

인공와우 이식술 환자의 Cochlear View 촬영에 관한 연구

서울대학교병원 소아진단방사선과 · 서울대학교병원 진단방사선과 *
권대철 · 김정희 · 김성룡 · 김해성 · 이용우*

-Abstract-

A study on the Cochlear View in Multichannel Cochlear Implantees

Dae Cheol Kweon · Jeong Hee Kim · Seong Lyong Kim,
Hae Seong Kim · Yong Woo Lee*

Dept. of Pediatrics Diagnostic Radiology, Seoul National University Children's Hospital
*Dept. of Diagnostic Radiology, Seoul National University Hospital**

Cochlear implant poses a contraindication to the magnetic resonance imaging(MRI) process, because MRI generates artifacts, inducing an electrical current and causing device magnetization. CT is relatively expensive and the metal electrodes scatter the image. Post-implantation radiological studies using anterior-posterior transorbital, submental-vertex and lateral views, the intracochlear electrodes are not well displayed.

Therefore, the authors developed a special view, which we call the cochlear view.

The patient is sitting in front of a vertical device. Then the midsagittal plane is adjusted to form an angle of 15°, 30°, and 45° with the film. The flexion of the neck is adjusted to make the infraorbitomeatal line(IOML) is parallel with the transverse axis of the film. The central ray is directed to exit from the skull at point which is 3.0 cm anterior and 2.0 cm superior to the EAM(external auditory meatus).

Results have shown that single radiography of the cochlear view provides sufficient information to demonstrate the position of the electrodes array and the depth of insertion in cochlear. Radiography of the cochlear view in angle of 45° is an excellent image. The cochlear view gives the greatest amount of medical information with the least radiation and lowest medical cost. It can be widely used in all cochlear implant clinics.

I. 서 론

인공와우관(cochlear implant) 이식은 환자의 달팽이관 내에 전기자극을 이용하여 잔존하는 청신경을 자극함으로써 음을 감지하는 전자장치를 이식하는 수술방법으로¹⁾ 수화를 사용하지 않고 말을 알아듣고 의사소통이 가능하다^{2, 3)}. 각 신경성난청은 대부분 치료가 불가능했으나, 국내에서도 인공와우관 이식이 시행되고 있다⁴⁾. 2세 이상이면 수술이 가능하다고 FDA에서 규정하고 있으며^{5, 10, 15)},

내에서도 시술연령이 낮아지고 있고, 5세의 환자에게 양호한 효과가 있다¹¹⁾. 95dB정도의 고도의 감각신경성난청 환자가 대상이 되며 소아의 경우에 난청이 늦게 생긴 경우에 결과가 양호하다¹²⁾.

인공와우관 이식 환자는 전기적 에너지로 인해 MRI 검사를 시행하기가 불가능하며, CT 검사는 이상적인 영상을 획득하는 데 실패한다¹³⁾. 시술 후 MRI, CT검사가 불가능하지만 X-ray 촬영을 이용하여 우수한 영상으로 진단적 가치를 높이고, 의학적 정보습득, 의료비 절감을 목적으로 Cochlea View 촬영법을 연구하여 보고한다.

II. 이론적 배경

1. 난청의 병리학적 정의

일반적으로 잘 듣지 못하는 상태를 자타가 모두 확인할 수 있는 상태로 청각력이 낮아지고 상실된 것을 말한다. 청력장애, 청력손실이다. 청력검사서에서 테스트한 소리에 대해 반응이 나쁜 경우는 그 소리에 대해 난청이라 할 수 있다. 인간이 들을 수 있는 소리의 범위는 20 ~ 20,000Hz이며 사람의 청각에 알맞은 소리는 125~8,000Hz이다. 회화음역은 인간이 서로 대화하는데 사용되는 주파수로 500~2,000Hz 사이이다. 정상인은 이 사이의 모든 파장의 소리가 잘 들리지만 난청자에게는 어떤 파장만의 소리가 잘 들리지 않는다.

2. 난청의 종류

1) 청력장애의 발생시기에 따른 분류

선천성 난청(congenital hearing loss)과 후천성 난청(acquired hearing loss)으로 구분하며 선천성 난청은 태어날 때부터 생긴 난청, 신체 부위에 병적 상태를 동반하는 경우와 청각기(auditory organ)에만 이상이 있는 경우가 있다. 원인에 따라 내인성(endogenous)과 외인성(exogenous)으로 나눈다. 후천성 난청은 생후에 일어난 청력장애이다.

2) 발현양상에 의한 분류

돌발성 난청(sudden hearing loss : sudden deafness)과 진행성 난청(progressive hearing loss)으로 분류하고, 돌발성 난청은 돌발적으로 발증하는 감각신경성 난청(sensorineural hearing loss)으로 난청 정도는 고도인 경우가 많다. 진행성 난청은 태어날 때는 정상이었는 데 유아기나 소아기, 사춘기에 난청이 일어나 나이에 따라 진행되는 청력장애를 말한다.

3) 청각의 전도 경로에 의한 분류

(1) 전음성 난청(conduction hearing loss)

외이, 중이의 전음계 장애로 생기는 난청으로, 질환에 따른 난청 정도는 다양하다. 기도청력 장애는 60 dB를 넘는 일이 없고, 골도 청력은 정상이다. 내이와 신경중추는 건전하여 소리를 분석하고 종합하는 기능의 장애는 없으므로 소리의 왜곡은 일으키지 않으며, 소리를 크게 해주면 명료도는 정상이다.

(2) 감각신경성 난청(sensorineural hearing loss)

내이에서 피질청각 영역에 이르는 부위에 기질성의 장애가 있는 난청으로, 내이염, 메니에르병, 돌발성 난청일 때 발생한다. 소리의 분석기능 장애로 인한 소리의 왜곡이 일어나 말소리의 명료도는 저하된다. 장애 부위에 따

라 미로성 난청과 후미로성 난청(retrocochlear hearing loss)으로 대별되며, 후미로성 난청은 다시 와우신경성 난청과 중추신경성 난청으로 나뉜다. 임상적으로 내이성 난청쪽이 많이 나타난다.

(3) 혼합성 난청(mixed hearing loss)

전음성 난청, 감각신경성 난청, 중추성 난청(central hearing loss), 기능성 난청(functional hearing loss)중 2가지 이상이 혼합되어 일어난 난청을 말한다. 주로 전음성 장애와 감각신경성 장애가 함께 나타나는 수가 많다. 전음성 난청은 기도청력만 장애되고, 감각신경성 난청은 기도청력, 골도청력이 모두 장애되며, 혼합성 난청은 기도청력, 골도청력이 모두 장애되거나 기도청력의 손실이 더 심하다.

(4) 직업성 난청(occupational deafness)

소음이 심한 직장에서 장기간 근무한 사람에게서 볼 수 있는 직업병이다. 80~90 dB 이상의 소음을 장기간 노출시, 內耳에 있는 코르티 기관(Corti's organ)의 유모세포(hair cell)에 변성이 생겨 회복할 수 없는 청력저하를 말한다. 이는 감각신경성 난청에 속하며, 난청의 정도가 점점 깊어지고 결국은 전혀 소리를 듣지 못하게 된다.

(5) 노인성 난청(presbycusis)

청력의 쇠퇴와 생리적인 난청으로 사람의 청각 역치는 20대를 정점으로 나이가 들수록 나빠진다. 전신적인 노화현상으로 청력도 40대부터 높은 소리 영역이 저하된다.

(6) 중독성 난청(toxic deafness)

나이 독성을 가지는 약제에 의하여 일어나는 난청이다. 항생물질은 적은 양이지만 내이로 이행하여 천천히 쌓여, 중독에 내이의 유모세포나 지지세포의 변성 괴사나 신경의 변성을 일으킨다.

3. 내이(Inner ear)의 해부학적 구조와 기능

내이(內耳)는 MEC(Middle ear cavity)의 medial aspect에 위치하며 petrous apex의 otic capsule 속에 들어있다. 청각에 필요한 평형감각을 유지시키는 vesticular system으로 구성되고 골미로(bony labyrinth)와 막미로(membraneous labyrinth)로 나뉜다. 골미로는 전정(vestibule), 반규관(semicircular canals), 와우(cochlear)로 구성된다. 반규관(semicircular canals)은 상, 하, 외측의 3개의 반규관이 전정(vestibule)의 posterior aspect에 있으며 각각은 2/3 circle을 이루고 있다. 각각의 anterior end는 팽대(ampulla)라 불리는 enlarged saccular structure로 되어있고, 상반규관(superior SCC)와 후반규관(posterior SCC)의 nonampulated ends는 합해져 common crus를 형성한다. 상반규관과 후반규관은 서로 vertical orientation을 보이며 직각을 이룬다. 상반규관이 MSP(midsagittal plane)

에 대하여 anterolateral로 45도, 후반구관이 posterolateral aspect로 45도 각도를 이룬다. 외측반구관은 anterior limb의 posterior limb에 비하여 30도 들려있다⁶⁾.

와우는 와두축(modiolus)와 osseous spiral lamina에 의하여 외임파강인 전정계(scala vestibuli)와 고실계(scala tympani)의 2 portions로 나누고 모두 helicotrema에 의해 연결된다. Bony cochlear canal은 와우축(modiolus) 주위를 2½ ~ 2¾ 회전하며 basal turn 부근에 round window와 cochlear aqueduct의 opening이 있다. Cochlear aqueduct는 외임파강과 수액강(CSF space)를 연결하는 potential route가 된다⁷⁾.

4. 환자의 증례

4세의 男兒로 형(6세, 남)이 농아(deaf)이고, 부모는 정상인 가족력을 가진 환자로, 생후 4개월에 감각신경성

난청(SNHL)으로 진단되어 인공와우관을 이식하기 위해 내원하였다. 환자의 순음청력 평균역치는 우측 110dB, 좌측 110dB이었다.

환자의 측두골(Temporal bone)의 CT검사(Fig. 1)에서의 소견은 양측의 외이, 내이, 중이에 이상소견이 없고, Mastoid aeration은 정상으로 판명되었고, IAC(internal auditory canals) MRI 검사에서도 이상소견 없음으로 판명되었다.

Ⅲ. 촬영기기 및 방법

1. 촬영 기기 및 재료

- Coacher implant(Sprint™), Nucleus 22-channel implant system, Cochlear Co., Ltd., Australia
- X선 발생장치: SUPER 80 CP(Bucky Tomo Sys-

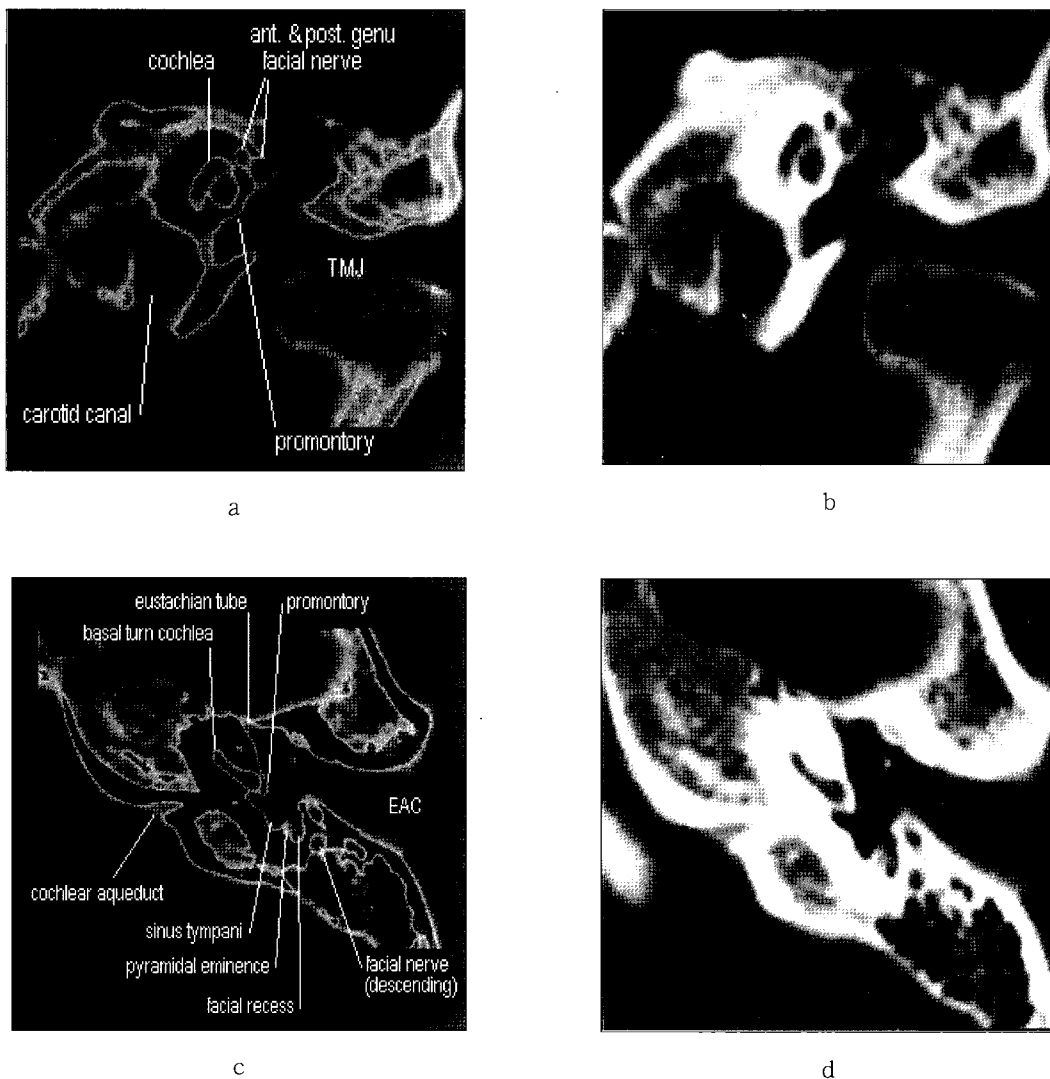
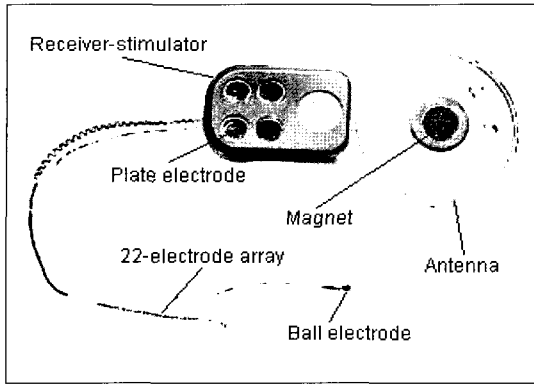
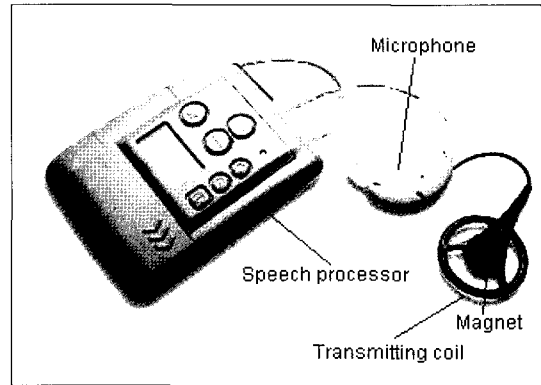


Fig. 1. The image of within normal limites in Temporal Bone CT.
a, b. Image of coronal scan. c, d. Image of transverse scan.



a

Fig. 2. The component of the cochlear implant
a. The internal component of implant package



b

b. SPRINT™ speech processor

- tem), Philips Co., Ltd., Germany
- FCR™ AC-3 Fuji Co., Ltd., Japan
- 각도기(角度器)

1) Nucleus 22-channel cochlear implant system

Multichannel cochlear implant system은 cochlear implant package(electrode array, receiver, stimulator)와 speech processor and headset로 구성되어있다.

Cochlear implant package는 Fig. 2a에서, speech processor and headset은 Fig. 2b에서 보여주고 있다.^{5,14)}

2) 인공와우관 시술의 모형도

Fig. 3에서 인공와우관 시술 후 구성되어 있는 장치와 기능을 설명하면 다음과 같다.

- a. microphone : sound와 speech를 전기에너지로 변환시켜 speech processor로 보낸다.
- b. speech processor : microphone에서 전달된 전기에너지를 분석하여 언어를 이해하고 필요한 부분을 선택, 조절하여 transmitter로 보낸다.
- c. transmitter : speech processor에서 조절된 전기에너지를 receiver에 전달한다.

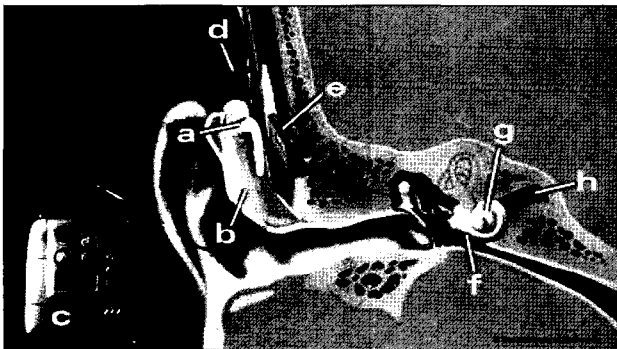


Fig. 3. The hearing process using a cochlear implant

d. receiver : 유돌골(mastoid bone)에 이식되는 부분으로 전기에너지를 와우에 삽입된 전극을 자극시키는 장치이다.

e. stimulator : 정보를 가진 signal을 결정하고 electrical current를 electrodes에 보내는 장치이다

f. electrode array : 전극에 연결되어 electrical current를 전극에 적절하게 보내는 장치이다.

g. electrodes : 와우 안에서 전극을 자극시키고 음의 크기와 electrical current의 양을 결정한다. 처음 10개(길이: 8 mm)는 지주 역할을 하는 전극이며 나머지 22개(길이: 17 mm)는 활성전극이다.

h. auditory nerve : 와우와 신경이 연결되어 정보를 뇌에 전달하는 곳이다.

2. 촬영 방법

환자를 의자에 앉은 상태에서 bucky stand를 정면으로

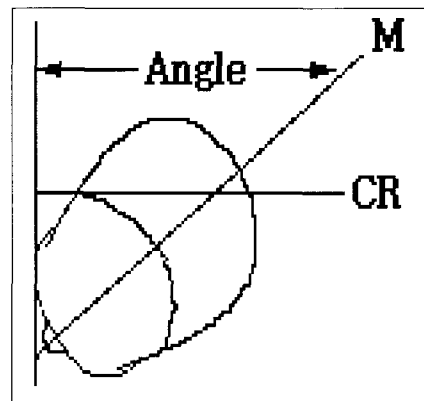


Fig. 4. Radiography of the cochlear view.
CR: Central ray. M : midsagittal plane.
Angle : 15°, 30°, 45°.

향하게 하고 head, nose, zygomatic bone을 필름에 접촉하고, 촬영부위의 midsagittal plane(M)은 필름과 15°, 30°, 45° 각도 3회 촬영한다. IOML(infraorbitomeatal line)은 필름의 transverse axis와 평행이 되게 한다. CR(central ray)은 외이도 前方 3cm, 上方 2cm이 되게 한다. 필름의 중심은 와우관, 내이도의 저부(fundus)가 위치하게 하고 촬영한다. 촬영조건은 60kVp, 15mAs이고, FCR™(fuji computed adiography) system을 이용하였다.

IV. 결 과

환자의 MSP(midsagittal plane)와 필름과의 각도를 각각 15°, 30°, 45° 회전하여 촬영하였다. 각도 45° 회전한 필름은 상반규관이 전정에 수직(Fig. 5c)으로 보이고, 외측반규관은 평행하게 보인다. Intracochlear electrode array가 와우에 안착되어 내이도의 아래쪽과 연결되어있다.

V. 고찰 및 결론

인공와우관 환자의 컴퓨터단층촬영검사는 metal electrode의 artifact 발생으로 영상을 획득하는데 실패하고, MRI검사는 electrical current 발생으로 환자를 검사할 수 없다. 전통적인 촬영으로 전후(anterior-posterior), transorbital, submental-vertex, skull lateral view를 촬영하였지만 intracochlear electrode array를 영상화하는데 실패하였다.

와우의 축과 상반규관의 선은 MSP(midsagittal plane)에 대하여 약 45° 각도를 이루므로 인공와우관이식 환자를 45° 각도로 회전하여 촬영한 image가 intracochlear electrode array를 영상화가 우수하고, 진단적 가치가 높다. 또한 Cochlear view는 일회 촬영으로 방사선 피폭 선량을 줄이고, 많은 의학적 정보를 획득하고, 의료비를 절감하는 데 일조 한다.

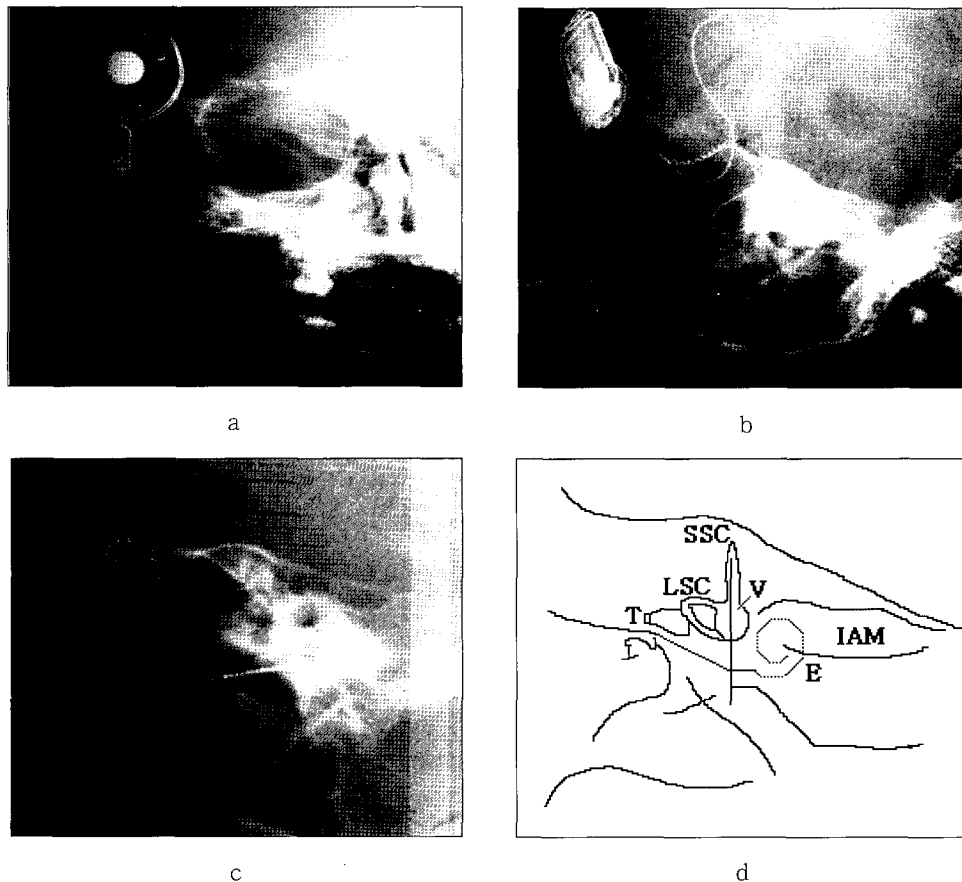


Fig. 5 a. The image of cochlear view in angle of 15.
b. The image of cochlear view in angle of 30.

c. The image of cochlear view in angle of 45.
d. Diagram of inner ear.

SSC : Superior semicircular canals. LSC : Lateral semicircular canals.
V : Vestibule. IAM : Internal Auditory Meatus. E : Multichannel intracochlear electrode array.
T : Tie for electrode fixation.

참 고 문 헌

1. 김종선 · 김정유 · 성명훈 외 4인 : Nucleus 22-Channel 와우이식기를 이용한 인공내이의 임상적 시도, 한이인지, 32(2), 174-191, 1989.
2. 김희남 · 심윤주 · 장미숙 외 1인 : 와우 이식술환자의 사회생활 수행능력, 한이인지, 38(3), 23-329, 1995.
3. 김희남 · 심윤주 · 장미숙 외 1인 : Nucleus 22-Channel 와우이식 환자의 어음변별력에 미치는 요소, 한이인지, Vol. 38, No. 6, 809-817, 1995.
4. 고헌련 · 박희완 · 구희윤 외 4인 : Nucleus 22-Channel 인공와우 이식수술 1례, 한이인지, 36(6), 1327-1337, 1993.
5. 김희남 · 심윤주 · 박인용 외 3인 : Nucleus 22-Channel 전기와우 이식술 환자의 청각능력, 한이인지, 32(2), 192-214, 1989.
6. 백만기 : 최신이비인후과학, 일조각, 3-28, 1987
7. 한갑수 : 인체해부학, 고문사, 221-227, 1985.
8. 희남 · 김심윤주 · 박인용 외 3인 : Nucleus 22-Channel 전기와우 이식술 환자의 청각능력, 한이인지, 32(2), 192-214, 1989.
9. 김희남 · 박인용 · 김기령 외 2인 : 한국어 어음에 관한 음성언어 의학적 연구, 한이인지, Vol. 23, No. 1, 53-74, 1980.
10. Yin L, Segerson DA : Cochlear implants : Overview of safety and effectiveness in TJBalkany (editor) ; The cochlear implant, The Otolaryngologic Clinics of North America 19(2), 1986.
11. Richard S. Tyler, et al : Speech perception by prelingually deaf children using cochlear implants, Otolaryngology-Head and Neck Surgery, 117(3), 180-7, 1997.
12. Simon C. Parisier, et al : Surgical techniques for cochlear implantation in the very young child, Otolaryngology-Head and Neck Surgery, 117(3), 248-254, 1997.
13. Lan w. Langman, et al : Accuracy of high-resolution computed tomography in cochlear implantation, Otolaryngology-Head and Neck Surgery, 114(1), 38-43, 1996.
14. Blake S. Wilson et al : Design for an inexpensive but effective cochlear implant, Otolaryngology-Head and Neck Surgery, 118(2), 235-241, 1998.
15. Balkany TJ : The cochlear implant : The Otolaryngologic Clinics of North America, Vol. 19, No. 2, USA Saunders, 1986.