

정상인과 비강 질환이 없는 후각 장애 환자에서 자기공명영상을 이용한 후각구 크기의 측정¹

박종호 · 이 열 · 윤인숙 · 이경원 · 양 익 · 정수영 · 양경현²

목 적 : 정상인과 비강질환이 없는 후각장애환자에서 자기공명영상(MRI)으로 후각구(olfactory bulb)의 크기를 측정함으로써 후각신경의 손상 여부를 진단함에 있어서 MRI의 유용성에 대하여 알아보고자 하였다.

대상 및 방법 : 후각장애가 없는 20명의 정상자원자와 후각장애환자 15명을 대상으로 하였고, 평균연령은 각각 34세와 44세 였다. 후각장애환자들은 모두 이학적 검사 및 비내시경검사를 시행하여 용종과 같은 비강질환이 없는 경우였고, 후각기능검사에서 이상소견을 보였던 환자들이었다. MRI는 3mm 절편두께로 관상면영상을 얻었다. 후각구의 크기측정은 우선 영상을 5배 확대하여 후각구의 경계를 결정한 후 면적과 폭, 높이를 측정하였다. 여러 영상면에서 후각구가 관찰되었으며 이들을 모두 측정하여 가장 큰 측정값을 분석대상으로 하였다. 정상인과 후각장애환자의 후각구의 크기를 비교하였으며 통계적인 분석은 Student-t test를 이용하였다.

결 과 : 정상 후각구의 크기 및 면적의 평균치는 좌측과 우측에서 최대면적이 7.4mm²와 7.6mm², 최대폭이 4.6mm와 4.7mm, 최대높이가 2.7mm와 2.7mm로 좌, 우측사이에 유의한 차이가 없었다. 정상자원자 좌, 우측 40개 후각구와 후각장애환자 좌, 우측 30개 후각구크기의 평균치는 최대면적이 7.5mm²와 6.0mm², 최대폭이 4.6mm와 3.8mm, 최대높이가 2.7mm와 2.0mm로 면적과 높이에서 정상인과 후각장애환자 사이에 유의한 차이를 나타내었다. 그러나 후각구의 폭에는 유의한 차이가 없었다.

결 론 : 정상자원자와 비교하여 비강질환이 없는 후각장애환자에서 후각구의 크기는 유의하게 감소하였으며 MRI는 후각신경손상에 의한 후각장애의 진단에 유용한 검사법으로 이용될 수 있을 것으로 사료된다.

후각장애의 원인은 비강질환, 바이러스 감염, 외상, 독소, 선천성 뇌질환등 매우 다양하다(1, 2). 이들 중 비강질환에 의한 후각장애는 진단이 어렵지 않으나 나머지 원인들은 후각신경 이하부위의 후각신경계의 손상을 초래하는 것으로서 진단 및 치료가 어려운 것으로 알려져 있다(2). MRI는 우수한 연조직 분해능으로 뇌신경의 변화를 관찰할 수 있으나 후각경로의 MRI 소견에 대한 보고는 국내외적으로 흔하지 않다.

후각구는 여러개의 후각신경이 합쳐지는 구조물로 MRI로 관찰이 가능하며 후각신경에 손상이 생길 경우 후각구도 이차적인 퇴행성 변화에 의한 위축으로 크기가 감소할 것으로 추정해 볼 수 있다.

이에 저자들은 후각에 이상이 없는 정상자원자를 대상으로 MRI를 이용하여 후각구의 크기를 측정하고 비강질환이 없는

후각장애환자의 후각구의 크기와 비교해 봄으로써 정상인과 차이가 있는지의 여부와 MRI가 후각신경의 손상에 의한 후각장애의 진단에 도움을 줄 수 있는지를 알아보고자 본 연구를 시행하였다.

대상 및 방법

후각의 이상이 없는 20명의 자원자(남자 13명, 여자 7명, 20-55세, 평균 33세)와 후각장애환자 15명(남자 7명, 여자 8명, 29-57세, 평균 46세)을 대상으로 하였다. 20명의 자원자는 모두 이학적 소견상 용종과 같은 비강질환이 없었으며 후각기능 검사에서 정상소견을 보였다. 후각장애환자 역시 이학적 소견과 비내시경 검사에서 비강질환이 없었고 후각기능검사에서는 이상소견을 보였다.

후각기능검사는 역치검사(Threshold test : 희석된 부탄올을 인지할 수 있는 농도 검사법)와 식별검사(Identification test :

¹한림대학교 의과대학부속 강남성심병원 진단방사선과

²한림대학교 의과대학부속 강남성심병원 이비인후과

이 논문은 1997년 10월 8일 접수하여 1998년 1월 9일에 채택되었음

한국인에 익숙한 32가지의 냄새를 정확히 식별하는 검사법)를 모두 시행하였다. 후각장애의 원인은 바이러스 감염(6), 외상(4), 뇌수술(1), 특발성(4) 등이었다.

MRI는 1.0T(Impact, Siemens, Erlangen, Germany)였으며 표면 코일 혹은 두부 코일을 모두 이용하였다. 먼저 경사 에코 기법(TR/TE, 20/6 msec)으로 시상면영상을 얻은 후 후각구가 위치하는 사상판과 수직으로 스핀 에코 T1(TR/TE, 500/15 msec), 및 고속 스핀 에코 T2강조(TR/TE/ETR, 4000/90/5 msec) 관상면영상을 얻었다. 절편두께는 3mm, 절편간격은 없었고, 영상범위는 12cm, 3 획득, 기질 크기는 256×256이었다. T1강조영상을 5배로 확대하여 Presicion planimeter(Hope graph co., Tokyo, Japan)를 이용하여 후각구의 최대면적, 최대높이, 최대폭을 후각구가 보이는 모든 영상에서 관찰하였다. T2 강조영상에서는 후각구의 신호강도를 관찰하였다. 정상인과 후각장애환자의 측정값을 비교하였으며 통계처리는 Student-t test로 하였다.

결 과

T1강조관상면 MRI에서 후각구는 대부분의 경우 연속적인 3영상에서 관찰되었으며 일부에서만 2영상 혹은 4영상에서 관찰되었다(Fig. 1).

정상자원자 20명의 후각구의 최대면적은 좌측과 우측이 각각 $7.4 \pm 1.5 \text{ mm}^2$ (평균 \pm 2S.D.)와 $7.6 \pm 1.6 \text{ mm}^2$, 최대폭은 좌, 우측이 $4.6 \pm 0.6 \text{ mm}$ 와 $4.7 \pm 0.5 \text{ mm}$, 최대높이는 좌, 우측이 $2.7 \pm 0.4 \text{ mm}$ 와 $2.7 \pm 0.5 \text{ mm}$ 로 좌, 우 양쪽의 후각구의 크기는 유의한 차이가 없었다($P>0.5$), (Table 1).

정상자원자 20명의 좌, 우측 모두 40개의 후각구와 후각장애

환자 15명 좌, 우측 모두 30개의 후각구의 최대면적은 $7.5 \pm 1.5 \text{ mm}^2$ (평균 \pm 2S.D.)와 $6.0 \pm 0.9 \text{ mm}^2$, 최대폭은 $4.6 \pm 0.5 \text{ mm}$ 와 $3.8 \pm 0.5 \text{ mm}$, 최대높이는 $2.7 \pm 0.3 \text{ mm}$ 와 $2.0 \pm 0.8 \text{ mm}$ 로서 면적과 높이에서 정상인과 후각장애환자 사이에 통계적으로 유의한 차이($P<0.01$)를 나타내었다(Table 2), (Fig. 2). 그러나 최대폭은 통계적으로 유의한 차이가 없었다.

T2강조영상에서는 후각장애환자 중 1예에서 후각구에 신호강도가 증가된 부위를 관찰할 수 있었는데 T1강조 영상에서는 같은 부위에 저신호강도가 관찰되었다(Fig. 3).

Table 1. Size of the Largest Cross Sectional Area, Width and Height of 20 Normal Volunteers (Mean \pm 2S.D.)

Size	Rt. olfactory bulb	Lt. olfactory bulb
Cross sectional area(mm^2)	7.4 ± 1.5	7.6 ± 1.6
Width(mm)	4.6 ± 0.6	4.7 ± 0.5
Height(mm)	2.7 ± 0.4	2.7 ± 0.5

S.D: Standard deviation

Table 2. Comparison of Olfactory Bulb Size Between Volunteers and Anosmic or Hyposmic Patients (Mean \pm 2S.D.)

Size	Normal volunteers	Patients
Cross sectional area(mm^2)	7.5 ± 1.5	$6.0 \pm 0.9(P<0.01)$
Width(mm)	4.6 ± 0.5	$3.8 \pm 1.5(P>0.05)$
Height(mm)	2.7 ± 0.3	$2.0 \pm 0.8(P<0.01)$

S.D: Standard deviation

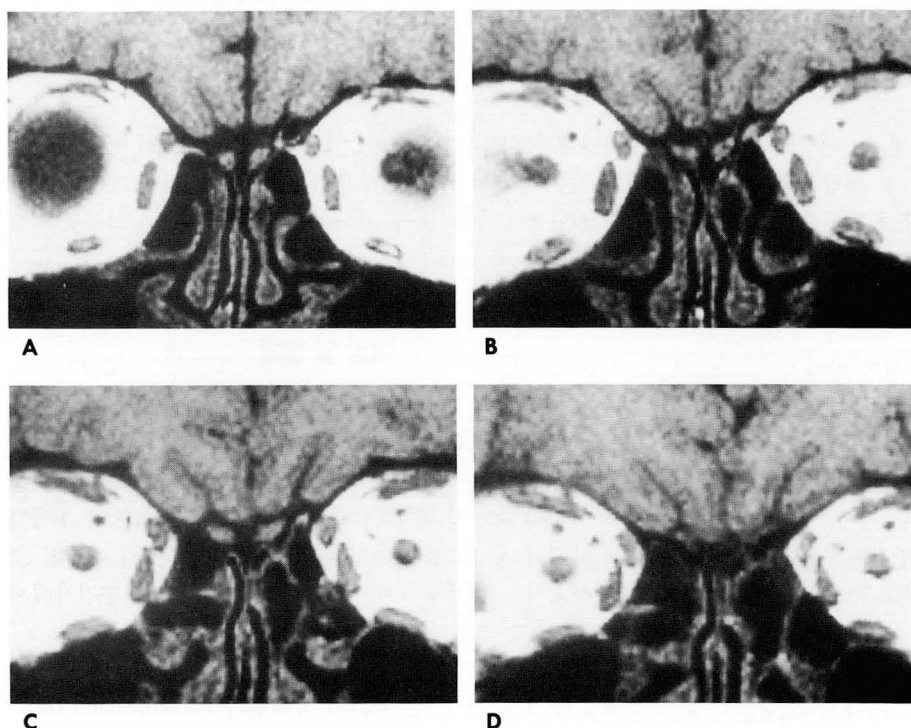
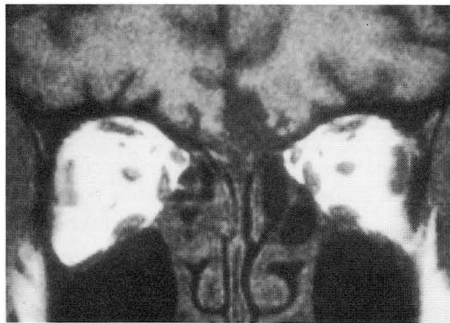
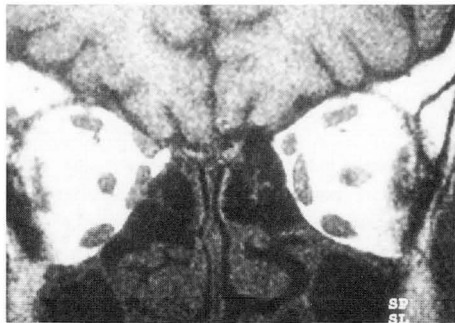


Fig. 1. Olfactory bulb in a normal volunteer.

A-D. Coronal T1-weighted MRI shows olfactory bulb in three sequential images(A-C) and olfactory tract in most posterior image (D).



uma.) Coronal T1-weighted MRI shows small left olfactory bulb and width of left olfactory bulb is significantly decreased compared with right side. Encephalomalacia of left frontal lobe is also noted.

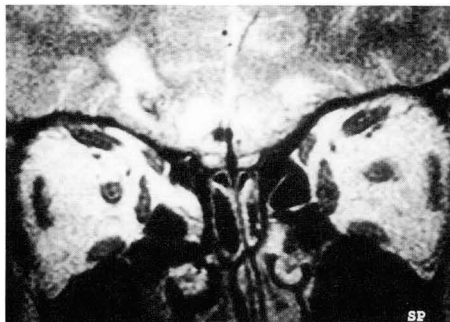
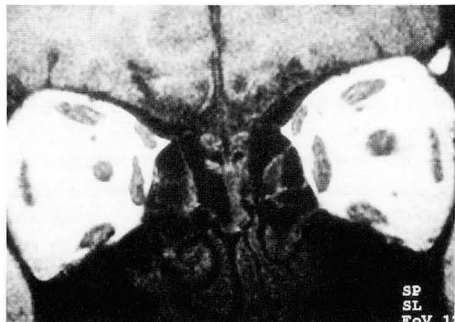


Fig. 2. Olfactory bulb in an anosmic patient (51-year old male with a history of previous upper respiratory infection.)

Coronal T1-weighted MRI shows small right olfactory bulb and height of right olfactory bulb is significantly decreased compared with left side.

Fig. 3. Olfactory bulb in an anosmic patient (27-year old female with a history of previous head trauma.)

Coronal T1-weighted MRI shows small left olfactory bulb and width of left olfactory bulb is significantly decreased compared with right side. Encephalomalacia of left frontal lobe is also noted.

Fig. 4. Olfactory bulb in an anosmic patient (39-year old male with a history of previous head trauma.)

A. Coronal T1-weighted MRI shows low signal intensity in both olfactory bulbs. Encephalomalacia of both frontal lobe is also noted.

B. Coronal T2-weighted MRI shows high signal intensity in both olfactory bulbs.

고 찰

후각장애의 유병율은 잘 알려져 있지 않으나 외국의 한 보고에 의하면 인구의 약 1.2%가 영구적, 62.4%가 일시적인 후각장애를 호소한다고 할 정도로 드물지 않은 질환이다(2). 후각장애는 향기로운 냄새를 맡는 즐거움을 상실한다는 점 이외에도 상한 음식, 가스 등 여러 가지 해로운 물질을 감지할 수 없다는 점에서 중요한 의학적 문제이나 최근까지 다른 분야에 비해서 관심이 많지 않았던 것이 사실이다.

후각의 경로는 후각 물질이 비강상부에 있는 후각수용세포에 도달하는 것으로 시작된다. 이 후각자극은 후각신경, 후각구, 후각경로(olfactory tract)를 통해 전두, 측두, 시상하부 등에 분포되어 있는 뇌의 후각중추로 전해진다(2, 3).

후각장애는 전술한 후각의 경로 중 어느 부위에서나 일어날 수 있다. 가장 흔한 비강질환에서는 비강폐색이나 비강내 공기순환의 장애, 혹은 점액분비의 이상으로 인하여 후각물질이 후각수용세포에 도달하지 못함으로써 후각장애를 유발하며 이 경우에는 환자의 병력, 이학적 검사, 비내시경 검사, 또는 단순 X선 촬영, 전산화 단층촬영 등으로 쉽게 진단할 수 있고 치료가 가능하다. 그러나 후각장애의 약 75%는 비강질환이 아닌 후각수용세포 이하 부위 즉 후각신경계의 이상으로 발생하며 이러한 경우 진단과 치료가 쉽지 않고 예후도 좋지 않다(2). 비강질환이 아닌 원인으로 가장 흔한 상기도 바이러스 감염후의 지속

적인 후각장애는 바이러스가 후각신경을 직접 침범하여 발생하는 것으로 추정되고 있으며(4) 두부외상에 의한 후각장애에서는 대부분 시상판에 고정되어 있는 후각신경의 손상 때문인 것으로 알려져 있다(5).

Alzheimer병, Parkinson병, Huntington병 등과 같은 뇌의 퇴행성 질환들에서도 후각이상인 흔히 동반되며(6-8) 이외에도 여러 가지 약제 및 중금속 같은 화학물질들도 후각 장애의 원인으로 알려져 있으나(9, 10) 후각장애를 일으키는 정확한 기전은 아직 확실히 밝혀지지 않고 있다. 따라서 용종과 같은 뚜렷한 비강폐색질환이 없이 후각장애가 발생한 경우 후각신경계통의 이상을 그 원인으로 추측해볼 수 있지만 원인질환이 매우 다양하고 또 이러한 경우에도 비강질환이 같이 동반될 수 있기 때문에 정확한 진단 및 치료, 예후판정이 어려운 것이 사실이다.

후각구는 후각신경계 중에서 영상진단방법, 특히 MRI로 관찰이 가능한 구조물로서 후각구가 없는 Kallmann 증후군과 같은 선천성 후각장애환자의 MRI 소견이 보고되고 있다(11-13). 모든 신경세포는 손상을 받으면 이차적인 퇴행성 변성에 의해 위축이 된다는 것은 잘 알려진 사실이며 후각신경도 예외가 아니다(2). 따라서 후각신경이 손상을 입을 경우 후각구도 위축될 것이며 이것을 MRI로 관찰할 수 있는지를 알아보고자 하는 것이 본 연구의 목적이다. 정상인의 측정치에서 좌, 우측 후각구크기에는 거의 차이가 없었는데 이것은 해부학적 연구에서 이미 밝혀진 바 있다(14). 따라서 본 연구에서도 정상인과

후각 장애 환자의 좌, 우측 후각구를 따로 구분하지 않고 비교하였다. 사체를 이용한 한 연구에 의하면(15) 후각구의 평균 최대폭은 약 4.4mm 정도로 본 연구에서 MRI로 측정한 정상인의 값인 4.6mm와 거의 차이가 없는 것으로 볼 때 MRI로 후각구의 크기를 정확히 측정할 수 있을 것으로 사료된다.

후각구의 최대면적, 최대폭, 최대높이가 모두 후각장애환자에서 정상인과 비교하여 감소되어 있었으며 특히 최대면적, 최대높이가 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 이러한 결과로 미루어 볼 때 후각구의 크기를 측정함으로써 MRI가 후각신경의 손상에 의한 후각장애를 진단하는데 도움이 될 것으로 생각된다. 특히 실제 환자에 적용할 경우 후각구의 면적을 측정하는 것이 쉽지 않으므로 최대높이의 측정이 가장 간단하면서도 유용한 방법으로 생각되며 후각장애환자에서 평균치가 2.0mm였던 것을 감안하면 최대높이가 2.0mm 미만일 경우 후각신경손상을 의심해 볼 수 있을 것으로 사료된다.

T2강조영상에서 후각구의 변성에 의한 신호강도의 변화를 알아보고자 하였지만 단 1예에서만 후각구의 고신호강도를 관찰할 수 있었으며 이 경우에도 T1강조영상에서 같은 부위에 뚜렷한 저신호강도가 보였다. 후각구의 크기가 작고 주위의 뇌척수액에 의한 부분적효과 등으로 인하여 T2강조영상에서의 신호강도의 변화 유무를 관찰하기는 힘들 것으로 생각되나 이에 관하여 더 연구가 필요할 것이다.

본 연구에서 문제점으로 지적될 수 있는 것은 우선 측정의 정확도를 들 수 있다. 측정을 위하여 영상을 확대하였기 때문에 후각구의 경계의 선명도가 불가피하게 감소하였으며 측정값에 영향을 주었을 것으로 생각된다. 또한 후각구와 후각경로의 이행 부위를 결정하는 데에도 어려움이 있었으며 이것은 또한 본 연구에서 후각구의 체적을 측정하지 못한 이유이기도 하다. 하지만 저자들은 관상면에서 후각구의 최대크기를 측정 대상으로 하였기 때문에 후각구에 비해서 크기가 작아지는 후각경로는 연구결과에 영향을 미치지 않았을 것으로 생각된다. 후각장애 환자의 평균연령이 정상인에 비해 약 10세 정도 많았기 때문에 연령증가에 따른 후각구의 크기 감소도 고려대상이지만 한 보고에 의하면 후각구의 면적이 1년에 0.19mm³씩 감소한다고 하며 10세 정도의 차이는 본 연구의 결과에 거의 영향을 미치지 않았을 것으로 생각된다(15, 16).

결론적으로 정상인에 비해서 비강질환이 없는 후각장애환자에서 후각구의 크기 특히 최대면적과 높이는 유의하게 감소하였으며 MRI는 후각신경의 손상에 의한 후각장애의 진단에 유

용한 검사법으로 이용될 수 있을 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

1. Deems DA, Doty RL, Settle RG, Snow JB. Chemosensory dysfunction: analysis of 750 patients from the university of Pennsylvania smell and taste center: *Chem Senses* 1988; 13: 683
2. Byron J, Bailey JG. *Head and neck surgery-Otolaryngology*. Philadelphia: Lippincott company, 1993; 250-261
3. Cheng Li, Yousem DM, doty RL, Kennedy DW. Neuroimaging in patients with olfactory dysfunction. *AJR* 1994; 162: 411-418
4. Jafek BW, Hartmann D, Eller PM, Johnson EW, Straham RC, Moram DT. Postviral olfactory dysfunction. *Am J Rhinol* 1990; 4: 13-91
5. Sumner D. Post-traumatic anosmia. *Brain* 1964; 87: 107
6. George AE, de Leon MJ, Stylopoulos LA, et al. CT diagnostic features of Alzheimer disease; importance of the choroidal hippocampal fissure complex. *AJNR* 1990; 11: 101-107
7. Kesslak JP, Nacioglu O, Cotman CW. Qualification of Magnetic resonance scans for hippocampal and parahippocampal atrophy in Alzheimer's disease. *Neurology* 1991; 41: 51-54
8. Doty RL, Deems DA, Stellar S. Olfactory dysfunction in Parkinsonism: a general deficit unrelated to neurologic signs, disease stage, or disease duration. *Neurology* 1988; 38: 1237-1244
9. Schwartz BS, Doty RL, Monro C, Frye R, Barker S. Olfactory function in chemical workers exposed to acrylate and methylacrylate vapors. *Am J Public Health* 1989; 79: 613
10. Sanmark B, Broms I, Lofgren L, Ohlson CG. Olfactory function in patients exposed to organic solvents. *Scan J Work Environ Health* 1989; 15: 60
11. Yousem DM, Geckle RJ. MR evaluation of patients with congenital hyposmia or anosmia. *AJR* 1996; 166: 439-443
12. Yousem DM, Turner WJD, Li C, Snyder PJ, Doty RL. Kallmann's syndrome: MR evaluation of olfactory system. *AJNR* 1993; 14: 839-843
13. Knorr JR. Kallmann syndrome: MR findings. *AJNR* 1993; 14: 845-851
14. Smith CG. Incidence of atrophy of the olfactory nerves in man. *Arch Otolaryngol* 1941a; 34: 533-539
15. Bhatnagar K. Number of mitral cells and bulb volume in the aging human olfactory bulb: A quantitative morphologic study. *Anat Rec* 1987; 218: 73-87
16. Smith CG. Age incidence of atrophy of olfactory nerve in man: A contribution to the study of the process of aging. *J Comp Neurol* 1942; 77: 589-596

Evaluation of Olfactory Bulb Size on MR Imaging in Normal Volunteers and Anosmic or Hyposmic Patients without Nasal Disease¹

Jong Ho Park, M.D., Yul Lee, M.D., In Sook Yoon, M.D., Kyung Won Lee, M.D.
Ik Yang, M.D., Soo Young Chung, M.D., Kyung Hun Yang, M.D.²

¹Department of Radiology, ²Otolaryngology, Kangnam Sungshim Hospital, Hallym University

Purpose: To evaluate the size of the olfactory bulb using MRI in normal volunteers and anosmic or hyposmic patients without nasal diseases.

Materials and methods: MRI was performed in 20 normal volunteers with a normal sense of smell, and in 15 anosmic or hyposmic patients without nasal disease but with abnormality in the olfactory function test. Coronal T1-weighted MRI was performed, with a section thickness of 3mm. The cross sectional area, width and height of the olfactory bulb were measured in multiple sequential images and the largest values of these were analysed. The difference in the size of the olfactory bulb between normal volunteers and anosmic or hyposmic patients was evaluated and Student's t test was used for statistical analysis.

Results: In most cases, the olfactory bulb was demonstrated in three sequential coronal images; in normal volunteers, the largest cross sectional area, width and height were not significantly different between the right and left olfactory bulb. In 40 olfactory bulbs(right, left) in 20 normal volunteers and 30 olfactory bulbs in 15 anosmic or hyposmic patients, the respective means of various measurements were as follows: 7.5mm² and 6.0mm²; greatest width, 4.6mm and 3.8mm; greatest height, 2.7mm and 2.0mm. For the largest cross-sectional area and greatest height, the difference in olfactory bulb size between normal volunteers and patients was statistically significant ($P < 0.01$) but for the greatest width, the difference was not significant ($P > 0.05$).

Conclusion: The size of the olfactory bulb is significantly less in anosmic or hyposmic patients without nasal disease than in normal volunteers; in such patients, olfactory MRI could be a useful evaluative modality.

Index words: Brain, MR
Nerves, cranial
Nerves, MR

Address reprint requests to: Jong Ho Park, M.D., Department of Radiology, Kangnam Sungshim Hospital, Hallym University,
948-1 Daerim 1-Dong, Youngdeungpo-Ku, Seoul, 150-071, Korea.
Tel. 82-2-829-5241 Fax. 82-2-832-1845

1998년도 대한방사선의학회 중요행사 일정 안내(Ⅲ)

대 회 명	일 정		제출처/개최장소
	내 용	마감일 / 일정	
복부방사선과학 연구회	정기 월례모임	98. 1. 8(목), 3. 12(목) 4. 9(목), 5. 14(목) 7. 9(목), 8. 13(목) 9. 10(목), 10. 8(목)	1~ 5월 서울대 7~10월 서울중앙
	Subspecialty Conference	98. 2. 18(수)	삼성의료원
	춘계 Symposium	98. 5. 30(토)	전북의대
	Subspecialty Conference	98. 11. 18(수)	삼성의료원
	송년 Symposium	98. 12. 12(토)	서울대학병원
신경·두경부 방사선과학 연구회	학술월례모임	98. 1. 19(월) 18:30－	서울대학병원
		2. 16(월) ”	강남성모병원
		4. 20(월) ”	서울중앙병원
		5. 18(월) ”	신촌세브란스
		7. 20(월) ”	삼성의료원
		9. 21(월) ”	강남성모병원
		10. 19(월) ”	서울대학병원
11. 16(월) ”		서울중앙병원	
Subspecialty Imaging Conference	98. 3. 18(수) 18:00－	삼성의료원	
제 12 회 학술대회(예정)	98. 6. 27(토) 09:00－	고려대학병원	
Subspecialty Imaging Conference	98. 12. 16(수) 18:00	삼성의료원	
근골격방사선과학 연구회	Symposium	98. 5. 6(수)	삼성의료원
유방방사선과학 연구회	매월 정기모임	매월 넷째 목요일	영동세브란스
	제 2 회 연수교육	98. 3. 29(일)	신촌세브란스
	Subspecialty meeting	98. 9 16(수)	삼성의료원
	제 7 회 symposium	98. 9. 26(토)	부산대학
소아방사선과학연구회	학술월례모임	98. 2. 9(월), 3. 9(월) 4. 13(월), 5. 11(월) 7. 13(월), 9. 14(월) 10. 12(월), 11. 9(월) 12. 14(월)	삼성의료원
		98. 6. 17(수) 18:00－	삼성의료원
		98. 10. 24(토)	삼성의료원 대강당
비뇨생식기계 방사선과학연구회		학술월례모임	98. 1. 20(화), 2. 24(화) 3. 24(화), 4. 28(화) 5. 26(화), 6. 23(화) 10. 27(화), 11. 24(화) 12. 15(화)
	98. 7. 8(수) 18:00－		삼성의료원
	98. 9. 12(토) 14:00－		부산대학병원