을 시행한 결과, 등록시 해부학적 지표 및 표식자(marker)를 이용했을 때의 오차범위는 0.9~1.5 mm로 보고하였다. 또한 2009년 Kim 등⁹⁾은 추체첨부에 발생한 콜레스테롤 육아종을 영상유도장치를 이용하여 하미로 접근법(infralabyrinthine approach)으로 배액한 사례를 보고하였다.

측두골이나 측두개저의 해부학적 구조는 골 지표를 따라 고정되어 있고, 연부조직의 움직임에 따른 영향을 거의 받지 않

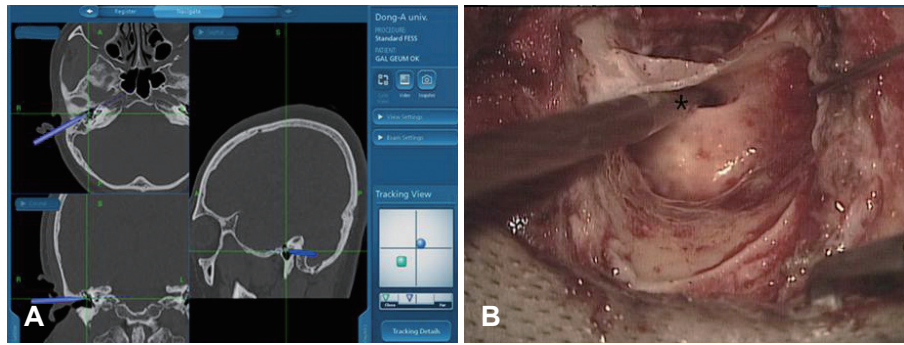


Fig. 7. Navigation view after doing posterior tympanotomy (A). Surgical view of posterior tympanotomy (B), showing detection probe (asterisk). We can see the vertical (mastoid) segment of facial nerve in sagittal view.

으며¹⁰⁾ 안면신경, 와우, 세반고리관, 뇌경막, 경동맥 등 많은 취약한 해부학적 구조를 가지고 있기 때문에 영상유도수술법을 이용할 경우 많은 도움을 받을 수 있다. 또한 이전의 수술이나 질병으로 인해 정상적인 구조의 변화가 있을 수 있고, 술 중 중요한 해부학적 구조를 확인하는 데 일부의 시간이 더 지체됨을 고려할 때 이상의 경우에서 영상유도수술법을 이용시 그 이점이 극대화 될 것으로 생각된다.⁶⁾

영상유도장치에 이용되는 기술에는 eletromechanical, optical, electromagnetic의 세 가지 방식이 있다. 본원에서 사용하는 영상유도장치 시스템은 전자장(electromagnetic)을 이용한 방법으로, 전자기가 작용하는 영역 내에 발생기(generator)와 감지기(sensor)가 위치하고 컴퓨터가 신호를 분석하여 해석하는 방식이다.

본원에서 이 전에 시행한 선천성 외이기형의 환자에서는 수술 전날 수술 부위 주위로 6개의 표식자(marker)를 부착하고 등록을 시행한 반면, 이번 수술의 경우, 따로 표식자를 부착하지 않고 피부의 굴곡부를 따라 추적하는 방법을 이용하여 등록을 시행함으로써, 경비 절감이 가능하고 측두골 전산화단층촬영도 한 번 더 시행할 필요가 없다는 장점이 있다.

초기경험으로써 수술시 발생하였던 문제점으로, 환자의 이마에 부착하는 환자추적기의 위치 변동으로 인한 탐침자가 지침하는 위치의 급작스러운 변화나, 기계 주위에 존재하는 수술 현미경이나 금속 기구로 인한 신호의 간섭 및 신호 인식의 부족, 등록 기술의 부족으로 인한 실제 수술 부위와 영상유도장치가 인식하는 오차범위 등을 들 수 있다. 본 증례의 환자의 경우 환자추적기의 수술 중 위치변동을 방지하기 위해 라텍스로 이루어진 밴드를 사용하여 head frame의 위치를 고정하고 그 위에 한 번 더 수술용 점착포를 이용하여 고정하였다. 또한 피부 표식자가 아닌 피부의 굴곡부를 추적하여 등록하는 방식을 사용할시, 혹시 술 중 예기치 못한 요인으로 인해 환자추적기의 위치가 변화하여 심한 오차가 발생하더라도 같은 방식으로 다시 등록(registration)을 할 수 있다는 이점이 있다.

환자 추적기를 환자의 머리에 고정하는 방식으로 본원에서 사용한 밴드는 일반 만성 중이염 수술의 후이개 접근법의 피부 절개시에는 수술시야를 방해하지 않으나, 두개저 수술이나 측두골절제술 등 절개부위가 큰 수술의 경우, 밴드 자체가 수술시야를 방해할 수 있기 때문에, 환자의 두개골에 두 개의 나사로 고정하는 dynamic reference frame을 이용하여 최소 침습적으로 환자추적기를 고정할 수 있다.

후고실개방술의 경우, 실제 수술 시야에서 지침하는 기구의 위치와 영상에서 나타나는 영역 간의 오차를 줄이는 것이 수술의 성공여부에 매우 중요한 요소가 되는데, 본원에서 이용한 영상유도장치의 경우 정확한 기구의 설치가 끝나면 1 mm 이하의 오차를 가지게 된다. 단순유양돌기절제술 등에서 유양동(antrum)을 찾는 등의 대략적인 위치를 잡는 술식의 경우 2 mm 가량의 오차에도 방향을 잡는 것에는 큰 무리가 없으나, 후고실개방술 같은 정밀한 구조로 이루어진 부분을 다루는 술식의 경우, 술자의 경험으로 미루어 보아 0.7 mm 이내의 오차범위가 필요할 것으로 사료된다. 수술에의 적용을 위해 가장 중요한 부분은 바로 이 오차범위를 줄이는 것으로, 초기경험에서 드러나는 오차로 인한 문제점을 줄이기 위한 노력이 계속적으로 이루어지고 있다. 오차범위가 커질수록 영상유도장치가 오히려 수술을 방해하거나 예기치 못한 결과를 야기할 수도 있기 때문에 술자들은 오차범위를 확인하는 과정을 반드시 거쳐야 한다.

본원의 초기경험에서 알 수 있었던 점은, 기구의 설치가 정확히 끝난 경우에도 환자의 이마에 부착되는 환자추적기의 위치가 술 중 변동할시, 오차범위가 커지게 되어 수술에 영상유도장치를 이용할 수 없게 될 수도 있다는 점이다. 따라서 술 전 환자추적기의 위치를 정확히 고정하는 것이 술 중 오차를 줄이는 데 있어 가장 중요한 절차라고 할 수 있다.

영상유도수술법의 적용은 종양 같은 드문 질환이나 아주 세밀하고 중요한 구조물로 이루어진 해부학적 영역에서 현미경 수술 기구 침부의 수술 중 위치를 알 수 있게 하는데 중요한 역할을 한다.¹⁰⁾ 또한 해부학적 변이나 출혈 등이 있는 어려

은 케이스에서 술자로 하여금 방향을 제공하는 역할을 하기 때문에¹¹⁾ 후고실개방술과 같이 좁고 수술적으로 취약한 구조가 위치한 부분의 수술시 가지는 이점이 클 것으로 생각된다.

그러나 앞선 많은 문헌들이 기술하였듯이, 영상유도장치를 통해 전산화단층촬영 영상에서 보이는 탐침자 및 기구의 위치가 해부학적 위치와 정확히 일치하지 않을 가능성이 있고, 이러한 정확도의 저하로 인한 문제의 발생 가능성, 장비의 복잡함이나 취급의 어려움, 추가 비용의 발생, 수술시간의 연장 등 영상유도수술법이 가지는 단점들이 존재한다. 이러한 단점들을 극복하기 위해서는 기술적 발전을 통해 영상유도장치 자체 정확도의 향상이 이루어져야 하고, 수술적 측면에서는 수술 증례의 증가에 따른 준비시간의 감소, 등록 및 수술의 정확도의 증가가 이루어진다면 해결할 수 있을 것으로 생각된다.

REFERENCES

- 1) Lee DH, Kim JK, Seo JH, Lee BJ. Anatomic limitations of posterior tympanotomy: what is the major radiologic determinant for the view field through posterior tympanotomy? *J Craniofac Surg* 2012;23(3): 817-20.
- 2) Jako GJ. The posterior route to the middle ear: posterior tympanotomy. *Laryngoscope* 1967;77(3):306-16.
- 3) Gunkel AR, Voge M, Martin A, Bale RJ, Thumfart WF, Freysinger W. Computer-aided surgery in the petrous bone. *Laryngoscope* 1999; 109(11):1793-9.
- 4) Kavanagh KT. Applications of image-directed robotics in otolaryngologic surgery. *Laryngoscope* 1994;104(3 Pt 1):283-93.
- 5) Gunkel AR, Freysinger W, Thumfart WF, Pototschnig C. Complete sphenoethmoidectomy and computer-assisted surgery. *Acta Otorhinolaryngol Belg* 1995;49(3):257-61.
- 6) 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.
- 7) Kohan D, Jethanamest D. Image-guided surgical navigation in otology. *Laryngoscope* 2012;122(10):2291-9.
- 8) Labadie RF, Majdani O, Fitzpatrick JM. Image-guided technique in neurotology. *Otolaryngol Clin North Am* 2007;40(3):611-24, x.
- 9) Kim HC, An YS, Ahn JH. Petrous apex cholesterol granuloma presenting as endolymphatic hydrops: a case report. *Clin Exp Otorhinolaryngol* 2009;2(3):151-4.
- 10) 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.
- 11) Labadie RF, Shah RJ, Harris SS, Cetinkaya E, Haynes DS, Fenlon MR, et al. In vitro assessment of image-guided otologic surgery: submillimeter accuracy within the region of the temporal bone. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2005;132(3):435-42.