대한방사선의학회지 2001;45:565 - 570

내이도 기저부 신경관들의 고해상 측두골 CT 소견[1]

지 준 하 · 윤 은 경 · 김 승 철

목적: 고해상도 측두골 CT에서 관찰될 수 있는 내이도 기저부 신경관들의 정상 소견을 알아보기 위해 본 연구를 실시하였다.

대상과 방법: 과거력상 수술이나 외상이 없이 측두골 CT를 실시하였던 150명의 환자를 대상으로, 합병증이 없는 중이염 환자는 포함시키고, 현기증, 감각신경성 난청, 안면신경 마비가 있는 환자는 대상에서 제외시켜 총 253개의 고해상도(1mm 두께와 간격으로 연속 촬영한) 측두골 CT를 후향적으로 관찰하였다. 3명의 방사선과 의사가 내이도 기저부에서 안면신경의 미로부 분절, 와우신경, 상전정신경, 하전정신경의 구형낭 분지 및 후팽대부 신경이 지나가는 신경관들이 관찰되는 빈도와 위치를 확인하였다.

결과: 내이도 기저부에서 모두 5개의 신경관들을 확인할 수 있었다. 특이관을 제외한 4개의 신경관들은 축상면 영상에서 100% 관찰이 가능하였고, 특이관은 68%에서만 관찰이 가능하였다. 관상면 영상에서는 안면신경관의 미로부 분절 신경관과 상전정신경관은 100% 확인이 가능하였지만, 와우신경관과 하전정신경의 구형낭 분지관 및 후팽대부 신경관은 각각 90.1%, 87.4%, 78%에서만 관찰이 가능하였다. 신경관이 관찰되었던 경우의 전례에서 안면신경의 미로부 분절 신경관은 기저부의 전상방에서 전외방으로 향하는 관으로 관찰되었고, 와우신경관은 그 직하방에서 와우와 연결되는 관으로 보였으며, 상전정신경관은 이 두 신경관들의 바로 뒤쪽에서 전정의 윗부분으로 향하는 관으로서 관찰되었다. 하전정신경의 구형낭 분지관은 상전정신경관의 바로 하방에 위치하고 있었고, 후팽대부 신경이 지나가는 특이관은 구형낭 분지관의 후하방에서 수평으로 또는 후하방으로 주행하는 것이 관찰되었다.

결론: 고해상도 CT상 내이도 기저부에 있는 5개의 신경관들은 특이관을 제외하고는 아주 높은 빈도로 관찰이 가능하므로, 이들의 위치를 정확히 파악하여 골절로 오인하지 말아야 하며, 양쪽을 비교하여 확장 등의 이상소견을 보일 경우 이를 인지하여 MR 등 추가 검사를 해야 한다.

고해상도 측두골(temporal bone) CT에서 관찰될 수 있는 미세 구조물의 해부학은 오래 전부터 널리 알려져 왔고, 내이도(internal auditory canal)를 통과하는 신경 중 측두골을 지나는 안면신경관(bony canal for facial nerve)의 해부학적 위치는 중요시 여겨져 이미 많은 연구가 이루어졌다. 하지만 내이도를 통과하는 신경에는 안면신경 외에도 전정와우신경(vestibulocochlear nerve)의 세 부분, 즉 와우신경(cochlear nerve)과 상 · 하 전정신경(superior and inferior vestibular nerve)이 있고, 이 중 하전정신경은 다시 구형낭 분지(saccular branch)와 후팽대부 신경(posterior ampullary nerve)으로 갈라지며 (Fig. 1), 이들이 측두골 내이도의 기저부(fundus)를 관통할 때는 단지 신경관(bony canal for nerve)으로서만 관찰될 수 있는데, 이들에 대한 해부학적 모양과 위치는 잘 알려져 있지 않다. 또한 측두골의 외상 환자에서 골절이 신경관 근처를 지날 때 이들 신경관들을 골절선으로 오인할 수 있으므로 주의가 필요하며, 신경이과적 수술(neuro - otologic surgery)을 위한 환자의 수술전 평가에 도움을 줄 수 있으므로 이들 신경관들에 대한 이해가 요구된다.

이에 저자들은 고해상도 측두골 CT에서, 내이도 기저부에 있는 이들 신경관들이 어느 정도로 관찰 가능한지, 그리고 그들의 위치 관계는 어떠한지를, 알려진 해부학적 구조물과 비교하여 확인하고자 본 연구를 시행하였다.

대상과 방법

1999년 1월 27일부터 1999년 8월 25일까지, 과거력상 수술을 받았거나 외상을 입었던 적이 없이 측두골의 고해상도 CT를 시행하였던 150명의 환자를 대상으로, 현기증(vertigo), 감

[1]성균관대학교 의과대학 강북삼성병원 방사선과
이 논문은 2001년 3월 29일 접수하여 2001년 8월 31일에 채택되었음.

각신경성 난청(sensorineural hearing loss), 안면신경마비(facial nerve palsy)가 있었던 환자의 것은 제외시키고, 합병증이 없는 중이염 환자의 것은 포함시켜 총 253개의 측두골 CT 영상을 관찰하였다. 대상 환자들 중 남자가 63명, 여자가 87명이었고, 연령분포는 11 - 67세로서 평균 연령은 42.4세였다.

CT 촬영기는 Hi Speed CT/i (General Electric Medical System, Milwaukee, WI)를 사용하였고 절편 두께와 간격을 각각 1 mm로 연속적인 촬영을 하여 축상면(axial)과 관상면(coronal)의 영상을 얻었는데, 축상면 영상은 하안와도선(infraorbitomeatal line)과 평행하게 얻었고 관상면 영상은 축상면에 수직 방향으로 얻었다. 512×512 matrix에 edge algorithm으로, 영상영역(field of view:FOV)을 18cm로 하여 양측 측두골이 포함되도록 촬영하였고, 촬영시의 기초자료(raw data)를 저장하여 이 정보를 가지고 각각의 측두골에 대해 FOV를 9.6 cm로 하여 특수 재구성(special reconstruction)하였으며, 340 - 360의 창 수준(window level)과 4000 - 4500의 창 폭(window width)에서 영상을 얻었다.

세 명의 방사선과 의사가 축상면과 관상면 각각에서 내이도 기저부에 있는 이들 신경관들을 관찰하였고, 두 명 이상에서 관찰 가능하였던 경우만 관찰된 것으로 간주하였다.

결 과

내이도 기저부에서 모두 5개의 신경관들을 확인할 수 있었는데, 안면신경관과 상전정신경관은 축상면과 관상면 영상 모두에서 100% 확인이 가능하였고, 와우신경관은 축상면에서는 100% 관찰이 가능하였지만 관상면에서는 90.1%에서만 관찰이 가능하였다. 하지만 하전정신경의 경우 두 개의 서로 다른 신경관들이 관찰되었고, 앞쪽의 구형낭 분지관은 축상면에서 100%, 관상면에서 87.4%가 관찰 가능하였던 반면에, 뒤쪽의 후팽대부 신경관은 축상면에서는 68%, 관상면에서는 78%에서만 관찰이 가능하였다 (Table 1).

안면신경관의 미로부 분절(labyrinthine segment)은 관찰된 전례에서, 축상면에서는 내이도의 기저부로부터 전외방으로 향하여 슬신경절(geniculate ganglion)이 위치하는 슬상와(geniculate fossa)에서 끝나는 관으로서 관찰되었고, 관상면에서는 와우의 바로 위를 수평으로 주행하는 관으로서 관찰되었다 (Fig. 2, 3A).

와우신경관은 관찰된 전례에서, 축상면에서는 내이도 기저부의 앞쪽에서 와우의 기저환(basal turn)으로 바로 향하는 관으로서 관찰되었으며 (Fig. 2D), 관상면에서는 안면신경관의 바로 하방에서 겸상능(crista falciformis)에 의해 구분되어 와우의 기저환으로 향하는 관으로서 관찰되었다 (Fig. 3B).

상전정신경관은 관찰된 전례에서, 축상면에서는 와우의 뒤쪽에서 전정의 상방을 향하는 관으로서 관찰되었고(Fig. 2B, C), 관상면에서는 전정(vestibule)의 위쪽을 향하여 수평으로 주행하는 관으로 관찰되었다(Fig. 3C).

하전정신경의 구형낭 분지관은 관찰된 전례에서 축상면에서는 와우신경관의 바로 뒤쪽에서 전정의 하방으로 향하는 관으로서 관찰되었고 (Fig. 2E, F), 관상면에서는 상전정신경관과 겸상능에 의해 구분될 수 있었다 (Fig. 3D). 다른 분지인 후팽대부 신경관의 경우에는 관찰된 전례에서 내이도 기저부의 가장 뒤쪽 하방에서, 축상면에서는 수평으로 또는 외후방으로 (Fig. 2E, F), 그리고 관상면에서는 외하방으로 전정의 후하방을 향해 주행하는 관으로서 관찰되었다 (Fig. 3F).

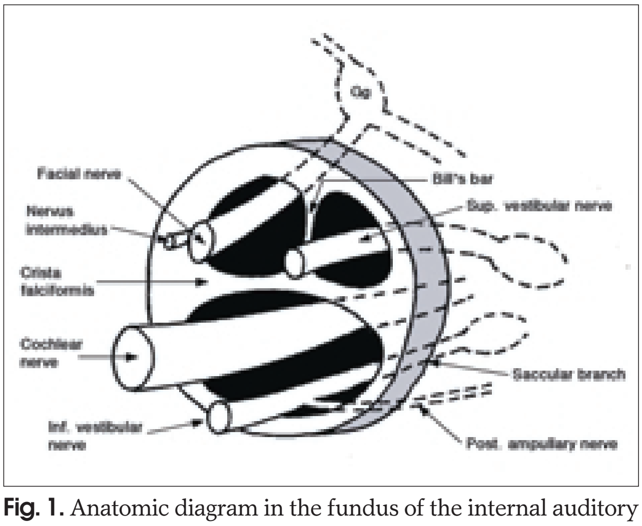

Fig. 1. Anatomic diagram in the fundus of the internal auditory canal, viewed from posteromedial aspect. The crista falciformis divides the fundus of internal auditory canal into superior & inferior portion. The facial nerve and superior vestibular nerve are separated by Bill's bar, which is not visible on axial and coronal CT scans. The inferior vestibular nerve is divided to the larger saccular branch and the smaller posterior ampullary nerve. * Gg : Geniculate ganglion.

고 찰

내이도는 안면신경과 전정와우신경이 지나가는 통로로서 이 신경들의 내이도 내에서의 위치관계는 많은 조직학적 연구(1 - 3)에서 이미 밝혀져 있다. 안면신경은 내이도의 전상방을 주행하다가 기저부에서 수평으로 놓여있는 겸상능에 의해, 내이도의 중간부위에서 전정와우신경으로부터 분리되어 전하방으로 주행하는 와우신경과 구분되어 진다. 전정와우신경으로부터 분

Table 1. Detectability of Nerve Canals in the Fundus of the Internal Auditory Canal

CT Images / Bony canals	Number of cases (%)	
	Axial scan	Coronal scan
Labyrinthine segment of facial nerve	253 (100)	253 (100)
Cochlear nerve	253 (100)	228 (90.1)
Superior vestibular nerve	253 (100)	253 (100)
Saccular branch of inferior vestibular nerve	253 (100)	221 (87.4)
Posterior ampullary nerve of inferior vestibular nerve	172 (68)	197 (78)

리된 전정신경은 내이도의 후방을 주행하다가 기저부에서 역시 겸상능에 의해 상·하전정신경으로 구분되며, 아래쪽에서 하전정신경과 와우신경을 따로 구분하는 구조물은 없으나 위쪽에서 상전정신경은 수직방향으로 놓여있는 아주 얇은 막에 의해 전방의 안면신경과 구분된다 (Fig. 1). Bill's bar로 불리는 이 얇은 막은 조직학적으로는 다양한 정도의 골화를 보이는 지주막 조직(arachnoid tissue)이지만 (1) CT에서는 관찰되지 않는 구조물이며, 이에 반해 겸상능은 관상면 CT에서 쉽게 관찰된다. 이들 신경중 하전정신경은 내이도 기저부를 통과하기 직전에 다시 주분지인 구형낭 분지와 좀 더 작은 분지인 후팽대부 신경으로 분리된다 (2). 안면신경에는 운동신경뿐만 아니라 부교감신경(parasympathetic nerve)과 특수감각신경(special sensory nerve) 다발(bundle)로 구성된 중간신경(intermediate nerve of Wrisberg)도 포함되어 있는데, 이 중 부교감신경 다발은 슬신경절에서 대천추체신경(greater superficial petrosal nerve)으로 되어 눈물 분비(lacrimation)에 관여하게 되고 특수감각신경 다발은 고실삭 신경(chorda tympani nerve)이 되어 미각(taste)에 관여한다.

Rubinstein 등 (4)은 사체(cadaver)에서 얻어진 측두골의 시상면(sagittal) CT와 MR 영상을 얻어 내이도 내에서 내측에서 외측으로 주행하는 동안 이들 신경들의 모양과 위치를 관찰하였는데, 내이도를 입구를 포함한 내측부, 중간부, 그리고 기저부를 포함한 외측부의 세 부분으로 나누었을 때, 안면신경은 전장에 걸쳐서 관상의(tubular) 모양을 유지하였다. 하지만 전정와우신경의 경우에는 내측에서는 관상의 모양을 보였고 중간부에서는 초생달 모양(crescentic)을 보였으며 이후 기저부로부터 약 3 - 4 mm 떨어진 지점에서 전정신경과 와우신경으로 분리되었다. 전정신경은 다시 기저부로부터 1 - 2 mm 떨어진 지점에서 상·하전정신경으로 분리되었으며, 하전정신경의 경우 구형낭 분지와 후팽대부 신경을 모두 관찰한 경우는 두 예에 불과하였으나 모든 예에서 후팽대부 신경이 지나가는 특이공(singular foramen)의 위치를 CT에서 확인할 수 있었다고 한다. 하지만 실제 임상에서는 CT로 이러한 신경들 자체를 관찰하는 것은 불가능하고, 단지 고해상도 측두골 CT로 내이도 및 내이도 기저부에서 이들 신경이 지나가는 신경관들의 크기 및 모양의 비교 관찰만이 가능하다.

고해상도 CT에서 안면신경관의 위치와 모양은 잘 알려져 있는 반면에 그 외의 신경이 지나가는 신경관들은 측두골의 CT를 판독할 때 흔히 간과해 버리기 쉬운데, 본 연구에서처럼 (Table 1) 대부분의 경우 내이도 기저부에서 이러한 신경관들

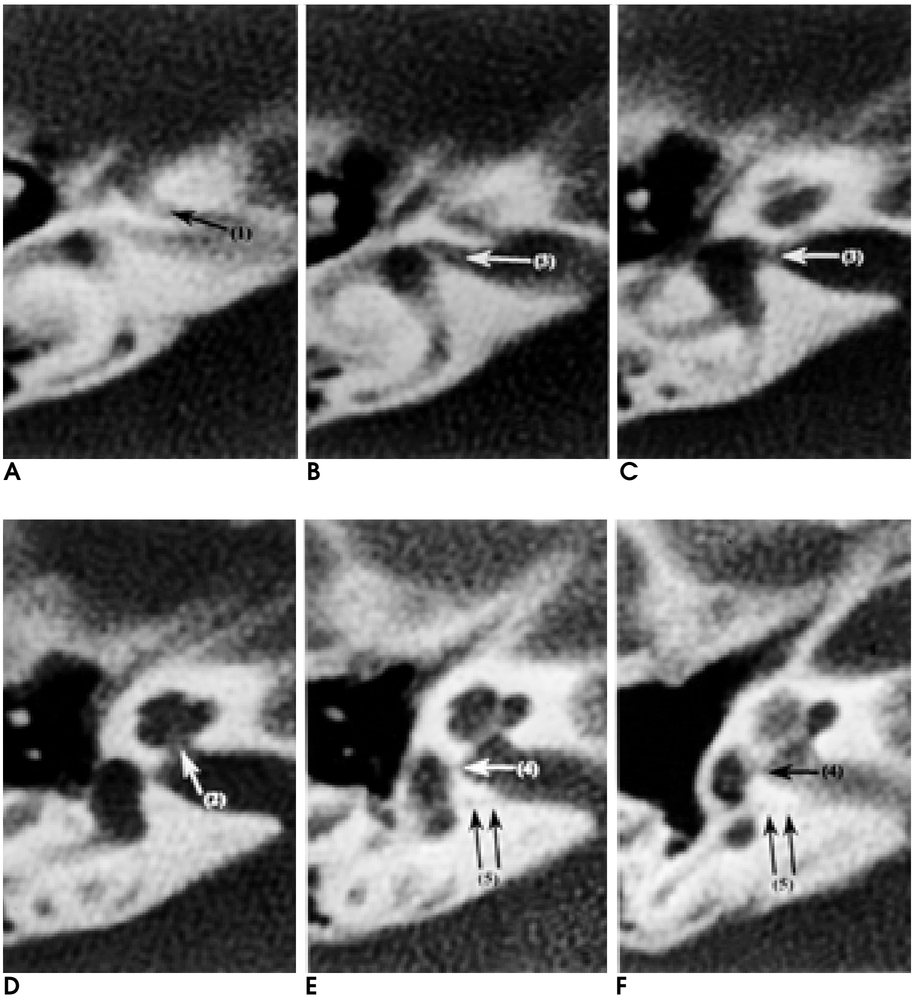

Fig. 2. A-F. Serial contiguous axial images of high-resolution temporal CT with edge-algorithm. Arrows indicate bony canals for labyrinthine segment of facial nerve (1), cochlear nerve (2), superior vestibular nerve (3), saccular branch (4) and posterior ampullary nerve(5) of inferior vestibular nerve.

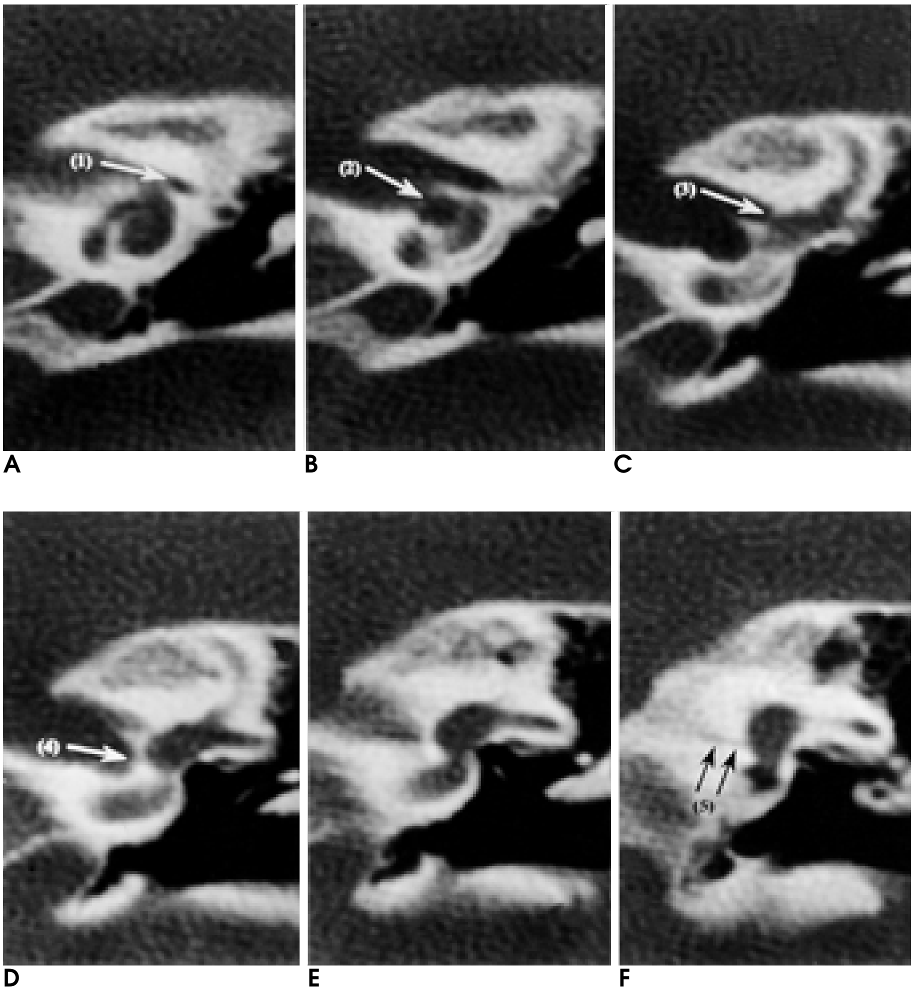

Fig. 3. A-F. Serial contiguous coronal images of high-resolution temporal CT with edge-algorithm. Arrows indicate bony canals for labyrinthine segment of facial nerve (1), cochlear nerve (2), superior vestibular nerve (3), saccular branch (4) and posterior ampullary nerve (5) of inferior vestibular nerve.

을 관찰할 수 있으므로 이들의 위치 및 관찰빈도에 대한 이해가 신경의 주행을 따라 발생할 수 있는 병소를 관찰할 때 또는 골절과의 감별에 있어 중요하리라고 생각된다.

최근 Fatterpekar 등(5)이 저자들과 비슷한 시기에 비슷한 방법으로 연구한 바 있는데, 이들의 경우 하전정신경관의 구형낭 분지는 무시하고 후팽대부 신경분지가 지나가는 특이관(singular canal)만을 관찰하여 내이도 기저부에서 4개의 신경관들의 관찰빈도와 크기를 측정하였다. 이들의 보고에 따르면 안면신경관과 와우신경 및 상전정신경은 100%, 그리고 하전정신경관의 경우는 93% 에서 관찰이 가능하였다고 했는데, 이들이 측정한 각각의 신경관들의 크기가 Proctor 등(6)의 보고와는 좀 다른 수치를 보였으며, 특히 특이관의 경우 Silverstein 등(7)의 보고에서는 2.1 - 5.4 mm로 CT상 개개인에 따라 길이에 많은 차이를 보였다.

저자들의 경우에는 좀 더 많은 수의 환자를 대상으로 하였고, 하전정신경의 두 개의 분지가 지나가는 신경관을 각각 관찰하여 신경관은 4개가 아니라 5개가 관찰될 수 있음을 밝혔다. 이들 각 신경관들의 크기에 대한 평가는 하지 않았는데, 그 이유는 위의 저자들에서의 크기에 대한 보고가 말해 주듯이 미세한 구조물에 대한 크기 측정은 기술적으로 일정한 관측이 실제 어려우며, 또 관찰자에 따라 많은 오차를 보이기 때문이다. 따라서 이러한 신경관들의 실제 계측치 보다는 그 위치의 확인, 개개인에서 양측을 비교해서 차이가 있는가를 보는 것이 더 유용하리라고 생각된다.

각 신경관들의 모양을 살펴보면, 별로 변이(variation) 없이 일정한 형태와 모양을 보여주고 있었는데, 안면신경관의 미로부 분절 신경관은 비교적 긴 관상의 모양을 하고 있었던 반면에 와우신경관은 매우 짧고 넓은, 관이라기 보다는 개구부의 형태로 관찰되었고, 상전정신경관은 안쪽이 넓고 바깥쪽이 좁은 깔대기 모양(wedge - shape)으로서 관찰되었다. 하전정신경의 구형낭 분지관은 아주 작고 짧은 관의 형태를 보이고 있었고, 후팽대부 신경관은 다양한 길이와 방향을 보이는 아주 가느다란 관으로서 관찰되었다.

본 연구에서 와우신경관이 크기가 큰 데도 불구하고 관상면에서 일부 관찰이 안되었던 것은 매우 짧은 와우신경관의 횡축이 관상면에 거의 평행하게 놓여있기 때문에 1개의 영상에서만 제대로 관찰이 가능하며, 또한 비스듬히 놓여 있는 와우의 기저환(basal turn)과 같이 잘림으로써 명확히 신경관으로서 구별이 안되는 경우가 있었기 때문이라고 생각된다. 하전정신경의 구형낭 분지관의 경우 관상면에서 일부 관찰이 안되었

던 것은 크기가 워낙 작고 짧기 때문에 부분용적 평균화 효과(partial volume averaging effect)의 영향을 입었을 것으로 생각된다. 하전정신경의 후팽대부 신경관의 경우에는 직경이 워낙 작고, Silverstein 등(7)이 보고한 바와 같이 'J'자 형태의 비교적 긴 주행 자체가 축상면과 관상면 모두에 대해 평행하게 주행하는 경우보다는 비스듬히 놓여 있는 경우가 많아서 한 영상에서 전장이 모두 관찰되는 경우보다는 두 개의 연속된 영상에서 일부분씩 관찰되는 경우가 많았으며, 또한 Fatterpekar 등(5)이 보고한 바와 같이 평균 직경이 0.5±0.14 mm로서, 1 mm도 안되므로 부분용적 평균화 효과를 피할 수 없어서 세 명의 관찰자에서 서로 다른 결과를 많이 보였고, 따라서 관찰 가능했던 빈도가 다른 연구 결과(5)보다 낮게 측정되었다.

이러한 내이도 기저부에 있는 신경관들에 대한 이해는 측두골 외상 환자에서 골절선과의 감별에 필수적이며, 또한 선택적 전정신경 절단술(selective vestibular neurectomy)을 시행 받을 환자의 수술전 평가에 있어서 각 신경관의 위치에 대한 중요한 정보를 줄 수 있다. 특히 특이관은 현기증의 치료를 위해 retrosigmoid - internal auditory canal vestibular neurectomy나 transmeatal cochlearvestibular neurectomy를 시행할 때 중요한 지표가 되는 구조물이므로 (7, 8), 이 신경관의 위치를 미리 아는 것이 수술자에게 많은 도움을 줄 수 있다. 하지만 본 연구에서처럼 이 신경관의 전장이 모두 보이는 경우가 많지 않기 때문에 주의 깊은 관찰이 요구된다.

결론적으로, 고해상도 CT상 내이도 기저부에 있는 5개의 신경관들은 특이관을 제외하고는 거의 모든 예에서 관찰이 가능하였으며, 특이관의 경우에는 직경이 1 mm도 안되고 축상면과 관상면 모두에 대해 비스듬히 주행함으로써 일부 예에서 잘 보이지 않을 수도 있으므로 주의 깊게 관찰하여야 하겠다. 이들 신경관들에 대한 이해는 측두골의 외상환자나 신경이과적 수술을 위한 환자의 수술전 평가에 많은 도움을 줄 수 있으며, 또한 양쪽을 비교하여 확장 등의 이상소견을 보일 경우 이를 인지하여 MR 등 추가 검사를 해야 한다.

참 고 문 헌

1. Bergström B. Morphology of the vestibular nerve. *Acta Otolaryngol* 1973;76:162-172
2. Silverstein H. Cochlear and vestibular gross and histologic anatomy (as seen from postauricular approach). *Otolaryngol Head Neck Surg* 1984;92:207-211
3. Schefter RP, Harner SG. Histologic study of the vestibulocochlear nerve. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1986;95:146-150
4. Rubinstein D, Sandberg EJ, Cajade-Law AG. Anatomy of the facial and vestibulocochlear nerves in the internal auditory canal. *AJNR Am J Neuroradiol* 1996;17:1099-1105
5. Fatterpekar GM, Mukherji SK, Lin Y, Alley JG, Stone JA, Castillo M. Normal canals at the fundus of the internal auditory canal : CT evaluation. *J Comput Assist Tomogr* 1999;23:776-780
6. Proctor B. *Canals of the temporal bone.* In: Proctor B, *Surgical anatomy of the ear and the temporal bone.* New York: Thieme Medical 1989:89-128
7. Silverstein H, Norrell H, Smouha E, Haberkamp T. The singular canal: a variable landmark in surgery of the internal auditory canal. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1988;98:138-143
8. Silverstein H, Norrell H, Haberkamp T. A comparison of retrosigmoid IAC, retrolabyrinthine, and middle fossa bestibular neurectomy for treatment of vertigo. *Laryngoscope* 1987;97:165-173

J Korean Radiol Soc 2001;45:565 - 570

Nerve Canals at the Fundus of the Internal Auditory Canal on High-Resolution Temporal Bone CT[1]

Joon-Ha Ji, M.D., Eun-Kyung Youn, M.D., Seung-Chul Kim, M.D.

[1]Department of Radiology, Kangbuk Samsung Hospital, Sungkyunkwan University School of Medicine

Purpose: To identify and evaluate the normal anatomy of nerve canals in the fundus of the internal auditory canal which can be visualized on high-resolution temporal bone CT.

Materials and Methods: We retrospectively reviewed high-resolution (1 mm thickness and interval contiguous scan) temporal bone CT images of 253 ears in 150 patients who had not suffered trauma or undergone surgery. Those with a history of uncomplicated inflammatory disease were included, but those with symptoms of vertigo, sensorineural hearing loss, or facial nerve palsy were excluded. Three radiologists determined the detectability and location of canals for the labyrinthine segment of the facial, superior vestibular and cochlear nerve, and the saccular branch and posterior ampullary nerve of the inferior vestibular nerve.

Results: Five bony canals in the fundus of the internal auditory canal were identified as nerve canals. Four canals were identified on axial CT images in 100% of cases; the so-called singular canal was identified in only 68%. On coronal CT images, canals for the labyrinthine segment of the facial and superior vestibular nerve were seen in 100% of cases, but those for the cochlear nerve, the saccular branch of the inferior vestibular nerve, and the singular canal were seen in 90.1%, 87.4% and 78% of cases, respectively. In all detectable cases, the canal for the labyrinthine segment of the facial nerve was revealed as one which traversed anterolaterally, from the anterosuperior portion of the fundus of the internal auditory canal. The canal for the cochlear nerve was located just below that for the labyrinthine segment of the facial nerve, while that canal for the superior vestibular nerve was seen at the posterior aspect of these two canals. The canal for the saccular branch of the inferior vestibular nerve was located just below the canal for the superior vestibular nerve, and that for the posterior ampullary nerve, the so-called singular canal, ran laterally or posteolaterally from the posteroinferior aspect of the canal for the saccular branch.

Conclusion: Five bony nerve canals in the fundus of the internal auditory canal were detected by high-frequency on high-resolution temporal bone CT. Familiarity with these structures can prevent confusion with, or misinterpretation as, a fracture line, and further study such as MR imaging may be required when any enlargement or erosion of these nerve canals is present.

Index words : Ear, CT
Ear, anatomy
Temporal bone, CT

Address reprint requests to : Joon-Ha Ji, M.D., Department of Radiology,Kangbuk Samsung Hospital, Sungkyunkwan University School of Medicine, 108 Pyeong-Dong, Jongno-gu, Seoul 100-634, Korea.
Tel. 82-2-2001-2342 Fax. 82-2-2001-2329