

구 은 회  
김 인 수  
정 현 정  
유 병 기  
김 동 성  
최 천 규  
송 인 찬

# Auditory language task를 이용한 자기공명영상에 관한 고찰 : Visual language task와의 비교

## ABSTRACT

### Functional MR Imaging in the speech-control centers of the brain : Comparison study between Visual and Auditory Language instrument methods in Normal Volunteers

*Department of Diagnostic Radiology, Seoul National University Hospital*

Eun Hoe Goo, In Soo Kim, Heon Jeong Jeong, Byung Ki You  
Dong Sung Kim, Cheon Kyu Choi, In Chan Song

**Purpose:** To make a comparison evaluated of the auditory instrument and visual instrument language generation task in the fMRI, on the adult volunteers.

**Materials and Methods:** Total of 6 normal adult volunteers(men;4, women;2, mean age;24) performed in 1.5T MRI(GE Signa Horizon, USA, quadrature head coil). For functional image acquisition processing of single shot gradient echo EPI(TR/TE/flip angle: 3000 ms/50ms/90, receive bandwidth: 62.50 KHz, FOV: 240 mm, slice thickness/gap: 6mm/0mm, matrix: 64x64). To survey of anatomical image get in the 3D SPGR(TR/TE/flip angle: 11.1 ms/2 ms/15, receive bandwidth: 15.62 KHz, FOV: 240 mm, slice thickness: 1.5 mm, slice: 124, matrix: 256X192) and 2D SPGR(TR/TE/Flip angle: 50 ms/4 ms/60, FOV: 240 mm, slice thickness/gap: 6 mm/0 mm, matrix: 256X192, slice: 20). Three techniques get of the true axial planes, To use of the workstation(SPARCstation 20, SUN Microsystems, Inc., USA). For visual instrument work of Beam projector(Sharp, Japan) and auditory instrument was of headphone. Same content of language generation task communicated through twice experiments to visual and auditory instrument for each volunteers. Two task, consisted of 6 activation and rest repeatedly, each time needed 24 seconds. 8 words instrument used of language during periods of activation, interval consisted of 3 seconds. To observation of activation area shifted signal of rest and activation worked of cross-correlation( $p < 0.000001$ ) and MRDx program performed to IBM PC. Two task of comparison and evaluated of the brain activation area surveyed of language lateralization rate. To evaluated of consistent of area and observation whether or not in the Broca, wernicke area, pre-frontal lobe, SMA, and pre-motor cortex. For observation rate of activation area comparison observed of MD(1), PhD(1), RT(2) used of MRDx program. To

lateralization rates survey in language area on right and left in brain get to activation area pixel in brain, lateralization index is(left activation area-right activation area)/(left activation area + right activation area)\*100.

**Results:** Two language instrument tasks all volunteers acquired in Broca and Wernicke area was visual(Pre-frontal=33%, SMA=100%, Pre-Motor cortex=100%), auditory(Pre-frontal=66%, SMA=83%, Pre-Motor cortex=100%). In the language lateralization index, visual and auditory instrument task in language area all volunteers get in the left lateralization, and auditory compared to statistics significant(visual; 32%, SD; 19.08, auditory; 40%, SD; 20.55  $p < 0.00000, 1$ ).

**Conclusion:** This indicated that language area obtained image of the brain functional image task instrument usefulness in the visual and auditory task instrument. In the processing of brain fMRI, according to hearing handicapped and patient state select can be applied to the language generation instrument method.

## I 서론

기능적 MR 영상은 시각, 청각, 감각, 동작 혹은 언어 수행에 따른 국소적인 뇌혈류의 변화를 나타내 보이는 비침습적인 검사방법이다<sup>1,7)</sup>. Lee, Ogawa 등<sup>1,2)</sup>이 MR을 이용한 생체에서의 blood oxygen level dependent(BOLD) 기법을 발견한 이후로 기능적 자기공명영상에 관한 연구가 매우 활발하게 확산되고 있다. 임상적으로는 수술 전에 중요한 뇌기능의 위치를 사전에 파악하거나 기능장애가 있는 환자에서 그에 상응하는 뇌피질의 활성화도를 보아 원인을 규명하여 임상적으로 적용범위가 증대되는 최신 분야이다. 임상적으로 더욱 더 활발히 이용되기 위해서는 기능적 MR을 위한 연구가 심도 있게 이루어져야 하고, 뇌 중추를 보기 위한 기능수행 또는 자극 전달의 방법이 적정화되어야 하는 등의 과제가 남아있다<sup>8,9)</sup>. 기능적 MR 영상을 얻는 방법으로 현재 Epilepsy 환자의 경우 시각을 통하여 언어영역을 비록 하여 운동, 자극은 전반적으로 시행되고 있으나 이 방법은 환자가 고령인 경우 또는 이해가 부족한 어린이, 실독증 환자 등에는 정확한 검사가 이루어지지 않는다<sup>13)</sup>. 이에 본 실험의 목적은 이러한 점을 보완하기 위하여 청각을 통한 기능적 MR 영상을 이용하여 활성화 영역을 시각

적 방법을 이용한 활성화 영역과 비교하고 임상적 유용성을 확인하여 앞으로 본격적으로 시행될 기능적 MR 영상 연구의 도움이 되고자 한다.

## II 대상 및 방법

6명의 정상 성인을 대상으로 GE signa Horizon 1.5T VB5.8(USA) 자기공명영상기기를 사용하였고 사용된 코일은 Quadrature Head coil을 사용하였다. Pulse Sequence는 3D SPGR T1WI, 2D SPGR T1WI, Gradient EPI를 사용하는데 각 Pulse Parameter는 다음과 같다. 3D SPGR T1WI는 Minimum TE, Receive Bandwidth 15.62khz, FOV 240 mm, Thickness 1.5 mm, Number of Scan Locs, 124, Matrix 256x192, Flap angle 15도, 1Nex, Time 4:33이고 SPGR T1WI는 TR 50ms, Minimum TE, FOV 240 mm, Thickness/Gap 6/0, Matrix 256x192, Flip angle 60도, slice 20, 1Nex, Time 3:17 그리고 EPI는 Gradient EPI를 사용하는데, Flap angle 90도, TR 3000ms, Eff. TE 50 ms, 96phase, Receive bandwidth 62.50 khz, FOV 240 mm,

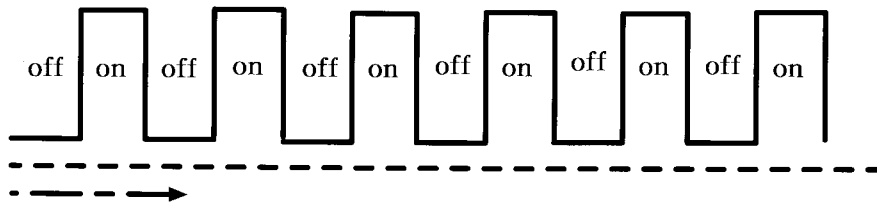


Fig. 1. Auditory paradigm block

Thickness/Gap 6/0, Matrix 64×64, 1Nex, Time 3초로 Auto Free scan을 한 뒤 Touch Screen의 'Modify CV's'에서 boldscan을 1로 정하면 96phase에 의해 4:48간 scan을 하며 위 세 Sequence 모두 True Axial image로 데이터를 얻었다. 이렇게 얻는 P-data는 workstation에서 offline 재구성하여 personal computer로 전송한다. 기능적 자기공명영상을 시행하는데 있어 이 실험에 사용된 부속 장비들로 다음과 같다. SPARC station 20 Work-station(W/S), Beam projector(Sharp Japan), Personal Computer, Screen, Neck Holder, Sound Forge 4.5, Sound Monitor, 마이크 등 주요 부속 장비를 필요로 한다. 사용된 paradigm은 Visual과 Auditory Language task가 각각 6번의 휴식시간과 활성화 기간으로 구성되었고 준비하는 시간 10초와 휴식상태(off) 24초, 활성화상태(on) 24초등으로 총 4분48초 동안 6번의 휴식상태와 6번의 활성화상태로 구성되어 있다(Fig. 1).

하나의 block을 8 phase로 총 12 block을 형성하여 96 phase paradigm을 만들었고 8 phase의 문장을 24초 중 각 활성화 시기 동안 3초의 비율로 나타내었다. 단어는 반응이 느린 환자나 어린아이, 고령의 성인을 고려하여 가능한 짧고 쉬운 한글로 구성을 하였다. 공간적 위치를 나타내기 위하여 뇌의 활성화 영역의 휴식시간과 활성화기간의 신호변화에 따른 데이터 처리는 본원 Ph. D.가 개발한 Program인 MRDx 5.2를 이용하였고 활성화영역을 국소화 하기 위해 사용된 통계적인 처리방법은 cross-correlation 방법 이었다( $p < 0.0001$ ).

각각(Visual, Auditory Language)task에 대한 분석방법으로는 반구의 비대칭 성을 확인하기 위하여 Lateralization Index 공식  $[(L-R)/(L+R)] \times 100$ , right(-), left(+)에 의거하여 뇌 반구의 활성화 voxel의 총합과 좌, 우 반구의 픽셀 수를 구하였고, 두 task에 대한 활성화 영역을 "Area of Activation Cells"값에 따라 0=0, 1~100 사이=1, 100~200 사이=2, 200 이상=3의 값에 따라 4등급으로 분류하여 본원 방사선과 의사 1명과 Ph.

D. 1명, 방사선사 2명이 MRDx 5.2 프로그램을 이용하여 활성화 영역별로 비교 분석하였다(Fig. 2(A, B, C)).

Fig. 2는 활성화 영역에 대한 Brodmann's Functional Anatomy를 나타낸다.

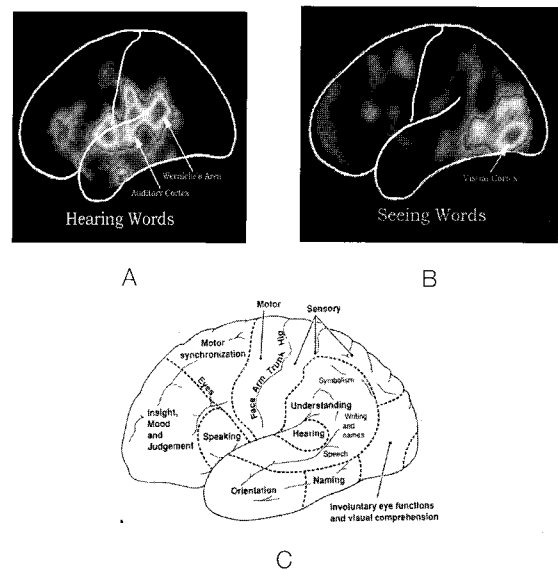


Fig. 2(A, B, C). Functional of the brain cortex

### III 결 과

대상 인원 6명 모두에게 두(Visual, Auditory Language task)방법을 시행했을 때 Activated Signal Intensity와 lateralization index의 결과는 다음과 같다. 먼저 visual, broca, wernicke, auditory, prefrontal lobe, sma, motor 부분에서 활성화 크기는 조금씩 다르지만 두 방법 모두 활성화를 보였다(Table 1).

좌, 우 반구의 비대칭 성을 확인하기 위하여 Lateralization Index 공식을 적용하여 뇌 반구의 활성화 값을 나타냈다(Table 2).

Table 1. Area of Activation Cells in Normal Volunteers

|       | Visual |       | Broca  |       | Wernicke |       | Auditory |       | Prefrontal |       | SMA    |       | Motor  |       |
|-------|--------|-------|--------|-------|----------|-------|----------|-------|------------|-------|--------|-------|--------|-------|
|       | Visual | Sound | Visual | Sound | Visual   | Sound | Visual   | Sound | Visual     | Sound | Visual | Sound | Visual | Sound |
| case1 | B(R)   | ×     | B(L)   | L     | B(L)     | L     | ×        | B(L)  | ×          | L     | L      | X     | B(L)   | B(L)  |
| case2 | B(=)   | ×     | B(L)   | B(=)  | B(L)     | B(L)  | ×        | B(=)  | R          | X     | B(=)   | B(=)  | B(=)   | B(=)  |
| case3 | B(L)   | ×     | L      | B(=)  | B(L)     | B(L)  | ×        | B(=)  | ×          | B(L)  | B(R)   | B(R)  | B(L)   | B(L)  |
| case4 | B(=)   | ×     | B(L)   | B(L)  | L        | B(L)  | ×        | B(=)  | ×          | X     | B(L)   | B(L)  | B(L)   | B(L)  |
| case5 | B(=)   | ×     | B(L)   | B(L)  | L        | B(=)  | ×        | B(=)  | L          | B(=)  | B(R)   | B(R)  | B(L)   | B(L)  |
| case6 | B(L)   | ×     | B(L)   | L     | B(L)     | L     | ×        | B(L)  | ×          | B(R)  | B(L)   | B(L)  | B(L)   | B(L)  |

Table 2. The detection rates showing to the screen in normal volunteers(unit:%)

|              | vsual  | broca | wernike | prefrontal | auditory | prefrontal | supplementary | premotor |
|--------------|--------|-------|---------|------------|----------|------------|---------------|----------|
| bilateral    | 6(100) | 5(83) | 4(66)   | 0(0)       | 0(0)     | 0(0)       | 5(83)         | 6(100)   |
| unilateral   | 0(0)   | 1(16) | 2(33)   | 2(33)      | 0(0)     | 2(33)      | 1(16)         | 0(0)     |
| no detection | 0(0)   | 0(0)  | 0(0)    | 4(66)      | 0(0)     | 4(66)      | 0(0)          | 0(0)     |

Table 2. The detection rates showing reponses to speech sounds in normal volunteers(unit:%)

|              | vsual | broca | wernike | prefrontal | auditory | prefrontal | supplementary | premotor |
|--------------|-------|-------|---------|------------|----------|------------|---------------|----------|
| bilateral    | 0(0)  | 4(66) | 4(66)   | 0(0)       | 6(100)   | 3(50)      | 5(83)         | 6(100)   |
| unilateral   | 0(0)  | 2(33) | 2(33)   | 2(33)      | 0(0)     | 1(16)      | 0(0)          | 0(0)     |
| no detection | 0(0)  | 0(0)  | 0(0)    | 4(66)      | 0(0)     | 2(33)      | 1(16)         | 0(0)     |

Table 2. Language lateralization indices in normal volunteers(unit:%)

| CASE1 | VISUAL   | R | 19315  | L1 | 34,2468 | CASE4 | VISUAL   | R | 3405   | L1 | 65,3417 |
|-------|----------|---|--------|----|---------|-------|----------|---|--------|----|---------|
|       |          | L | 39435  |    |         |       |          | L | 162440 |    |         |
| CASE2 | AUDITORY | R | 165470 | L1 | 5,39084 | CASE5 | AUDITORY | R | 6783   | L1 | 67,858  |
|       |          | L | 184327 |    |         |       |          | L | 35319  |    |         |
| CASE3 | VISUAL   | R | 38792  | L1 | 11,6486 | CASE6 | VISUAL   | R | 161210 | L1 | 24,0668 |
|       |          | L | 49021  |    |         |       |          | L | 26340  |    |         |
|       | AUDITORY | R | 14272  | L1 | 29,6183 |       | AUDITORY | R | 28449  | L1 | 31,073  |
|       |          | L | 26284  |    |         |       |          | L | 54102  |    |         |
| CASE3 | VISUAL   | R | 5940   | L1 | 46,767  | CASE6 | VISUAL   | R | 669200 | L1 | 12,6143 |
|       |          | L | 16377  |    |         |       |          | L | 8624   |    |         |
|       | AUDITORY | R | 5064   | L1 | 48,3845 |       | AUDITORY | R | 2385   | L1 | 57,4373 |
|       |          | L | 14558  |    |         |       |          | L | 8822   |    |         |

$(L-R)/(L+R) \times 100$ 의 공식으로  $((49021-38792)/49021+38792)*100=11.6486$  나타난 픽셀 값이 screen을 이용하여 검사를 하였을 때 좌 반구의 신호픽셀이오 반구보다 11.6486 만큼 많은 신호가 나왔다. 소리를 들으면

서 검사하였을 때 나타난 값이 29.6183이다.

Lateralization indices 공식에 의하면 Auditory가 Visual 보다 활성화가 전반적으로 높게 나타났다.

Fig. 3은 Visual, Auditory Language task을 mapping

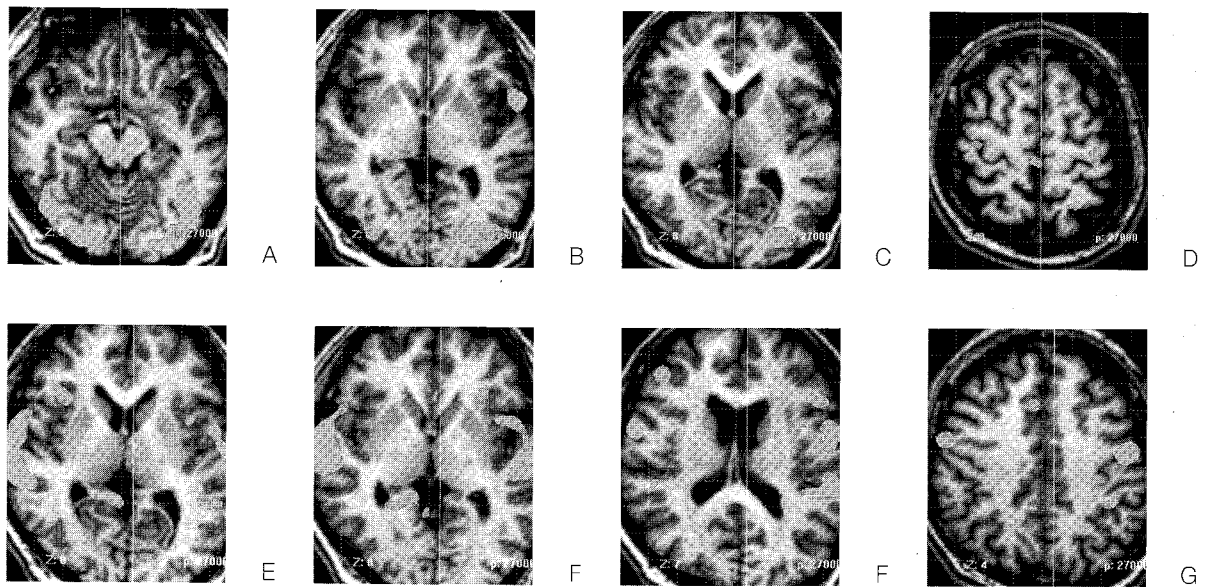


Fig. 3.(Visual=A, B, C, D, Auditory=E, F, G, H  $p < 0.00000001$ ).

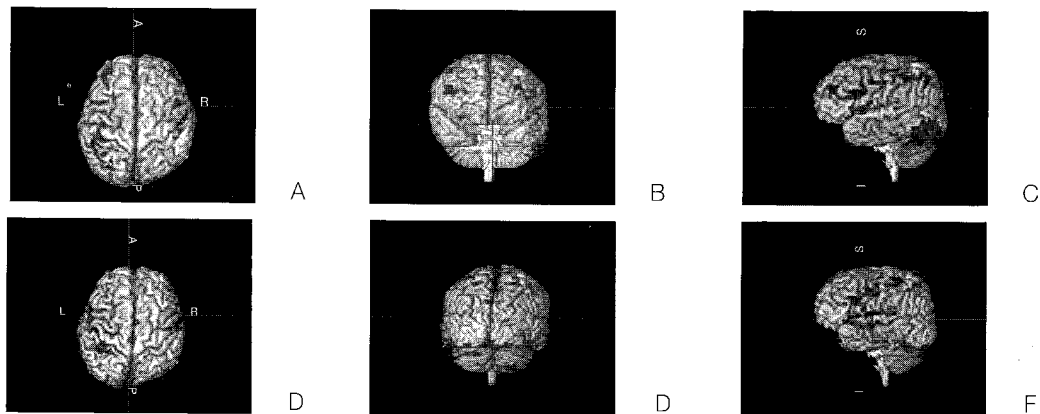


Fig. 4.(Visual=A, B, C, Auditory=D, E, F) 3D reconstruction image

한 영상이다.

Fig. 3 Visual에서는 Visual, Wernicke, SMA, Pre-motor는 dominantly bilateral하게 나타났고 Broca, SMA는 unilateral하게 보인다. Auditory는 Broca, Wernicke, SMA, Premotor 모두 dominantly 보이고 있다.

#### IV 고찰 및 결론

기능적 자기공명영상에서 활성화 영역을 dominantly

나타내는데 있어서 가장 중요한 것은 정확한 파라다임을 작성하는 것이다<sup>12)</sup>. 초기에 단순한 운동기능 및 감각기능의 영상에서부터 시작하여 최근에는 언어관련기능 등의 인식기능까지 영상화하기에 이르렀으나 아직은 임상적용은 초보단계에 있다. 사람의 언어기능을 관장하는 주요 뇌중추의 위치는 우세 대뇌반구의 하전두회(inferior frontal gyrus, Broca영역) 및 상측두회(superior temporal gyrus, wernicke 영역)로 알려져 있다. 이 중 하전두회는 소리내고자 하는 언어를 형성하는 기능(운동성 언어중추)을 그리고 상측두회는 청각을 통하여 인지된 언어를 이해하는 기능(감각성 언어중추)을 담당하고 있다. 언어의 기능적 MR 영상은 임상적으로

우세 대뇌반구의 결정에 쉽게 이용할 수 있다. 이러한 언어의 기능적 MR영상은 이미 그 결과가 Wada 검사와 잘 일치하여 침습적인 Wada 검사를 대신할 수 있다고 보고되고 있다<sup>1,2,10</sup>. 기능적 MR의 기법으로 가장 널리 쓰이는 것은 BOLD(blood oxygen level dependent)이다. 뇌의 활성화에 따라 국소적 뇌 혈류량의 증가와 함께 산소량이 증가하여 정맥의 oxyhemoglobin의 양을 증가 시켜 상대적으로 deoxyhemoglobin 은 주위 T2 및 T2\*의 이완 시간을 감소시키는 상자성 물질이므로 T2\* 강조 영상에서 신호 강도의 증가를 초래한다<sup>4,5</sup>. 이 실험에서는 이러한 기법으로 시각적 활성화 반응과 청각적 활성화 반응을 비교해 보았다. 현재 일반적으로 시행되는 검사방법은 Screen을 통한 시각적 검사를 주로 하고 있지만 서로의 장·단점을 가지고 있다 시각적인 방법을 이용하여 검사를 시행할 경우 고령인 경우 또는 이해가 부족한 어린이, 실독증 환자 등에는 정확한 검사가 이루어지지 않는다. Earphone을 사용하여 speech sounds를 통하여 검사를 시행할 경우 시각적 검사 방법의 단점을 보완할 수 있지만 이와 반대로 볼 수는 있지만 잘 들리지 않는 환자, 소리의 감지력 (Speech Perception)이 부족한 환자, 긴 복합 문장으로 Phoneme recognition<sup>14</sup> 부족한 경우 이방법도 단점이다. 특히 speech sound로 검사 할 경우 EPI 소리가 크기 때문에 정확한 소리의 볼륨 컨트롤, 소리 노이즈 (speech sound noise) 교정작업 등이 필요하다. 이 두 실험에서 결론적으로 정상 성인을 대상으로 하였지만 실험을 비교 해보았을 때 운동영역을 비록 하여 전반적으로 Broca, Wernicke 등 언어 영역의 활성화가 잘 나타났고 왼쪽이 오른쪽에 비하여 Activation 강도가 더 강하게 나타났다. 이러한 점으로 보아 이 두가지(Visual, Auditory language task)방법을 병용하여 환자에 적용한다면 임상적 유용성과 아울러 앞으로 본격적으로 시행 될 기능적 MR 영상 연구에 도움이 될 것이라고 본다.

## 참고문헌

- 1) Binder JR, Swanson SJ, Hammeke TA, et al. Determination of language dominance using functional MRI: A comparison with the Wada test. *Neurology* 1996; 46:978-984
- 2) Bahn MM, Lin W, silbergeld DL, et al. Localization of language cortices by functional MR imaging compared with intracarotid amobarbital hemispheric sedation. *AJR* 1997;169:575-579
- 3) Raichle ME, Gtubb RL, Gado ME, et al. Correlation between regional cerebral blood flow and oxidative metabolism: in vivo studies in man. *Arch Neurol* 1976;33:523-526
- 4) Fox PT, Mintun MA, Raichle ME, Miezin FM, Allman JM, van Essen DC. Mapping human visual cortex with positron emission tomography. *Nature* 1986;323:806-809
- 5) Ogawa S, Lee T-M, Nayak AS, Glynn P. Oxygenation-sensitive contrast in magnetic resonance imaging of rodent brain at high magnetic field. *Magn Reson Med* 1990;14:68-78
- 6) 대한 자기공명 의과학회지 제 5권 제1호 2001.6 :24-30
- 7) 대한 자기공명 의과학회지 제 1권 제5호 1997.12:114, 103-107
- 8) 김재형. 확산, 관류 및 기능영상. *신경방사선과학:영상진단*(서울대학교 연수강좌 교재). 1996:94-106
- 9) Yetkin O, Yetkin FZ, Haughton VM, et al. Use of functional MR to map language in multilingual volunteers. *Am J Neuroradiol* 1996;17:473-477
- 10) 대한 자기공명 의과학회지 제 1권 제5호 1997.12:47
- 11) 대한자기공명기술학회지 제12권 제 1호 2002년:103-105
- 12) 대한자기공명기술학회(자기공명영상 연수강좌) 1999년: 53-61
- 13) Willeford, J., & Burleigh, J. B. (1985). *Handbook of central auditory processing disorders in children*, 61-86, 138-140. Orlando, FL: Grune & Stratton.
- 14) Pinheiro, M. L. (1976). Auditory pattern perception in patients with left and right hemisphere lesions. *Ohio Journal of Speech and Hearing*, 12, 9-20.
- 15) Holm, V A., & Kunze, L. H. (1969). Effects of chronic otitis media on language and speech development. *Pediatrics*, 43, 833-839.
- 16) Gascon, G. G., Johnson, R., & Burd, L. (1986). Central auditory processing and attention deficit disorders. *Journal of Child Neurology*, 1, 27-33.
- 17) American Speech-Language-Hearing Association: Task Force on Central Auditory Processing Consensus Development (1996). *American Journal of Audiology*, 5 (2), 41-54.
- 18) Bocca, E., Calero, C., & Cassinari, V (1954). A new method for testing hearing in temporal lobe tumors. *Acta Otolaryngology*, 44,219-221.
- 19) American Speech-Language-Hearing Association. (1994). Guidelines for fitting and monitoring FM systems. *ASHA*, 36(Suppl. 12),1-9.