

## 측두골의 CT 및 MRI

고려병원 진단방사선과

윤 은 경

### CT and MRI of Temporal Bone

Eun Kyung Youn, M.D.

Department of Radiology, Koryo General Hospital

#### 서 론

측두골의 병변을 진단하는 방사선학적 방법으로는 과거에는 일반 촬영과 다방향 단층촬영법(pluridirectional polytomography)에 의존하였으나 최근 10년간 고해상력 전산화 단층촬영(이하 CT로 약함)이 이를 완전히 대체하게 되었고 아주 최근에는 MRI의 발달로 고해상력 CT와 상호 보완적으로 사용되고 있다.

고해상력 CT는 중이, 유두양, 이소골, 골성미로, 안면 신경관 등을 잘 관찰할 수 있어 선천성 기형, 염증성 질환, 외상, 이경화증(otosclerosis) 등을 검사하는데 가장 좋은 진단 방법이다. MRI는 청신경, 내이도(internal auditory canal), 소뇌교각(cerebellopontine angle), 뇌간(brain stem) 등을 침범하는 질환에 유용하여 일측성 또는 비대칭성 감각신경성 난청(sensorineural hearing loss)과 지속적인 현기증이 있는 환자에서 가장 좋은 진단 방법이다.

Neurovascular compartment 즉 경동맥관(carotid canal)과 경정맥와(jugular fossa)를 검사하는 데는 CT와 MRI 두 검사가 상호 보완적으로 사용되어질 수 있다<sup>28)</sup>.

최근 MRI의 기술적인 발달로 fast spin echo high resolution MRI가 내이의 연조직 구조물

즉, 막성미로(membranous labyrinth)와 신경조직 등의 검사에 좋다는 보고<sup>37)</sup>가 있으나 아직은 이소골 등 미세한 골구조물을 아는 데는 CT가 가장 좋다. 그러므로 임상가는 각각 검사의 장단점을 알아 환자에게 적절한 검사를 의뢰하는 것이 중요하다.

#### 해 부

측두골은 청각과 평형의 기관을 가진 복잡한 해부학적 구조물로 주요혈관과 신경들이 이곳을 지난다. 측두골의 미세 구조는 복잡하지만, CT, MRI 등 cross sectional imaging modality는 axial, coronal, sagittal 등 어느 방향에서도 좋은 영상을 보여준다. 측두골은 5부위 즉, squamous, tympanic, petrous, mastoid portion과 styloid process로 구성되어 있다. squamous portion은 중두개의 외측벽을 이루며 넓고 편평하다. tympanic portion은 작고 반월형으로 외이도의 하방과 후방을 이룬다. petrous portion은 추체 모양으로 이낭(otic capsule)을 포함하고 있다. 내이도, 경정맥와, 내경동맥들도 여기에 포함된다.

외이도는 연조직과 골부위로 되어있으며 외

KEY WORDS : CT and MRI · Temporal Bone.

측 1/3은 cartilaginous part이고 내측 2/3는 osseous part이고 tympanic bone내에 있다.

중이는 불규칙하고 복잡한 공기로 찬 점막으로 덮힌 공간으로 Eustachian tube로 비인두와 교통한다(Fig. 2). 중이강은 외측으로 고막에 의해 경계 지워지며 막의 하부 2/3는 pars tensa이고 상부 1/3는 pars flaccida이다. 중이강의 천정은 고실개(tegmen tympani)이고 이것은 중두개와의 바닥을 이룬다(Fig. 11).

이곳은 뇌척수액 이루, 뇌 탈출(herniation), 뇌막염의 잠재적 원인 부위가 될 수 있다. 상고실 함요(epitympanic recess)는 중이의 상방에 위치하며 coronal CT상 저부가 상부에 위치한 삼각형 모양이다. 이것은 후방으로 aditus ad antrum으로 유양동과 연결된다(Fig. 6). 상고실 함요의 외연은 squama로 경계지워지고 외하방은 외이도의 천정의 내연과 scutum으로 경계지워진다. scutum은 coronal CT상 중이의 하내방으로 돌출된 bony spur이다(Fig. 7, 8, 9). 중이의 전방은 Eustachian tube로 연결되는데 Eustachian tube는 tensor tympani muscle과 전내방에서 후외방으로 함께 비스듬히 주행한다(Fig. 2).

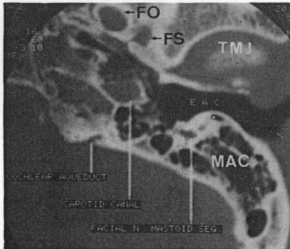


Fig. 1. Axial CT external auditory canal(EAC) level. Mastoid segment of facial nerve canal surrounded by mastoid air cells(MAC). Other identified structures include the temporomandibular joint(TMJ), foramen ovale(FO), foramen spinosum(FS), carotid canal, and cochlear aqueduct.

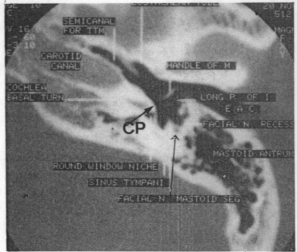


Fig. 2. Axial CT. Handle of malleus(M) is seen projecting toward the basal turn of the cochlea and overlying cochlear promontory(CP). Posterior to CP lies the round window niche. The long process of the incus(I) is seen posterior to the handle of M. Other structures seen include the semicanal for tensor tympani muscle(TTM), eustachian tube, the horizontal portion of carotid canal, sinus tympani, and facial nerve recess.

cochlear promontary는 와우관의 basal turn의 외연을 덮는 얇은 반달 모양의 골층으로 중이강의 내벽을 이룬다(Fig. 2). 난원창(oval window)은 cochlear promontary 상방에 위치하며 등골(stapes)의 족판(foot plate)이 부착되고 전정개 개구된다(Fig. 4, 10). 정원창(round window)은 scala tympani의 basal end에 놓여 있으며 후방으로 고실강내로 개구되어 있다(Fig. 2).

pyramidal eminence는 고실 후벽에 있는 작은 삼각형의 구조물로 하행 안면 신경관의 바로 앞에 놓여 있다. pyramidal eminence의 내측에는 tympanic sinus가 놓여 있고 이곳이 제발성 진주종의 잠재적 부위이다. pyramidal eminence의 외측에는 facial recess가 놓여 있다(Fig. 3, 11).

중이의 하부에는 경정맥구를 포함한 경정맥구가 있다. 경정맥구는 bony or fibrous partition에 의하여 전내방의 pars nervosa와 외후방의 pars vascularis로 나뉘어지며 pars nervosa에는 petrous sinus와 glossopharyngeal

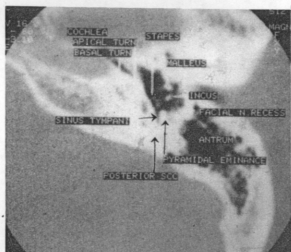


Fig. 3. Axial CT. The neck of malleus, the long process of incus, and stapes are seen. Pyramidal eminence is seen between the sinus tympani and facial nerve recess. Other structures seen are the apical and basal turns of cochlea, posterior semicircular canal(SCC).

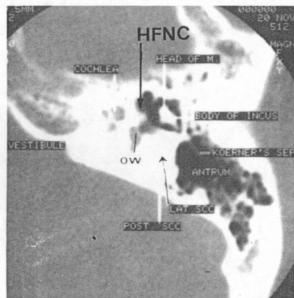


Fig. 4. Axial CT oval window(OW) level. Just lateral to OW, the head of malleus(M) articulates posteriorly with the body of incus(I), 'ice cream cone' configuration. Other structures seen are the middle turn of cochlea, vestibule, lateral and posterior SCC, horizontal portion of facial nerve canal(HFNC), mastoid antrum, and Koenner's septum.

nerve가 들어있고 pars vascularis내에는 vagus nerve, spinal accessory nerve가 주요 구조물

이다.

이소골은 추골(malleus), 침골(incus), 등골(stapes)이 있고 추골은 망치같은 모양으로 두부(head), 경부(neck), 추골병(handle, manubrium)으로 되어있고 tensor tympani muscle이 경부에 부착된다. 추골의 두부는 침골의 체부와 incudomalleolar joint를 이룬다. axial CT에서 상고실 함요내에 추골의 두부가 침골의 체부와 짧은 돌기(short process)와 'ice cream cone' 모양을 이룬다(Fig. 4). 침골의 긴돌기(long process)와 추골의 handle은 coronal CT에서 평행을 이루지만 침골은 추골 뒤에 있어 분리할 수 있다(Fig. 3). 침골의 긴돌기의 끝에는 lentiform process가 있다. 이것은 내측으로 직각을 이루어 등골과 연결되어 incudostapedial joint를 이룬다(Fig. 9). 등골의 족판은 난원창에 부착된다. 족판은 너무 얇아 CT상 보이지 않고 족판이 보이면 fenestral otosclerosis를 시사한다.

내이는 추체침의 otic capsule내에 위치하며 청각에 관계되는 와우관과 평행을 이루는 전정관을 포함하고 있다. 와우관은 2와 3/4회전을 하는 coiled tubular structure로 내부에 3개의 fluid-filled compartment가 있는데 이것은 CT상 관찰되지 않고 회전은 CT상 구별될 수 있다(Fig. 3, 4, 5, 7, 8). 와우도수관(cochlear aqueduct)은 perilymph가 뇌척수액강과 교통하는 통로가 되고 CT상 정원창에서 내측으로 향하는 curvilinear lucency로 관찰된다(Fig. 1). 이것은 중이염이 뇌막으로 전파되는 잠재적 통로가 된다. 전정(vestibule)은 내이도의 fundus에 난원상의 골 결절으로 보이며 세반고리관과 연결된다(Fig. 5, 6, 9, 10). MRI에서는 뇌와 동일한 신호강도로 보여진다. 전정도수관(vestibular aqueduct)은 난형낭(utricle)과 구형낭(sacculle)을 잇는 작은 내림프관(endolymphatic duct)가 들어있는 bony canal로 CT상 작은 'hockey stick-like' lucency로 보여진다(Fig. 11). 세반고리관은 난형낭에서 시작하여 난형낭에서 끝난다. posterior, superior, lateral의 세부위로 되어 있으며 외측 세반고리관만 axial CT 한 개의 영상에서 다 보여진다

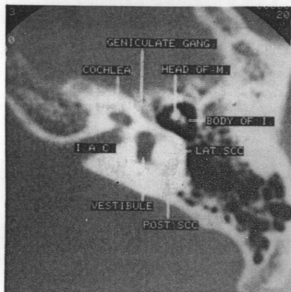


Fig. 5. Axial CT internal auditory canal level. The lateral semicircular canal(SCC) is seen contiguous with the vestibule. Other structures seen include head of M, body of I, geniculate ganglion and posterior SSC.

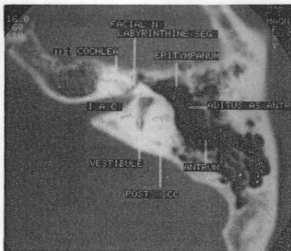


Fig. 6. Axial CT epitympanic space level. The epitympanic space opens into mastoid antrum through the aditus ad antrum. The other structures seen include labyrinthine segment of facial nerve canal, a part of middle turn(mt) of cochlea, IAC, vestibule and posterior SCC.

(Fig. 5).

측두골내의 안면 신경의 주행은 매우 복잡하고 다른 주요한 구조물과 인접해 있다. 안면 신경은 교뇌에서 기원하며 소뇌교각을 가로질러 내이도의 전방으로 porus acusticus를 통해 들어간다. MRI상 뇌간에 있는 안면 신경은 보이지 않지만 소뇌 교각에 있는 안면 신경은 T1 weighted image에서 고 신호강도로 보인다. 안면 신경의 주요 segment는 geniculate(labyrinthine), horizontal(tympanic), descending(mastoid) portion으로 나눌 수 있다. labyrinthine portion은 proximal과 distal limb으로 나뉘어져 proximal limb은 내이도의 fundus에서 추체첨으로 상외방 주행을 한다. axial CT상 이것은 comma-shaped lucency로 내이도 apex에서 추체골의 전연으로 전외방 주행을 한다. geniculate ganglion에서 안면 신경은 후방회전을 하여 inverted V 모양을 이룬다(Fig. 5, 6).

Coronal CT상 와우관 level에서 proximal과 distal limb은 근접하게 위치하여 'snake eyes' 모양을 이룬다(Fig. 7).

회전의 침부에 shallow fossa에 geniculate

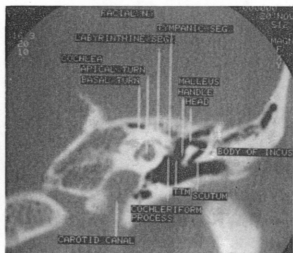


Fig. 7. Coronal CT cochlea level. The head of malleus and the body of the incus lies within epitympanic space. The tendon of the tensor tympanic(TTM) at the cochleariform process is seen. Other structures include distal portion of labyrinthine segment and proximal portion of tympanic segment of facial nerve canal, apical and basal turns of cochlea, scutum, and carotid canal.

ganglion이 위치하며 dura 또는 bone으로 덮여 있다. Greater superficial petrosal nerve가 geniculate ganglion이 전내방으로 주행하여 눈물



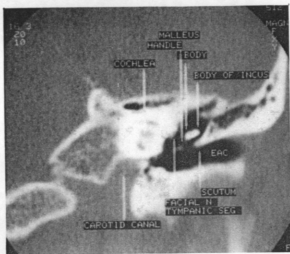


Fig. 8. Coronal CT. The handle of malleus, body of the incus, distal tympanic segment of facial nerve canal, scutum, and carotid canal are seen.

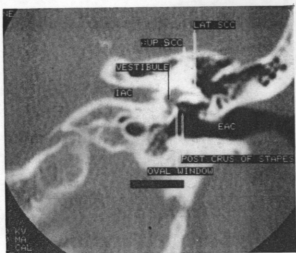


Fig. 10. Coronal CT. Posterior crus of stapes is seen lateral to the oval window. Other structures include lateral and superior SSC, vestibule, IAC and EAC.

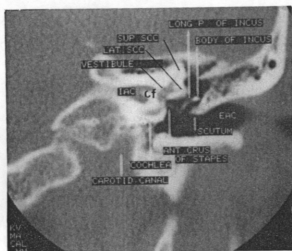


Fig. 9. Coronal CT. Medial to scutum the long process of incus articulates with the stapes. The crista falciformis(CS) is incompletely dividing the IAC into superior and inferior compartments. Also seen are the basal turn of cochlea, vestibule, superior and lateral SSC, scutum, and EAC.

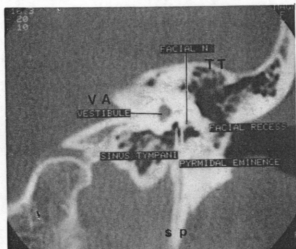


Fig. 11. Coronal CT. The pyramidal eminence is seen between the sinus tympani and facial nerve recess. Other structures seen include the vestibule, vestibular aqueduct(VA), tegmen tympani(TT), and styloid process(SP).

샘으로 분포한다. Horizontal 또는 tympanic portion은 중이강내에 위치하며 하연은 흔히 골 결손이 있고 후하방으로 주행한다. Descending 또는 mastoid portion의 시작은 두번째의 sharp posterior and inferior turn으로 pyramidal eminence의 상외방에 위치한다(Fig. 2,

11). 이것은 중이의 후하방으로 주행하여 axial CT상 tiny circular bony defect로 유두양의 함기화된 부위로 둘러싸여 있고 수직 방향을 취하고 있으며 styloid process 깊이 위치한다(Fig. 12). MRI상 뇌와 동일한 신호강도로 측두골의 무신호강도에 의해 둘러싸여 있다.

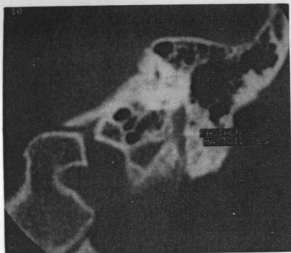


Fig. 12. Coronal CT. Medial and posterior to the spinous process lies the mastoid segment of facial nerve canal.

## 선천성 기형

선천성 이기형을 이해하기 위해서는 우선 그들의 태생학적 발생 과정을 아는 것이 중요하다. 선천성 기형은 pinna, 외이도, 중이, 내이 등이 각각 또는 복합적으로 일어날 수 있다.

이개(auricle)과 이소골은 첫번째와 두번째 새궁에서 발생되고 외이도는 첫번째 새열에서 발생된다. 중이강과 Eustachian tube는 첫번째 인두낭에서 발생된다. 유두양의 합기화는 태생 7~8개월에서 시작하여 성인까지 계속된다<sup>14,36)</sup>.

내이는 태생 2~3개월에 외배엽성 비후에서 발생된 이포(otocyte)에서 형성되므로 내이의 기형은 중이나 외이에 비해 태생학적으로 일찍 일어난다.

중이와 내이의 기형이 함께 일어나는 빈도는 아주 적는데 이는 앞서 언급한 바와 같이 발생학적으로 다른 구조물에서 기원하기 때문이다. 하지만 특별한 경우 즉 모체가 thalidomide를 복용한 경우, 염색체 이상, 두개안면 이형성(craniofacial dysplasia)에서 함께 일어날 수 있다<sup>9)</sup>.

선천성 기형의 진단은 이개나 외이도에 이상이 있는 경우 임상적으로 쉽게 진단할 수 있으나 전도성 또는 감각 신경성 난청의 소견

만 보일 경우 정확한 진단을 할 수 없는 경우도 있다. 이때 측두골 CT가 아주 유용하다. MRI는 선천성 기형에서 한계가 있다. 즉 안면 신경관의 주행을 알 수 있는 정도이다<sup>36)</sup>.

선천성 기형 환자에서 측두골 CT상 꼭 관찰해야 할 것은 다음과 같다.

첫째, 외이도 폐쇄가 연조직(soft tissue plug)에 의한 것(막성 폐쇄)인지 골 폐쇄판(bony atresia plate)에 의한 것(골성 폐쇄)인지 본다. 골 폐쇄판이 두꺼울수록 아주 심한 이소골과 중이강의 기형을 동반한다<sup>9)</sup>.

둘째, 중이강과 이소골의 상태인데 중이강은 비교적 작고 추골과 침골이 융합하여 L자 모양의 기형을 보이고 또 이것이 폐쇄판에 부착되는 소견을 보일 수 있다(Fig. 13). 그 외 이소골의 이상으로는 어느 한 부위만 또는 전체

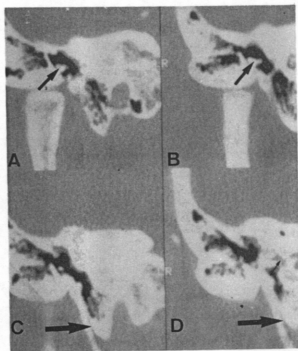


Fig. 13. External auditory canal atresia, fused ossicles coronal scans A~D) : A is the most anterior image. Each successive image is 1.5mm more posterior. A), B) The malleus and incus are fused and attached to the atresia plate(arrows). Deformity of temporomandibular joint with flattening of glenoid fossa is noted. C), D) Anteriorly placed mastoid segment of facial nerve canal(large arrows), at the level of vestibule(small arrow).

가 없는 경우 등이 있다<sup>25)</sup>. 셋째는 중이강내 진주종의 유무, 네째는 안면 신경관의 주행 이상인데 tympanic segment의 골벽이 없는 것이 가장 흔하고<sup>26)</sup> mastoid segment가 정상보다 앞에 위치하게 되는데(Fig. 13) 이는 중이강이 작고 측두골의 형성 부전 때문이다. 임상가는 외이도의 재형성 수술시 안면 신경의 mastoid segment의 위치를 꼭 알아야 한다. 다섯째는 정원창과 난원창의 위치와 크기, 여섯째는 미로와 내이도의 상태, 일곱째는 측두하악 관절의 상태인데 외이의 기형이 있는 경우 하악관절 절와가 편편하게 되고 하악관절구와 측두골 사이의 거리가 멀어진다(Fig. 13).

내이의 기형은 와우관, 전정, 세반고리관, 전정 도수관, 와우 도수관에 각각 또는 복합적으로 일어날 수 있다. 가장 심한 내이의 기형은 Michel anomaly로 와우관과 전정이 완전히 없는 경우이다. 골화성 미로염과 방사선학적으로 유사한데 골화성 미로염에서는 미로의 모양이 유지되어 측방 세반고리관과 와우 용기를 덮는 중이강의 내측 벽이 불룩 나온 것이 관찰되지만 Michel anomaly에서는 중이강의 내측벽의 모양이 유지되지 않아 편평하다.

와우관의 기형으로는 Mondini malformation이 있는데 상부 와우 회전의 격막이 결핍되어 중간과 침부 회전이 공통의 방을 이룬다(Fig. 14)<sup>7)</sup>.

세반고리관의 기형으로는 가장 흔한 것은 넓적한 측방 세반고리관이 전정과 합쳐지는 것으로(Fig. 15) 내이 전체 기형중 가장 많은 기형 중의 하나이다. 보통 우연히 발견되어지는 소견으로 증상을 유발하지 않는다<sup>7,25)</sup>.

전정 도수관 증후군(vestibular aqueduct syndrome)이란 전정 수도관이 커져 있고 선천성 감각신경성 난청을 일으키는 경우이다(Fig. 16)<sup>7,22)</sup>.

그외 Schiebe and Siebermann-Bing malformation은 막성 미로를 침범하여 측두골 CT에서는 정상으로 보인다.

경정맥구의 변위는 경정맥구가 정상보다 높에 위치하고 골결손이 있어 중이내로 돌출된 경우 감각성 난청과 박동성 이명감을 유발할

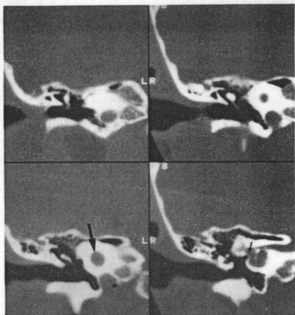


Fig. 14. Congenital cystic dilatation of the cochlea and vestibule(common cavity) Coronal CT. Note that the apical and middle turns form one cavity(large arrow). Vestibule is also dilated(small arrow).



Fig. 15. Congenital deformity of the vestibule and lateral semicircular canal, bilateral. Note the contiguity between the vestibule and unusually wide and short lateral semicircular canal bilaterally(arrows).

수 있다(Fig. 17A). 때로는 경정맥구 게실이 내이도뒤에 위치하여 감각신경성 난청을 유발하거나 전정도수관을 눌러 Menier's disease 같은 증상을 유발할 수 있다(Fig. 17B)<sup>15)</sup>.

경동맥의 추체부가 외측에 위치하여 중이강

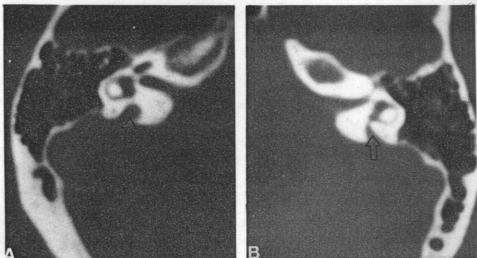


Fig. 16. A), B) The vestibular aqueduct syndrome. Axial CT scans. Both vestibular aqueducts are strikingly widened(arrow). comment : This patient has bilateral congenital sensorineural hearing deficit. History is most consistent with so-called vestibular aqueduct syndrome.

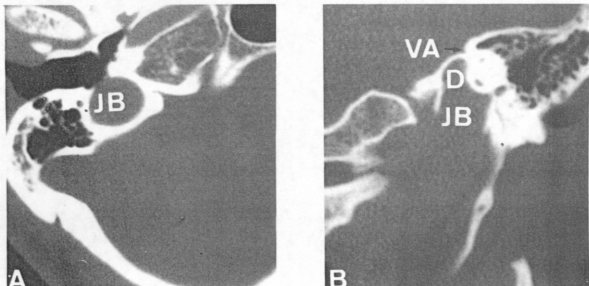


Fig. 17. Jugular bulb abnormalities. A) Axial CT through the hypotympanum demonstrates a high, dehiscent jugular bulb(JB). B) Coronal CT reveals a high jugular bulb with diverticulum(D) projecting cephalad into the petrous temporal bone and compress the vestibular aqueduct(VA). This patient had symptoms that mimic Menier's disease.

내에 위치하는 경우도 있는데 보통 중이강내 persistent stapedial artery나 aberrant middle meningeal artery 같은 혈관 기형을 동반한다.

### 염증성 질환

CT가 발달하기 전에는 측두골의 염증성 질

환을 검사하는데 다방향 단층 촬영이 사용되었다. CT는 다방향 단층 촬영에 비해 측두골 내의 연조직의 유무와 위치를 알고 골구조물의 이상, 이소골의 상태, 내이 등을 관찰하는데 우수하다는 것은 이미 알려진 바이다<sup>4,17,24</sup>. MRI는 염증성 조직의 종류는 아는데 좋지만 골구조물을 보는데는 문제가 있다<sup>10</sup>.

외이의 염증성 질환은 합병증이 없는 한 방사선학적 검사가 필요없다. 단 악성외이도염(malignant otitis externa)에서는 병변의 파급 정도를 아는데 영상 검사가 필요하다. 악성외이도염은 노인에서 당뇨병 환자나 면역이 억제된 환자에서 'pseudomonas aeruginosa'라는 원인균에 의해 발생되며 골수염으로 진행되어 치명적으로 될 수 있다. 악성외이도염은 방사선학적으로 전반기와 후반기로 나누어질 수 있는데 전반기는 골파괴없이 연조직 변화만 관찰되고 후반기에는 골파괴와 함께 병변이 외이도 밖으로 파급된다. CT 소견으로는 외이도에 연조직이 보이고 골외이도의 파괴, 중이와 유두양내의 염증성 연조직 두께골 저부의 골수염(Fig. 18A), 비인두에 염증성 종괴, 측두하 종괴 등(Fig. 18B)이 관찰될 수 있으나 골파괴가 없는 경우 정확한 임상 소견을 모르고는 CT만으로 확인할 수 없다<sup>20</sup>. Nuclear scanning이 악성외이도염의 활동성 범위를 아는데 유용한데 Technetium-99m bone scanning은 골침범을 일찍 알 수 있고 Gallium-67 citrate scanning은 치료후 염증의 활동성을 결정하는데 좋다<sup>20,21</sup>. MRI는 CT와 마찬가지로 측두하부의 연조직 침범과 경유돌공(stylomastoid foramen)의 상태를 아는데 좋고 두개강내 침범

을 아는데는 특히 좋다<sup>22</sup>.

만성 중이염 환자에서 측두골 CT의 이용은 임상가에게 과거에는 알지 못했던 많은 정보를 제공해 주게 되었다. 즉, 측두골내의 연조직의 유무와 그것의 파급 정도를 알고 이소골의 파괴 정도, 내이의 상태 등을 알 수 있으며 골파괴에 따른 합병증의 여부도 관찰하여 수술에 많은 정보를 주고 있다. 만성 중이염 환자에서 고실강내의 연조직 종괴는 진주종(cholesteatoma) 또는 육아조직(granulation tissue)이다. 진주종은 중이염의 합병증의 하나로 keratin debris를 함유한 편평상피로 덮여있는 낭이다. 진주종은 선천성과 후천성으로 나뉘어지는데 선천성은 상피 잔존물에서 기원하며 두개강내 또는 측두골에 생길 수 있고 고실강내에 있는 경우 중이염이 없는 환자에서 정상적인 고막 뒤에 진주같은 종괴로 관찰된다. 여기에서는 후천성 진주종에 대하여 언급하기로 한다.

진주종의 병인은 고막의 pars flaccida 부위가 수축되고 따라서 고막이 천공되어 중이내로 상피이동에 의한다고 생각되며 여기에 Eustachian tube의 기능 장애, 유두양 함기화가 적게된 경우, 새로 형성된 결합 조직 등이 기여한다. 진주종에 의한 골파괴는 과거에는 압박 미란에 의한 것으로 생각했으나 최근에는 col-

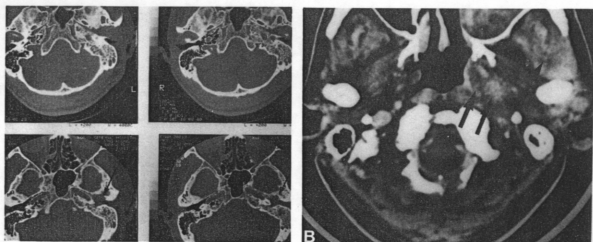


Fig. 18. Malignant external otitis, left, A) Axial CT scans. Bone window images demonstrate destruction of anterior bony canal wall/posterior wall of temporomandibular joint(arrows), compare with normal right side. B) Axial postcontrast CT scan demonstrates abnormal enhancement in the infratemporal fossa and soft tissue fullness on the posterolateral wall of nasopharynx(arrows).

lagenase activity에 의한다고 생각한다<sup>24,27)</sup>.

후천성 진주종은 전체 진주종의 98%로 고막의 pars tensa와 pars flaccida에서 생길 수 있다. 후천성 진주종의 대부분은 pars flaccida에서 기원하며 Prussak's space를 침범한다. pars tensa 진주종은 'sinus cholesteatoma'라고도 하는데 그 이유는 sinus tympani에 파급이 잘 되기 때문이다. 진주종은 CT상 nondependent portion에 연조직 종괴가 pars tensa나 pars flaccida부위에 전형적으로 보이는 경우 진단을 내릴 수 있지만<sup>34)</sup> 분엽성 중이 삼출액(lobulated middle effusion)이나 육아조직도 유사하게 보일 수 있다. 그러므로 후천성 진주종의 정확한 진단은 이소골이나 중이강벽의 골파괴를 관찰하는 것이다.

다방향 단층 촬영법에서 scutum의 미란을 관찰하는 것이 pars flaccida 진주종의 전형적인 소견이라 하였지만 CT상은 믿을만한 소견이 아니다. 왜냐하면 pars flaccida 진주종이 scutum의 미란없이도 보고되었고 scutum의 미란이 연조직 종괴없이도 관찰될 수 있다<sup>30)</sup>.

진주종이 있는 경우 CT상 관찰해야 할 것은 진주종의 위치, 이소골의 침범 여부, 중이강벽의 침범 여부, 해부학적 변이 즉 외측 S상 정동맥, 경정맥궁의 골결손 등을 관찰하여 수술의 지침이 될 수 있다. 진주종의 위치를 분석하는데는 안면신경 함요, sinus tympani, 정원창 소와(round window niche) 등을 관찰해야 한다. 이소골의 전위 정도와 파괴 양상은 pars flaccida 진주종인 경우 추골의 두부와 침골이 내측으로 전위되며 추골의 두부와 침골의 체부와 장돌기가 미란되고(Fig. 19), pars tensa 진주종인 경우 이소골의 외측 전위를 보이고 침골의 장돌기를 처음으로 침범한다(Fig. 20). 진주종이 외측 세반고리관을 분리하는 얇은 골을 파괴하여 미로루(labyrinthine fistula)를 만들어 현기증을 유발할 수 있고 외측 세반고리관을 가장 많이 침범한다(Fig. 21). 이것을 수술전 아는 것이 수술 계획을 하는데 아주 중요하다<sup>12)</sup>. 안면 신경관의 고실분지는 정상인에서도 골벽의 결핍을 보일 수 있고 연조직 종괴에 연해 있는 경우 그것이 진주종에 의해

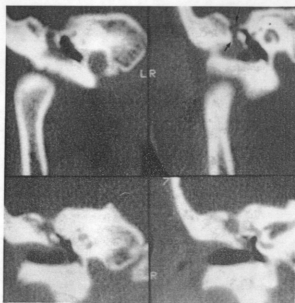


Fig. 19. Cholesteatoma, pars flaccida. Coronal CT scans. There is nondependent mass in the Prussak's space. There is clearly demonstrable erosion of the scutum(short arrow) with widening the distance between the eroded scutum and eroded malleus head. Cortical disruption of the tegmen tympani(long arrow) is associated.

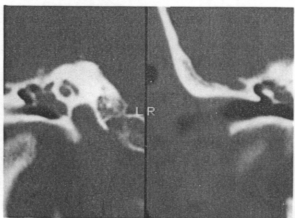


Fig. 20. Cholesteatoma, pars tensa. A soft tissue mass lies in the mesotympanum.

의한 것인지 선천성 결핍인지 알기 어렵다. 그러므로 수술전 안면 신경관의 침범여부는 신경관벽의 확장이나 재형성(remodelling)이 있는 경우에만 진단내릴 수 있다. 고실개의 결핍은(Fig. 19, 21) 수술중 혹은 수술 후 뇌척수액 이루의 잠재적 원인이 될 수 있다. 후천성 진

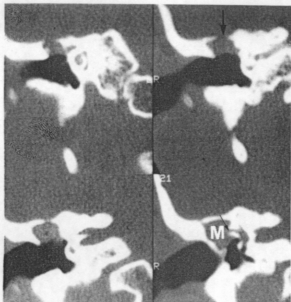


Fig. 21. Acquired cholesteatoma. Coronal CT images reveal soft tissue mass(M) with tegment defect(large arrow). Fistula to the lateral semicircular canal(small arrows).



Fig. 22. Sigmoid sinus thrombosis secondary to infected cholesteatoma. Coronal postcontrast image demonstrates lack of enhancement in the right sigmoid sinus(arrow) with irregular enhancement of the adjacent dura consistent with sigmoid sinus thrombosis.

주종이 드물게 유양동에 생길 수 있는데 유양동이 smooth wall cavity를 보이고 보통보다 크며 외이도로 자연배출될 수 있어 이를 'automastoidectomy'라 한다.

진주종의 두개강내 합병증은 골파괴의 이차적으로 생길 수 있고 경막의 농양, 측두엽 농양, 소뇌 농양, S상정맥동 혈전증(Fig. 22)과 뇌막염 등이 유발될 수 있다. 이러한 경우에는 조영제 주사후 뇌 CT 검사를 추가하거나 MRI가 도움이 된다. 중이염이 오래 지속되면 중이 점막의 이형성(metaplasia)을 초래하고 고실강 골막의 손상을 가져온다. 손상된 골막을 재생하기 위해 육아 조직이 이형성 점막에서 형성된다.

육아 조직에는 soft, fibrous, cholesterol granuloma가 있다. cholesterol granuloma는 고실강내 압력의 감소에 의한 점막 혈관 파열을 원인으로 생각하고 이것이 중이강내에서 적절히 배출되지 않아 정체되고 적혈구가 파괴되어 cholesterol crystal을 형성한다<sup>8)</sup>. 고실내의 cholesterol granuloma는 추체첨의 것과는 다르게 골미란이나 이소골의 파괴가 드물다. 육

아 조직은 CT상 고실강내 nondependant 연조직 종괴가 있을때 의심할 수 있으며 조기 진주종에서 골파괴가 없는 경우 두가지의 감별이 어렵다<sup>12,27)</sup>.

중이염에서 육아 조직이 완전히 치유되지 않으면 이소골의 고정(fixation)이 초래되는데 섬유 조직에 의한 고정(fibrous tissue fixation = chronic adhesive otitis media), 고실경화증(tympanosclerosis), 신생골 형성의 세가지 형태로 나타난다<sup>35)</sup>. 섬유조직 고정은 고실강의 내측벽 특히 난원창의 전상방에 잘 생기고 Prussack's space에 생긴 경우 추골의 두부와 경부를 고정시켜 조기 진주종과 유사한 소견을 보인다(Fig. 23). 고실경화증은 고실강내의 점막하의 섬유모세포의 침습으로 시작된다. calcium과 phosphate crystal이 두꺼워진 점막에 침착된다(Fig. 24). 고실경화증은 고막에서 주로 시작되지만 이소골의 제인대나 건 어디에나 생길 수 있다. 신생골 형성은 제일 드문 이소골 고정으로 상고실에 잘 생긴다<sup>31,35)</sup>.

내이의 염증은 미로염으로 임상적으로 끊임

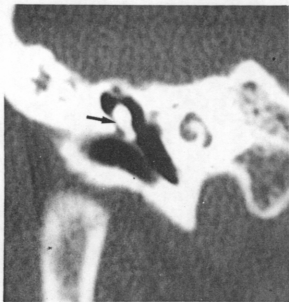


Fig. 23. Fibrous tissue fixation, Prussak's space. Coronal image. There is abnormal debris in Prussak's space (arrow). There was long history of chronic otitis media. This is difficult to differentiate from early cholesteatoma.

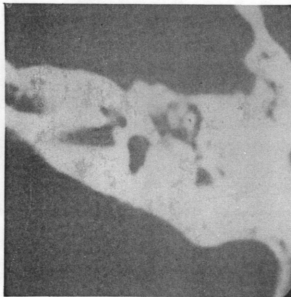


Fig. 24. Tympanosclerosis. Axial CT. There is abnormal calcification (arrow) medial to the incus-domalleolar joint.

없는 현기증의 증상으로 나타나며 감각신경성 난청을 일으킨다. 미로염의 원인은 이독성 약물, 세균성 및 바이러스성 감염, 중이 수술 후,

이관고실 함요병(tubotympanic disease)의 과급으로 생길 수 있는데 CT 검사가 도움이 되는 경우는 수술 후(Fig. 25)나 이관고실 함요병 환자에서 미로루의 여부를 관찰하는 것이다. 만성 세균성 또는 장액성 미로염은 나중에 골화성 미로염(labyrinthitis ossificans)으로 남게 된다<sup>32)</sup>.



Fig. 25. Labyrinthitis ossificans, previous radical mastoidectomy state. Coronal CT. There is diffuse ossification of the bony labyrinth on the left (arrows).

측두골의 염증성 질환에서 MRI의 사용은 아직은 제한적이다. 그 이유는 MRI상 유두양과 고실강내의 공기가 있는 부위와 이소골 등은 신호강도를 내지 않고 고실강내의 정상 연부 조직(tensor tympani and stapedius muscle, suspensory ligament of ossicles)는 너무 작아 surface coil을 사용하여 MRI를 한다해도 보이지 않는다. 염증성 질환에서 MRI가 도움이 되는 경우는 CT상 고실강내가 연조직으로 가득한 경우 진주종과 중이 삼출액을 따로 분리할 수 있다고 한다. 즉, 후천성 진주종은 T1W or T2W images에서 뇌실질과 동일한 신호 강도를 보여 주고 T2W image에서 높은 신호 강도를 보이는 중이 삼출액과 분리할 수 있다<sup>32)</sup>. 육아 조직은 Gadolinium-DTPA enhanced MRI에서 T1 shortening 즉 높은 신호강도를



보이게 되는데 이때는 다른 종괴와 감별되지 않는다<sup>19)</sup>. cholesterol granuloma는 T1W와 T2 W images에서 높은 신호강도로 보임으로써 진주종과 중이 삼출액과 감별될 수 있다<sup>18)</sup>. 두 개강내 합병증을 의심하는 경우는 MRI가 CT 보다 정확한 양상을 얻을 수 있다.

## 종 양

외이에 생길 수 있는 양성 종양으로는 외골 증(exostosis), 골종(osteoma), 선세포 종괴(gland cell tumor)로 이구종(ceruminoma) 등이 있다. 외골증은 차가운 물에 자주 노출되는 수영 선수에서 자극적인 반응에 의하여 생기는 것으로 양측 골이도내에 골 돌출로 나타난다.

외이의 악성 종양에는 squamous cell carcinoma(Fig. 26)가 가장 많고 basal cell carcinoma, adenoid cystic carcinoma(Fig. 27), sarcoma, pinna에 생기는 melanoma 등이다. 이러한 악성 종양의 방사선학적 소견은 골 파괴인데 양성 종양 또는 aggressive한 염증성 질환에서도 골파괴의 소견을 보일 수 있어 절대적인 소견은 될 수 없다. 그러므로 CT는 외이의 악성 종양에서 특별한 진단을 내리기 보다는 병기 결정을 하여 수술 가능성 여부를 판단하



Fig. 26. Squamous cell carcinoma. Axial CT. Soft tissue mass fills external auditory canal and extends into middle ear. There is marked bony destruction.

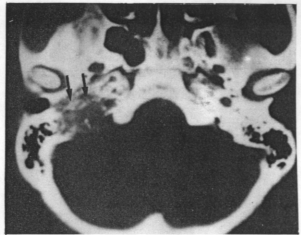


Fig. 27. Adenoid cystic carcinoma. Axial CT. Irregular bony destruction on mastoid portion(arrow). This finding is non-specific finding.

는데 도움을 줄 수 있다. 그리고 종괴의 범위를 관찰하기 위해서는 반드시 조영 증강 검사가 요구되어 진다. 외이의 전이암으로는 혈행성 파급과 직접 파급을 들 수 있는데 혈행 파급을 하는 원발 부위로는 유방, 전립선, 폐, 신장, 갑상선 등이다. 직접 파급되는 암으로는 이하선 비인두 등에서 신경종, 신경, 근막상을 따라 전파될 수 있다. CT소견만으로는 골 파괴와 동반된 연부 조직 종괴로 원발성 악성 종양, 악성 외이도염, Histiocytosis X, 아주 큰 진주종과 감별이 안된다. Histiocytosis X환자의 15%에서 귀를 침범할 수 있는데 CT상 불규칙한 골 파괴와 연부 조직 종괴로 나타난다<sup>20)</sup>.

중이내에는 Glomus tumor, 안면 신경 종양과 악성 종양으로는 squamous cell carcinoma, adenocarcinoma, rhabdomyosarcoma 등을 들 수 있다. Glomus tumor는 두경부의 chemoreceptor cell에서 발생하며 chemodectoma, non-chromaffin paraganglioma라고도 불리운다. 중이를 침범하는 것은 glomus tympanicum과 glomus jugularae tumor인데 임상적으로 박동성 이명감을 호소한다.

Glomus tympanicum은 cochlear promontary에서 발생하며 아주 작은 연조직 종괴로 거의 골 미란을 일으키지 않는다. 그에 비해 glomus jugularae는 특징적으로 경정맥와의 골 천창을 파괴하고 중이강내로 침범한다. CT상 경정맥

와의 심한 골 파괴(Fig. 28)와 함께 조영제 증강 후 조영 증강이 잘되는 종괴의 관찰로 진단내릴 수 있다. MRI에서는 T1W image상 혼합된 저 신호강도와 동일 신호강도의 종괴로 저 신호강도는 혈관 구조물내 flowing blood로 signal void로 나타난다(Fig. 29).

이러한 signal void를 'salt pepper' appearance라 하여 glomus tumor의 특이 소견이라 보고한 바도 있지만 다른 혈관이 풍부한 종괴에서도 관찰될 수 있으므로 질병 특이 소견은 아니다. Glomus tumor는 다발성인 경우가 3%에서 26%로 보고<sup>23)</sup>되고 있으므로 경동맥 분지 부위까지 추가 검사를 해야한다. 수술전 혈관 조영술을 시행해야 하는데 이는 진단적인 목적뿐 아니라 수술 전 색전술을 하기 위해서 필요하다.

내이의 종양으로는 대표적으로 내이도와 소뇌교각 주위에서 발생하는 청신경 종양과 안면신경 종양, 수막종을 들 수 있고 그외 epidermoid, jugular fossa schwannoma, hypoglossal schwannoma, paraganglioma, hemangioma, chordoma 등이 이 주위에 생겨 내이를 침범할 수 있다. 이러한 종괴들은 조영제 증강 후 CT 검사 또는 MRI가 필수적이다. CT는 이러한

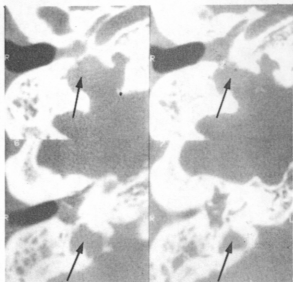


Fig. 28. Glomus jugularae paraganglioma. Coronal CT sections done in bone window demonstrates irregular destruction of jugular foramen(arrows).

종괴에 의한 골 변화 즉, 골 파괴의 유무, 골 파괴의 양상, hyperostosis 또는 석회화를 관찰하는데 우수하지만 아주 작은 신경종을 찾거나 침범정도를 아는데, 종괴의 characterization을 하는데는 MRI가 우수하다<sup>11)</sup>.

청신경종은 소뇌교각과 내이도에 생기는 가장 흔한 종양으로 superior vestibular nerve의

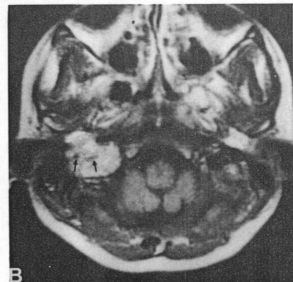
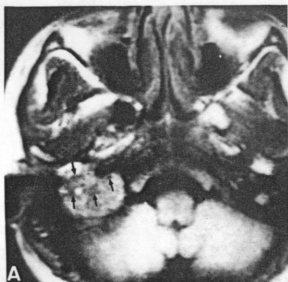


Fig. 29. Glomus jugularae paraganglioma. MR scans A) Axial T1 weighted image reveal the tumor mass in the right jugular fossa. Note the area of flow void representing the vessels within the tumor (arrows). B) Gd-DTPA enhanced T1-weighted image. The mass is enhanced with several signal void areas(arrows) representing vessels.

Scarpas's ganglion 가까이 schwann cell에서 기원한다. 아주 큰 청신경종의 경우 조영제 증강 후 CT상 종괴가 잘 관찰되고 내이도의 확장도 함께 관찰된다. 하지만 MRI는 청신경의 전장 즉 내이도의 fundus에서 교뇌(pons)까지 정확히 관찰할 수 있어 CT보다 우수하다(Fig. 30)<sup>30</sup>. 특히 소관내 병변(intracanalicular lesion)인 경우 CT에서는 찾기 어렵고(Fig. 31A), 과거에는 Air-cisternography를 시행했으나(Fig. 31B) Gd-DTPA enhanced MRI로 쉽게

찾을 수 있게 되었다. 안면 신경종이 proximal group에서 생긴 경우 청신경종과 유사하다. 위치상 안면 신경종은 내이도의 천정으로 자라고 이에 반해 청신경종은 추체골의 상부는 드물게 침범한다<sup>16)</sup>. Distal group의 안면 신경종은 안면 신경의 주행에 따라 geniculate ganglion, 고실강(Fig. 33), 하행 안면 신경관을 침범한다. 조영 증강 후 CT나 MRI로 안면 신경관내 종괴의 관찰로 진단이 가능한데 MRI가 CT에 비해 훨씬 우월하다. MRI에서 때로 안면 신경

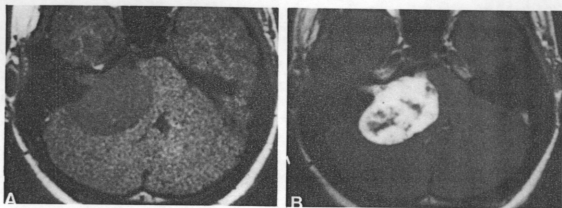


Fig. 30. Acoustic schwannoma. MR scans A) The axial T1 weighted image demonstrate a large low signal intensity cerebellopontine angle mass extending into IAC with enlargement of IAC. B) Axial Gd-DTPA enhanced T1 weighted image reveals a high signal, inhomogeneously enhancing tumor mass with central irregular low signal intensity areas, which completely fills the IAC.

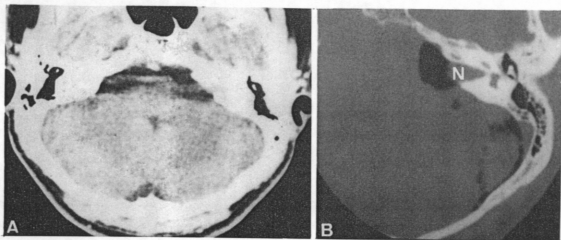


Fig. 31. Intracanalicular acoustic neuroma. A) contrast enhanced thin section axial CT scan reveals no definite enhancing mass within IAC. B) Axial CT air cisternogram demonstrates air abutting the left intercanalicular acoustic neuroma(N).



Fig. 32. Small solid acoustic neuroma. Gd-DTPA enhanced coronal T1 weighted MR image confirms the location of the mass and its extension into the fundus of canal.

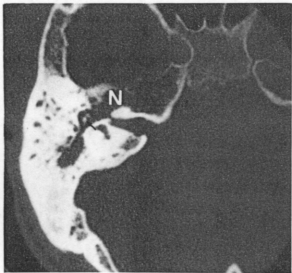


Fig. 33. Tympanic segment facial nerve neuroma. Axial CT scan shows gross enlargement to the tympanic segment of the facial nerve canal by neuroma(N). The medial aspect of the short process of the incus has undergone pressure erosion(arrows).

관내부에 연부 조직종괴 없이 조영 증강을 보일 수 있는데 아마도 안면 신경염으로 생각한 다<sup>11)</sup>.

수막종(meningioma)은 소뇌교각과 내이도의 경막에서 생기며 보통 well encapsulated 된

종괴이다. 때로 침습성으로 경막동(dural sinus)내로 직접 확장되거나 추체골내로 확장될 수 있다. 추체골 후면에서 기원한 수막종은 소뇌교각 종괴에서 청신경종 다음으로 많으며, V, VII, VIII cranial nerves의 장애를 초래한다. MRI상 두가지 신호강도로 나타날 수 있는데 첫번째 경우는 T1W image에서 동일 신호강도이고 T2W image에서 별로 신호 강도의 증가를 보이지 않아 paramagnetic enhancing agent를 사용하지 않으면 찾기가 어렵다<sup>26)</sup>. 두번째 경우는 퇴행성 변화로 수분 양이 많아 T2W image상 고 신호 강도로 나타난다<sup>30)</sup>.

두 경우 모두 청신경종이나 안면신경종과 유사하여 청신경이나 안면신경과 분리되는 것을 확인하는 것이 중요하다. 추체골이 두꺼워져 hyperostosis의 소견은 MRI상 보일 수 있지만 CT가 더욱 우수하다<sup>11)</sup>.

표피양 종괴(epidermoidoma)는 선천성 종괴로 선천성 진주종이라 알려져 있다. 소뇌교각을 확장하는 종괴로 내부에는 keratin debris와 solid cholesterol crystal의 혼합물로 이루어져 있다. CT상 저음영의 종괴로 조영 증강 후 변연부 증강을 보일 수 있고 석회화가 동반될 수 있다. MRI상 두가지 형태로 나타날 수 있는데 첫번째 유형은 keratin이 풍부하여 T1W image에서 저신호 강도, T2W image에서 고신호 강도로 나타나고 두번째 유형은 cholesterol crystal을 함유하여 T2W image상 고신호 강도, T2W image상 중신호 강도를 나타낸다<sup>5)</sup>.

삼차신경종(trigeminal neurinoma)은 진행성 안면 마비, 통증, 감각 이상을 초래하고 MRI상 청신경종과 유사할 수 있다. 가장 중요한 감별점은 종괴의 중앙부위가 gasserian ganglion fossa 내부 또는 가까이 있고 내이도로 침범이 없다는 점이다. 삼차신경종은 특징적으로 incisura를 걸치고 있어 cavernous sinus와 소뇌교각을 동시에 침범한다.

경정맥와 신경종(jugular fossa neurinoma)은 IX, X, XI cranial nerves에서 기원하여 난청, 현기증, 운동 실조, 쉼 소리, 연하 장애 등을 유발한다. 종괴가 커지면 경정맥와를 미란시킨다. CT상은 cortical margin이 유지되는

smooth walled defect로 조영 증강 후 CT나 MRI에서 중증도의 조영 증강을 보인다. 척색종(chordoma)는 소뇌교각과 추체첨의 notochord의 잔재물에서 기원하며 추체골과 추체첨의 골 파괴를 일으킨다. CT상 고음영의 extraaxial mass로 골 미란과 파괴를 일으키고 내부에 석회화를 동반한다. MRI는 종괴의 기시부와 성장 방향, 파급 정도를 정확히 보여 주고 T1W image에서 저신호 강도, T2W image에서 고신호 강도로 보여진다.

연골육종(chondrosarcoma)은 척색종과 아주 유사하며 basisphenoid와 sphenoccipital synchondroses에서 기원하고 다양한 연골성 요소와 골성 요소를 함유하여 CT상 조영 증강되는 골파괴와 점상의 석회화가 보여진다. MRI상 일반적으로 T2W image에서 고신호 강도와 함께 골구조물에 의한 저신호 강도가 관찰된다<sup>11)</sup>.

## 이 경 화 증

이경화증(otosclerosis)이란 osseous otic capsule을 침범하는 가족성 진행성 병변으로 spongy vascular haversian bone이 otic capsule의 ivory-like endochondral bone으로 지속되고 대체되는 병이다. 주로는 양측성으로 여자에 많다. 백인과 인도인에 많고 우리나라를 포함한 동양인에는 빈도가 적은 것으로 되어 있다.

이경화증은 두가지 유형으로 fenestral type과 cochlear type으로 cochlear otosclerosis(otospongiosis)는 드물고 fenestral type과 동반되어 주로 나타난다. cochlear otosclerosis는 진행성 양측 감각 신경성 난청을 일으키며 활동성 시기에 CT상 와우관과 세반고리관 인접 부위에 radiolucent halo가 관찰되며 퇴화되면 sclerotic(otosclerosis)해져 otic capsule과 같은 음영으로 나타난다. fenestral type은 전도성 난청을 가져오며 난원창을 가장 많이 침범하여 난원창 전방에 plaque가 관찰된다. 때로 stapes foot plate/annular ligament complex가 두꺼워진 경우는 고실 경화증과 유사하다. 하지만 이

경우는 선행된 중이염의 병력이 있으므로 감별될 수 있다<sup>30,32)</sup>

## 외 상

측두골의 골절은 단순 촬영으로 17~30%에서만 나타나므로 두부 외상 후 이출혈, 이루, 비루, 청력 소실, 안면 신경 마비 등이 있으면 측두골 CT를 반드시 실시해야 한다. CT는 측두골의 골절 방향뿐 아니라 이와 동반된 이소골의 이상, 안면신경와의 침범 유무, 골미로의 침범, 중이강내와 유양동내의 출혈 등도 같이 관찰할 수 있다.

측두골의 골절의 형태학적 분류는 암아 추체(petrous pyramid)의 장축과 골절의 방향에 따라 종위 골절(longitudinal fracture)(Fig. 34)과, 횡위 골절(transverse fracture)(Fig. 35), 혼합 골절(complex fracture)로 나누고 때로는 어느 유형에도 속하지 않는 경우도 있다. 종위 골절은 70~80%로 횡위 골절보다 많고 65% 정도에서 전도성 난청을 동반할 수 있다고 한다. 이소골의 파괴는 침골의 파괴가 가장 많은데 그 이유로는 추골은 고막에 부착되어 있고 등골은 난원창에 부착되어 있는 반면 침골은 추골과 등골 사이에 느슨하게 부착되어 있기 때문이다. 침돌골 관절이 가장 약한 관절이고 그 다음이 등골의 각부(crura of stapes)가 잘 파괴되고 추골이 가장 적게 파괴된다. 안면신경 손상은 종위 골절의 10~40%에서 온다고 하고 대부분 늦게 나타나고 자연히 회복되는 예가 75% 정도에서 나타날 수 있는데 이는 신경 주위의 부종에 기인하기 때문이라고 한다. 횡위골절은 측두골 골절의 20%에서 나타나며 골절의 방향은 암아 추체의 종축을 가로질러서 골미로를 손상시키며(Fig. 35) 외측으로 가서 중이, 이소골, 외이도까지 손상시킨다. 현기증과 안구전탕의 증상이 흔하며 감각 신경성 난청을 초래하고 안면 신경 마비는 40~50%에서 나타나는데 종위골절에서와는 달리 외상 후 즉시 나타나며 영구적 마비가 보통이다<sup>4,33)</sup>.

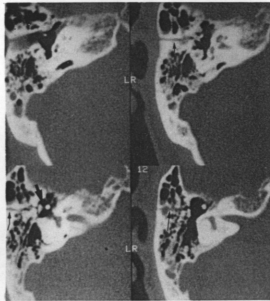


Fig. 34. Axial CT scans. Right longitudinal fracture. Longitudinal fracture line through the mastoid segment (small arrows). Incudomalleolar disruption is associated (large arrow).

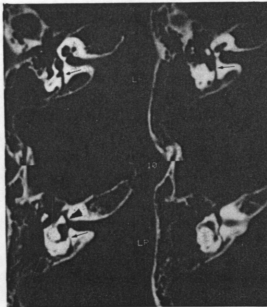


Fig. 35. Axial scans. Right transverse fracture through the vestibule, posterior SSC (arrows) and exits the lateral side of IAC into labyrinthine segment of facial nerve canal (arrowhead). Patient has facial nerve palsy.

## References

- 1) Barloon TJ, Yuh WTC, DeMarino DP, et al : Infratemporal fossa meningioma : CT and MR findings (case report). *J Comput Assist Tomogr* 11 : 1050~1053, 1987
- 2) Brogan M, Chakeres DW : Computed tomography and magnetic resonance imaging of the normal anatomy of the temporal bone. *Seminars in Ultrasound, CT and MR* 10 : 178~194, 1989
- 3) Curati WL, Graif M, Kingsley DPE, et al : Acoustic neuromas : Gd-DTPA enhancement in MR imaging. *Radiology* 158 : 447~451, 1986
- 4) Curtin HD, Wolfe P, May M : Malignant external otitis : CT evaluation. *Radiology* 145 : 383~388, 1982
- 5) Davidson HD, Ouchi T, Steiner RE : NMR imaging of congenital intracranial germinal layer neoplasms. *Neuroradiology* 27 : 301~303, 1985
- 6) Dolan KD : Temporal bone fractures. *Seminars in Ultrasound, CT and MR* 10 : 262~279, 1989
- 7) Eelkema EA, Curtin HD : Congenital anomalies of the temporal bone. *Seminars in Ultrasound, CT and MR* 10 : 195~212, 1989
- 8) Griffin C, DeLaPaz R, Enzmann D : MR and CT correlation of cholesterol cysts of the petrous bone. *AJNR* 8 : 825~830, 1987
- 9) Hanafee WN, Bergstrom L : Radiology of congenital deformities of the ear, *Head and Neck Surg* 2 : 213~221, 1980
- 10) Hasso AN, Ledington JA : Imaging modalities for the study of the temporal bone. *Otolaryngol Clin North Am* 21 : 219~244, 1988
- 11) Hasso AN, Smith DS : the cerebellopon-

- tine angle. *Seminars in Ultrasound, CT and MR* 10: 280~301, 1989
- 12) Holliday RA: Inflammatory disease of the temporal bone: Evaluation with CT and MR. *Seminars in Ultrasound, CT and MR* 10: 213~235, 1989
  - 13) Holliday RA, Reede DL: MRI of mastoid and middle ear disease. *Radiol Clin North Am* 27: 283~299, 1989
  - 14) Jahrsdoerfer RA: Congenital atresia of the ear. *Laryngoscope* 88(Suppl 13): 1~48, 1978
  - 15) Jarsdoerfer RA, Cail WS, Cantrell RW: Endolymphatic duct obstruction from a jugular bulb diverticulum. *Ann Otol* 90: 619, 1981
  - 16) Latack JT, Gabrielsen TO, Knake JE, et al: Facial nerve neuromas: Radiologic evaluation. *Radiology* 149: 731~739, 1983
  - 17) Mafee MF, Kumar A, Yannias DA et al: Computed tomography of middle ear in the evaluation of cholesteatomas and other soft tissue masses: Comparison with pluridirectional tomography. *Radiology* 148: 465~472, 1983
  - 18) Martin N, Sterkers O, Mompont D, et al: Cholesterol granulomas of the middle ear cavities: MR imaging. *Radiology* 172: 521~525, 1989
  - 19) Martin N, Sterkers O, Nahum H: Chronic inflammatory disease of the middle ear cavities: Gd-DTPA-enhanced MR imaging. *Radiology* 176: 399~405, 1990
  - 20) Mendelson DS, Som PM, Mendelson MH, et al: Malignant external otitis: The role of computed tomography and radionuclides in evaluation. *Radiology* 149: 745~749, 1983
  - 21) Parisier SC, Lucente FE, Som PM, et al: Nuclear scanning in necrotizing progressive "malignant" external otitis, Laryngoscope 92: 1016~1019, 1982
  - 22) Phelps PD, Lloyd GAS: Course of the facial nerve in congenital ear deformities. *Acta Radiologica Diagn* 22: 475~483, 1981
  - 23) Remley KB, Harnsberger HR, Jacobs JM, et al: The radiologic evaluation of pulsatile tinnitus and the vascular tympanic membrane. *Seminars in Ultrasound, CT and MR* 10: 236~250, 1989
  - 24) Shaffer KA: Comparison of computed tomography and complex motion tomography in the evaluation of cholesteatoma. *AJR* 143: 397~400, 1984
  - 25) Shaffer KA: The temporal bone. In *Cranial Computed Tomography A Comprehensive Text*(ed. Williams AL), 1st Ed. St. Louis, The C. V. Mosby Company, pp. 512~554, 1985
  - 26) Spagnoli MV, Goldberg HI, Grossman RI, et al: Intracranial meningiomas: High field MR imaging. *Radiology* 161: 369~375, 1986
  - 27) Strashun AM, Nejatheid M, Goldsmith SJ: Malignant external otitis: Early scintigraphic detection. *Radiology* 150: 541~545, 1984
  - 28) Swartz JD: Introduction. In *Imaging of the Temporal Bone*(ed. Swartz JD), 2nd Ed. New York, Thieme, pp. 1~19, 1992
  - 29) Swartz JD: Cholesteatoma of the middle ear: Diagnosis, etiology and complications. *Radiol Clin North Am* 22: 15~35, 1984
  - 30) Swartz JD: Otosclerosis, diagnosis and differential diagnosis. *Seminars in Ultrasound, CT and MR* 10: 251~261, 1989
  - 31) Swartz JD: The middle ear and mastoid. In *Imaging of the Temporal Bone* (ed. Swartz JD), 2nd Ed. New York, Thieme, pp. 48~153, 1992

- 32) Swartz JD : The otic capsule and otodystrophies. In *Imaging of the Temporal Bone*(ed. Swartz JD), 2nd Ed. New York, Thieme, pp. 192~246, 1992
- 33) Swartz JD : Trauma. In *Imaging of the Temporal Bone*(ed. Swartz JD), 2nd Ed. New York, Thieme, pp. 247~267, 1992
- 34) Swartz JD, Goodman RS, Russel KB, et al : High resolution computed tomography of the middle ear and mastoid. Part II : Tubotympanic disease. *Radiology* 148 : 455~459, 1983
- 35) Swartz JD, Wolfson RJ, Marlowe FI, et al : Postinflammatory ossicular fixation : CT analysis with surgical correlation. *Radiology* 154 : 697~700, 1985
- 36) Teresi L, Lufkin R, Wortham D, et al : MR imaging of the intratemporal facial nerve using surface coils. *AJNR* 8 : 49~54, 1987
- 37) Tien RD, Felsberg GJ, Macfall J : Fast spin-echo high-resolution MR imaging of the inner ear. *AJR* 159 : 395~398, 1992
- 38) Wright JW Jr, Hicks G : Polytomography and congenital anomalies of the ear. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 91 : 480~484, 1982
- 39) Zimmerman RD, Fleming CA, Saint-Louis LA, et al : Magnetic resonance imaging of meningiomas. *AJNR* 6 : 149~157, 1985