

Delayed Electrode Extrusion after Cochlear Implant Repositioning

Se-Young An¹, Sang-A Oh², Jae Yun Jung¹ and Myung-Whan Suh³

¹Departments of Otolaryngology-Head & Neck Surgery, ²Plastic Surgery, Dankook University College of Medicine, Cheonan; and

³Department of Otorhinolaryngology, Seoul National University Hospital, Seoul, Korea

인공와우 이식기 재배치에 의한 지연성 전극 이탈

안세영¹ · 오상아² · 정재윤¹ · 서명환³

단국대학교 의과대학 이비인후과학교실, ¹성형외과학교실, ²서울대학교병원 이비인후과³

Received March 28, 2012

Revised November 2, 2012

Accepted November 5, 2012

Address for correspondence

Myung-Whan Suh, MD, PhD

Department of Otorhinolaryngology,

Seoul National University Hospital,

101 Daehak-ro, Jongno-gu,

Seoul 110-744, Korea

Tel +82-2-2072-4845

Fax +82-2-745-2387

E-mail drmung@naver.com

It is well known that cochlear implant device repositioned in the posterosuperior direction will cause intracochlear electrode extrusion. We have recently repositioned a cochlear implant device due to infection and device exposure. The device repositioning was performed under C-arm assisted fluoroscopic monitoring. The exposed device was covered with a local scalp flap. During and immediately after the repositioning operation, electrodes seemed to be well positioned in place. Mapping and neural response imaging were performed 4 days after the operation, and the results were quite similar to the preoperative results. But when the same tests were performed one month after repositioning operation, we found that the number 15 and 16 electrodes were not responsive. The transorbital view also revealed a slight extrusion of the intracochlear electrode. In the present article, we discuss the possible cause of delayed electrode extrusion and its clinical implication.

Korean J Otorhinolaryngol-Head Neck Surg 2013;56:105-9

Key Words Cochlear implant · Extrusion · Repositioning · Surgical revision.

서 론

인공와우 이식이 양측성 심고도 감각신경성 난청의 안전하고 효과적인 치료 방법이라는 의견은 이미 알려진 사실이다.¹⁾ 그럼에도 드물게는 이식된 장치가 피부를 뚫고 돌출하거나 장치 주위에 감염이 발생하여 장치를 제거하거나 재이식 해야 하는 심각한 부작용이 발생한다. 이전의 보고에 따르면 이러한 이유로 소아에서 인공와우 재이식률은 약 5.6~14%이고 성인에서는 약 5.4~7.0%로 알려져 있다.²⁾ 특히 소아에서 재이식의 빈도가 더 높은 이유는 두부손상 후 이식물이 피부 밖으로 돌출하거나 이식물 감염을 일으키는 중이염의 발생률이 높기 때문이다. 또 두개골의 성장과 같은 다양한 요인들로 인해 전극 위치이동의 위험도 더 높은 것으로 추정되고 있다.^{3,4)} 최근에는 수술 기술과, 이식 장치의 제조기술이 향상되어 재이식의 빈도는 점차 감소하고 있다.⁵⁾ 그러나 아직까지도 장치 돌출이

나 감염으로 인하여 재이식을 시행해야 하는 경우가 드물지 않게 발생한다.

이식 장치가 피부 밖으로 돌출하거나 감염이 발생하는 경우 감염원, 감염의 정도, 생체막(biofilm) 존재의 가능성, 항생제 치료에 대한 반응에 따라 인공와우 장치를 제거, 혹은 장치를 그대로 둔 상태에서 감염 조직만 치료하는 방법을 선택할 수 있다. 기존 인공와우 장치를 유지하면서 감염 조직만 제거하는 경우 수신기/자극기(receiver/stimulator)의 위치를 조금씩 조정할 수 있지만, 이때 와우 내에 삽입된 전극이 빠지거나 이동하지 않도록 주의해야 한다. 일반적으로는 수신기/자극기와 와우내 전극 사이 거리가 멀고 전극 길이에 여유가 있기 때문에 수신기/자극기의 위치가 조금 바뀌더라도 와우내 전극이 빠지는 경우는 발생하지 않는다. 그러나 수신기/자극기의 위치가 많이 이동하거나, 위치 이동 후 전극에 인장력이 작용하는 경우 전극이 빠질 우려가 있다. 아직까지 위치를 얼마나 많이

이동하는 경우 전극이 이탈할 우려가 높은지, 또 위치 이동 후 와우내 전극이 이탈하는 시점 등 전극 빠짐에 대해 알려진 바가 많지 않다. 저자들은 최근 와우이식 장치의 피부 밖 돌출로 인하여 재수술을 시행한 환자에서, 전극이 일부 와우에서 이탈하는 증례를 경험하였고 전극이 와우에서 이탈하게 되는 원리와 시점 등 전극 빠짐의 임상 양상을 고찰해보고자 한다.

증 례

4년 전 본원에서 우측 인공와우 이식(HiRes 90k, Advanced Bionics, Valencia, CA, USA)을 받은 6세 환아가 이개 뒷편의 발적을 주소로 내원하였다(Fig. 1A). 일주일간 경구항생제를 복용하였으나 상처는 더 악화되었고 가피가 발생하였다(Fig. 1B). 그리고 3주 후 가피가 떨어지면서 피부 결손이 발생하여 장치가 피부 밖으로 돌출되었다(Fig. 1C). 이식물 제거 후 인공와우 재이식을 계획하였으나 환자의 경제적 사정으로 두 차례 수술이 불가능하였다. 이에 한 번의 수술로 인공와우 이식기기 위치 재조정 및 국소피판을 이용한 결손부위 재건을 계획하였다. 술 전 시행한 측두골 단층촬영에서는 연조직 음영이 우측 유양동을 가득 채우고 있었다(Fig. 2).

수술은 전신마취 하에 시행되었다. 피부 결손 부위를 연장하여, 두정골 및 후두골까지 타원형절개를 만들었다(Fig. 3A). 이후 골막을 두개골로부터 분리하여 피판을 거상하였다. 피부 결손 부위의 육아조직을 제거하기 위해 깨끗하고 건강한 피부 절제면이 확인되는 지점까지 천공 부위의 피부를 절제하였다. 천공부위 피부 변연에는 감염과 염증 소견이 있었다. 그러나 피부 천공 부위에서 먼 이식물 주변 연조직은 비교적 깨끗하였다. 수신기/자극기는 기존에 만들어 둔 두개골 홈에서 전하방으로 빠져나와 위치가 이동하였음을 알 수 있었다. 수신기/

자극기를 기존의 두개골 홈에 재고정할 경우 피부가 안전하게 치유되는 데 방해가 될 것으로 생각되어 기존의 두개골 홈보다 더 후상방에 새로운 홈을 만들었다. 새로운 두개골 홈은 재탈출을 막기 위해 드릴을 이용하여 조금 더 크고 깊게 만들었다. 이후 C-arm 투시기로 와우내 전극의 위치와 모양을 실시간으로 확인하면서 수신기/자극기를 후상방으로 약 2.5 cm 정도 이동시켜 위치시켰다. 이 과정에서 수신기/자극기에 부착된 근위부 전극이 조금 당겨지기는 하였으나, 와우내 삽입된 원위부 전극은 전혀 움직이지 않음을 실시간으로 확인하였다(Fig. 4). 수신기/자극기의 새로운 위치를 결정한 후 이식물의 재이탈을 방지하기 위해 나사와 비흡수사를 이용하여 전극 기시부를 두개골에 결찰하여 고정하였고, 비흡수사를 이용하여 수신기/자극기 중앙 부분을 두개골에 추가적으로 고정하였다(Fig. 3B). 식염수로 수술 부위를 세척한 이후 피판을 봉합하였다. 배액관 삽입 및 가벼운 압박 드레싱 후 수술을 종료하였다.

수술 직후 촬영한 경안와촬영(transorbital view)상 전극은 기존 위치에 적절하게 위치해 있었고 전극 이탈은 관찰되지 않았다. 수술 후 4일째 매핑을 다시 시행하였으며 총 16개의 모든 전극에서 저장값과 neural response imaging(NRI) 결과는 수



Fig. 2. Preoperative coronal CT temporal bone. Soft tissue density totally filled with the right mastoid cavity.

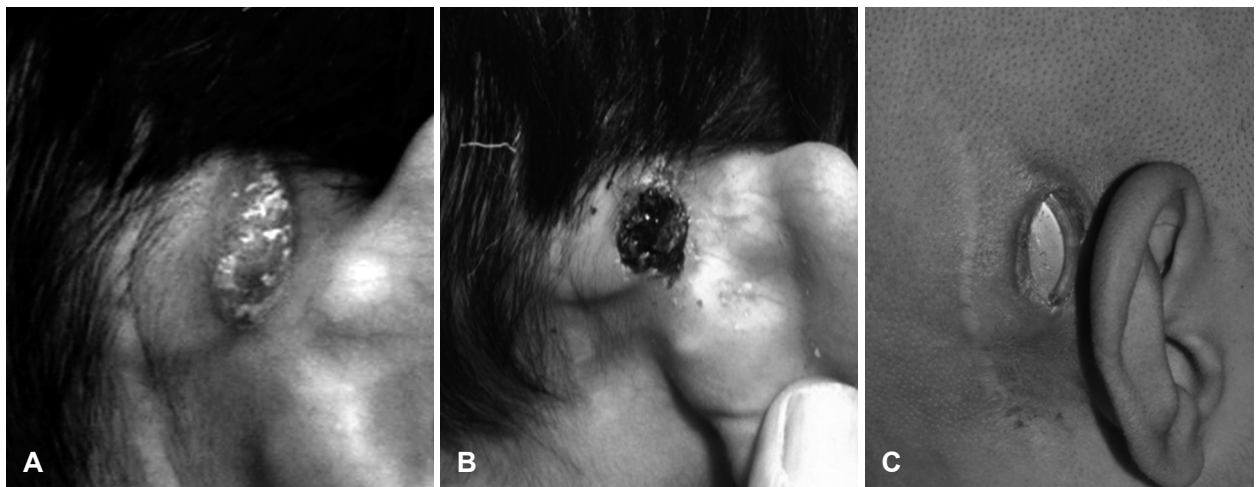


Fig. 1. Preoperative images. At first visit, postauricular hyperemia was observed in the right ear. But the wound was gradually aggravated (A). Crust was seen in the site 1 week later (B). As the crust was removed, 3×2 cm sized skin defect was founded 3 weeks later (C).

Fig. 3. Intraoperative surgical findings. We designed oval incision line extending the existing incision scar to parietal and occipital bone considering local flap (A). After developing a large scalp flap, the device was repositioned in a superior-posterior position. And the receiver/stimulator was fixed with screws and non-absorbable sutures in two sites (B).

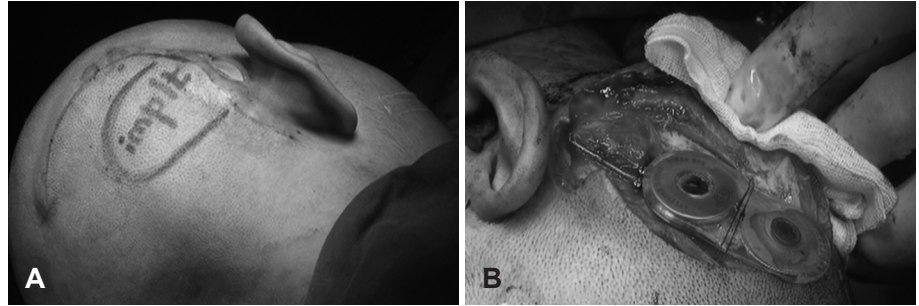


Fig. 4. Intraoperative radiologic findings were observed through the C-arm fluoroscope. No difference was found in location of intracochlear electrode after pulling the electrode (B) as compared with before pulling the electrode (A) in the fluoroscopic images.

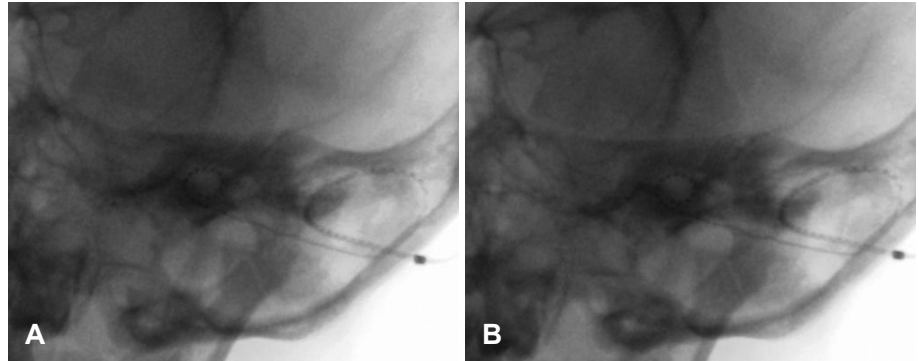
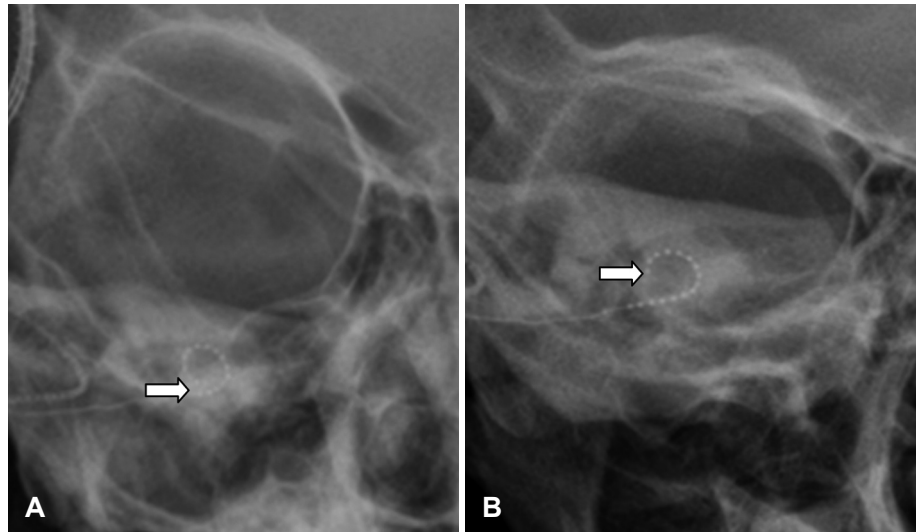


Fig. 5. Preoperative and 1 mo post-operative transorbital view. The intracochlear electrode came untangled in the 1 mo postoperative transorbital view (B) when compared to that of the preoperative transorbital view (A).



술 전과 동일하게 정상적인 반응을 보였다. 그러나 수술 한 달째 시행한 NRI에서는 가장 근위부에 있는 15, 16번 전극에 대한 전기자극을 400 CU까지 올려도 반응이 없었다. 퇴원 후 두부의 수상 경력은 확인하지 못했다. 또한 수술 전과 비교했을 때, 수술 한 달째 시행한 경안와촬영에서 가장 원위부 전극이 다소 풀리면서 전극이 일부 이탈한 것으로 의심되었다(Fig. 5). 그러나 환자의 전반적인 청각능력에는 큰 지장이 없는 것으로 판단되었다. 이후 환자는 14개의 전극만을 이용하여 주기적인 매핑을 시행하였다. 수술 후 10개월째 시행한 매핑에서도 여전히 15, 16번 전극은 작동하지 않았다. 그러나 14개의 전극만으로도 언어 생활에 큰 지장이 없으며, 추가적으로 전극이 더 많

이 이탈하지는 않는 것으로 판단되었다.

고 찰

인공와우 이식 후 이식기 주변에 감염이 발생하거나 이식기가 탈출하는 경우는 1.7~16.6%로 보고되고 있다.^{6,7)} 본 환자의 경우는 수신기/자극기가 본래의 위치에서 앞쪽으로 이동하면서 후이개의 얇은 피부에 인장력을 인가한 것으로 생각되었다. 즉, 본 환자에서는 기기 위치 이동으로 인하여 얇은 피부에 지나친 인장력이 인가되고 이로 인하여 이차적으로 피부 결손과 감염이 발생한 것이 아닌지 의심되었다.

기기 주변 조직이 감염되거나 기기가 노출되면, 경정맥항생제 치료를 즉시 시작하는 것이 권장된다. 노출된 기기를 계속 사용할 것인지, 일단 제거할 것인지 여부는 감염원, 감염의 정도, 생체막(biofilm) 존재의 가능성, 항생제 치료에 대한 반응에 바탕을 두고 결정한다.⁸⁾ 감염이 심해 기기가 피부 밖으로 노출된 경우는 항생제 치료와 함께 일반적으로 두피 피관 수술이 요구된다.^{8,9)} 이는 건강한 피부로 기기를 덮어주거나 감염으로 인해 약화된 부위를 피하여 장비를 두개골의 다른 위치로 이동시키기 위함이다. 감염 범위가 너무 넓은 경우는 우선 기기를 제거하고 일정한 기간이 지난 이후 새 기기를 재이식하기도 한다.^{8,10)} 또 한 가지 고려할 점은 실리콘 알러지의 가능성이다. 상처부위의 반복 배양 검사 결과가 음성이거나 항생제에 반응이 없는 지연성 기기노출의 경우는 실리콘 알러지가 아닌지 의심해 볼 필요가 있다.¹¹⁾ 실리콘 알러지가 의심되는 경우는 실리콘에 대한 반응 검사를 시행하고, 감작이 확인되면 해당 항원을 제거한 주문제작 이식물을 사용해 재이식을 시행할 수 있다. 본 환자의 경우, 피부 결손 부위의 위치와 조직 반응을 고려하였을 때, 알러지나 세균 감염이 원인은 아닌 것으로 생각되었다. Fig. 1과 같이 문제가 발견된 초기에는 이식물 위로 건강한 피부가 잘 덮여 있었으며, 알러지 반응으로 추정되는 조직 비대나 발적이 관찰되지 않았다. 오히려 피부 신장으로 인한 피부 약화와 가피가 주된 소견이었다. 또한 상처 부위 중 결국 피부 결손이 발생한 부위도 기기가 피부를 가장 많이 신장시킨 부위임을 알 수 있었다. 따라서 본 환자에서는 이개 뒷면의 얇고 연약한 피부를 피해 기기를 뒤쪽으로 이동시키는 수술이 불가피하였다. 그러나 이는 전극을 뒤쪽으로 당겨야함을 의미하기 때문에, 와우 내에 삽입된 전극이 이탈하는 것에 대한 우려가 있었다. 저자들은 상처 부위의 얇은 피부 상태와 전극 이탈 가능성을 고려하여 보호자에게 우선 기기를 제거하고 추후 상처가 건강하게 회복되는 시점에 인공와우 재수술을 시행하기를 권하였다. 그러나 보호자들의 경제적 사정으로 인하여 한 단계 수술로 기기를 뒤쪽으로 이동시키는 수술을 시행하게 되었다.

전극이 와우에서 이탈하는 원인에 대해서는 다양한 의견이 존재한다. 소아에서 두개골이 성장함에 따라서 전극에 부담이 가해져 전극 이탈이 발생할 수 있다고 알려져 있다. 또한 곧은 전극을 사용하는 경우 peri-modiolar 전극보다 전극 이탈이 더 많이 발생한다는 보고가 있다. 반면 Roland 등¹²⁾은 소아에서 시간이 경과해도 전극의 이탈이 발생하지 않는다고 보고하여 아직까지 이견이 존재한다. 본 환자의 경우에는 수술 중 C-arm으로 와우내 전극 위치가 변동하지 않는다는 것을 실시간으로 확인하면서 조심스럽게 전극을 후상방으로 당겼다. 또 수술 직후에 시행한 X선 촬영과 4일 이후 시행한 NRI 검사상

모든 전극이 정상 위치에서 정상 작동중임을 확인하였다. 일반적으로 인공와우 기기는 전극 길이에 여유가 있고, 이 여유분 전극은 유양동 내에 위치하게 된다. 따라서 전극의 길이만을 고려하는 경우 2.5 cm 정도 전극을 후상방으로 당기는 것은 큰 문제가 없을 수 있다. 그러나 기기가 이식된 지 4년이 경과하면서 유양동 내 연조직과 전극이 유착되었을 가능성이 있다. 유착이 존재하는 전극을 후상방으로 당기게 되면, 여유분 전극이 당겨지면서 연조직과 유착된 전극이 팽팽하게 당겨지고 전극의 근위부 방향으로 인장력이 발생할 가능성이 있다. 즉 유착된 부분들이 전극을 붙잡아 스프링과 같은 인장력을 전극에 가할 수 있을 것으로 생각된다. 이 경우 수술 직후에는 전극이 와우에서 이탈하지 않지만, 수일이 지나면서 서서히 전극을 이동시킬 수 있을 것이다. 본 환자의 경우 이러한 연조직 인장력으로 인하여 전극이 지연성으로 와우에서 이탈한 것으로 추정된다. 실제 수술 직후에는 문제가 없었으나 수술 한 달째 시행한 NRI 결과 15, 16번 전극이 잘 작동하지 않았으며 X선 촬영 결과 와우내 원형으로 말린 전극이 일부 풀어진 소견을 확인할 수 있었다. 따라서 이상과 같은 문제를 방지하기 위해서는 전극을 당기는 경우 그 길이를 최소로 유지하고, 유양동속 육아조직을 일부 제거하여 전극이 보다 자유롭게 움직일 수 있도록 공간을 확보해 주었다면 도움이 되었을 것으로 생각된다. 또한 불가피하게 수신기/자극기를 뒤쪽으로 이동시키는 경우 수술 중에는 전극이 와우에서 빠지지 않았더라도, 지연성 이탈이 발생할 수도 있음을 염두에 두는 것이 중요하겠다.

REFERENCES

- 1) Sorrentino T, Coté M, Eter E, Laborde ML, Cochard N, Deguine O, et al. Cochlear reimplantations: technical and surgical failures. *Acta Otolaryngol* 2009;129(4):380-4.
- 2) Marlowe AL, Chinnici JE, Rivas A, Niparko JK, Francis HW. Revision cochlear implant surgery in children: the Johns Hopkins experience. *Otol Neurotol* 2010;31(1):74-82.
- 3) Brown KD, Connell SS, Balkany TJ, Eshraghi AE, Telischi FF, Angeli SA. Incidence and indications for revision cochlear implant surgery in adults and children. *Laryngoscope* 2009;119(1):152-7.
- 4) Cullen RD, Fayad JN, Luxford WM, Buchman CA. Revision cochlear implant surgery in children. *Otol Neurotol* 2008;29(2):214-20.
- 5) Waltzman S, Roland JT Jr, Waltzman M, Shapiro W, Lalwani A, Cohen N. Cochlear reimplantation in children: soft signs, symptoms and results. *Cochlear Implants Int* 2004;5(4):138-45.
- 6) Tambyraja RR, Gutman MA, Megerian CA. Cochlear implant complications: utility of federal database in systematic analysis. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2005;131(3):245-50.
- 7) Yu KC, Hegarty JL, Gantz BJ, Lalwani AK. Conservative management of infections in cochlear implant recipients. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2001;125(1):66-70.
- 8) Roland JT Jr, Huang TC, Cohen NL. Revision cochlear implantation. *Otolaryngol Clin North Am* 2006;39(4):833-9, viii-ix.
- 9) Venail F, Sicard M, Piron JP, Levi A, Artieres F, Uziel A, et al. Reliability and complications of 500 consecutive cochlear implantations. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2008;134(12):1276-81.
- 10) Rivas A, Marlowe AL, Chinnici JE, Niparko JK, Francis HW. Revision

- cochlear implantation surgery in adults: indications and results. *Otol Neurotol* 2008;29(5):639-48.
- 11) Kunda LD, Stidham KR, Inserra MM, Roland PS, Franklin D, Roberson JB Jr. Silicone allergy: a new cause for cochlear implant extrusion and its management. *Otol Neurotol* 2006;27(8):1078-82.
- 12) Roland JT Jr, Fishman AJ, Waltzman SB, Alexiades G, Hoffman RA, Cohen NL. Stability of the cochlear implant array in children. *Laryngoscope* 1998;108(8 Pt 1):1119-23.