대한영상의학회지 2005;52:369 - 374

기저핵과 시상 경색에서 운동과제를 이용한 기능적 자기공명영상[1]

정경호 · 한영민 · 정수현 · 김영곤 · 고석완 · 강신화[2]

목적: 기저핵과 시상에 경색이 있는 환자에서 운동과제를 통해 기능적 자기공명영상(fMRI)를 시행하여 경색시 보이는 환자의 운동등급에 따른 fMRI의 소견과 임상적 유용성을 알아보고자 하였다.

대상과 방법: 급성기저핵 경색 환자 6명과 시상경색환자 2명으로 7명의 남자와 1명의 여자로 평균연령은 61세였다. 근육의 힘 등급(grade of muscle power by the Medical Research Council)은 II(2명), III(3명), IV(3명)이었다. 1.5 T 자기공명영상기기를 이용하여 휴지기와 양손에 운동과제 준 활성기를 각각 4회씩 시행하였다. SPM99를 이용하여 일차감각운동중추의 활성화된 양을 분석하였다.

결과: 6명의 기저핵 경색환자중 등급 II 의 환자는 단지 병변 반대측의 일차감각운동중추에만 뇌활성화가 보였고, 다섯명의 등급 III - IV환자에서는 양측의 일차감각운동중추에서 활성화가 보였으며 이중에서 4명은 병변측 일차감각운동중추에서 더 많은 뇌활성화를 보였다. 등급 II 의 시상경색환자에서 병변 반대측에 활성화를 보이다가 등급 III으로 변화된 40일 후에는 양측의 일차감각운동중추에서 활성화가 보였으며 병변측에 더많은 뇌활성화가 측정되었다. 등급 IV의 시상경색환자에서는 양측의 뇌활성화가 보였고 병변측에 활성화가 더 많았다.

결론: 기능적자기공명영상이 기저핵과 시상 경색환자에서 뇌기능을 평가 할 수 있었다. 개별적인 근육의 힘 등급에 따라서 활성화가 다르게 나타났으며 등급 III - IV에서는 병변측에 뇌활성화가 보다 많이 나타났다. 기능적 자기공명영상은 기저핵과 시상 경색환자의 기능을 확인할 수 있었고 경과를 예측할 유용한 도구로 사용 할 수 있다.

뇌경색은 많은 기능적 장애를 초래하지만 초기의 장애가 시간이 지나면서 회복되는 경우도 많다. 피질척수로가 손상된 경우에도 초기에는 심한 반부전마비를 보이다가 거의 정상으로 돌아올 수도 있다(1 - 4). 뇌경색으로 반부전마비를 보이는 환자에서 운동자극을 시행한 기능적자기공명영상(Functional Magnetic Resonance Imaging; fMRI)에서 운동영역과 연관된 여러 뇌부위 활성화를 볼 수 있다(5 - 7).

일차감각운동중추에 경색이 있는 환자에서 경색 회복 단계를 PET을 이용하여 병변 반대쪽 일차감각운동중추가 앞쪽으로 확장되는 소견이나, 병변측의 뇌활성화가 정상측보다 많음을 보고하였고, 급성과 만성경색환자에서 경색 초기와 달리 시간이 지나면서 즉 경색에서 회복하면서 뇌의 활성화가 변화됨을 밝혔다(8, 9). 하지만 경색환자의 마비 정도에 따른 기능적인 분석은 보고 되어 있지 않다.

기저핵과 시상에 급성경색을 보인 환자에서 fMRI를 이용하여 뇌활성화와 경색시 마비정도와 연관성에 대하여 알 수 있도록 경색의 근육힘 마비정도(grade of muscle power by the Medical Research Council)에 따른 분류와 양측 손에 운동자극을 시행하면서 일차감각운동중추의 활성화 유발유무, 활성화된 영역의 양에 대하여 알아보고자 하였다.

대상과 방법

급성기저핵 경색 환자 6명과 시상 경색 2명, 7명의 남자와 1명의 여자로 나이는 45에서 75세로, 평균연령은 61세였다. 환자들은 다양한 정도의 얼굴과 사지의 허약과 말더듬증(dysarthria)을 호소하였다. 모든 환자는 뇌경색의 기왕력이 없었고 다른 곳에 뇌병변이 없으며 뇌자기공명영상에서 기저

[1]전북대학교 의과대학 진단방사선과학교실, 전북대학교병원 의과학연구소
[2]우석대학교 진단방사선과
이 논문은 2004년 전북대학교병원 임상연구비 보조에 의한 것임.
이 논문은 2004년 8월 17일 접수하여 2005년 4월 18일에 채택되었음.

핵과 시상에만 급성뇌경색을 확인하였다. 근육힘 마비정도(grade of muscle power by the Medical Research Council)는 II(2명), III(3명), IV(3명)이었다. 8명 모두 오른손잡이(10) 였으며 뇌경색후 7-10일 사이에 fMRI을 시행하였다.

fMRI를 얻기 위해 1.5 T 자기공명영상기기(Vision, Siemens, Erlangen, Germany)와 보편적인 두부 코일(head coil)을 사용하여 fMRI촬영을 실시하였으며, 불필요한 노이즈(noise)와 허상(artifact)을 감소시키기 위해서 발포패드(foam pad)를 이용하여 머리의 움직임을 억제하였다. 터보프래쉬(turbo-FLASH)기법을 이용하여 정찰영상(scout image)을 얻었다. 이 때 시상면 영상에서 중심구(central sulcus)가 잘 나타날 수 있도록 위치자(localizer)의 각도를 조절 한 후 얻었다. blood oxygen level-dependent (BOLD) 영상을 얻기위해서, 에코평면영상(echo planar imaging, EPI) 기법을 TR/TE 3599/40 ms, 숙임각 90°, 행렬수 64×64, 영상두께 6 mm, 영상영역 220×220 mm 조건으로 휴식기(A)에 6개의 영상을 얻고 난 후 자극기(B)에 다시 6개의 영상을 얻었다. 위와 같은 검사를 똑같이 4번 반복하였다(반복순서 A-B-A-B-A-B-A-B). 검사에 의해서 각 수준당 휴식상태와 자극상태에서 각각 24개 영상, 20 수준에서 총 960개의 영상이 된다. 해부학적인 영상은 스핀에코(spin echo)기법을 이용하여 4 mm 간격의 26개 수준(level)의 축상면 T1 강조영상(TR/TE 500/14 ms, 숙임각 70°, 행렬수 256×256, 영상두께 4 mm, 영상영역 220×220 mm)을 얻었다.

콤퓨터를 이용한 파라다임을 광선투사기를 이용하여 자기공명영상장치실 내의 화면(screen)를 보고 환자는 운동과제를 수행하게 하였고 한명의 관찰자가 장치실내에서 환자의 반응을 살펴보았다. 검사는 약 10분 정도 소용되었으며 모든 환자에게 검사전에 검사방법을 설명하였고 연습을 하였으며 마비손을 움직일 수 없으면 움직일려고 노력을 해 줄 것을 교육하였다. 운동 자극은 손을 잘 못 움직이는 환자이기 때문에 단순 운동(simple motor) 자극으로 활성기 동안 연속적으로 양주먹을 쥐었다폈다하는 운동을 가능한 한 정확하고

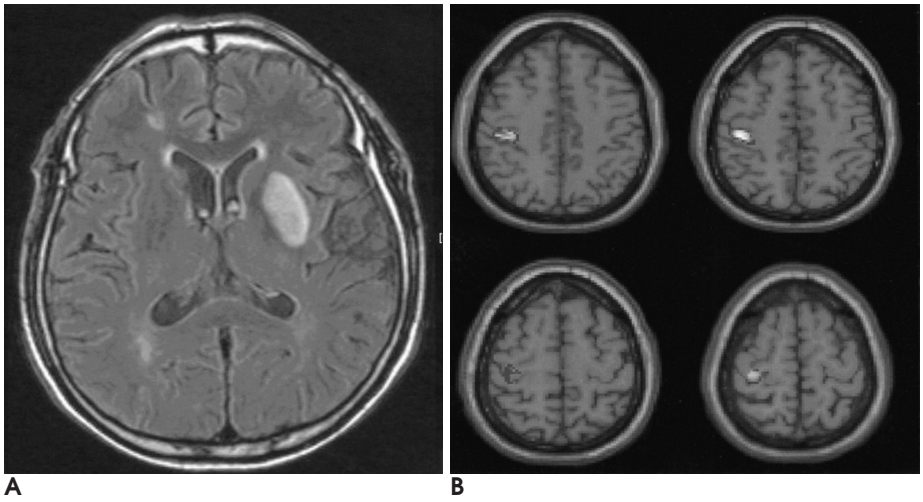

Fig. 1. Axial FLAIR image show left lentiform nucleus infarction (**A**). The muscle power by the Medical Research Council was Grade II. Right (non-lesion side) sensorimotor cortex is activated in the axial fMRI (**B**).

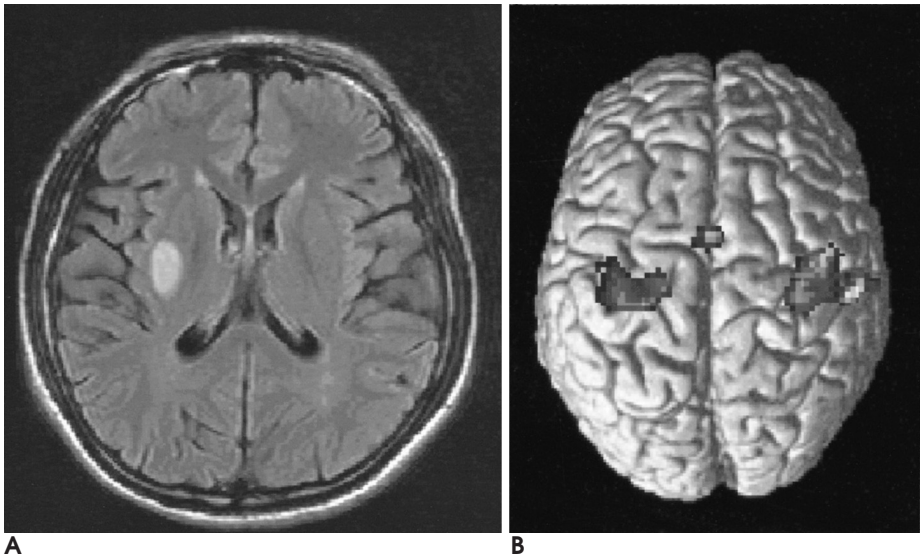

Fig. 2. Axial FLAIR image show right lentiform nucleus infarction (**A**). The muscle power by the Medical Research Council was Grade III. Volume rendering fMRI shows the extended activation in right (lesion side) sensorimotor cortex during the both motor tasks (**B**).

빨리 하도록 하였다. 휴식기 때는 움직이지 못하게 하였다.

활성화 영상의 처리는 분석 소프트웨어인 SPM99을 이용하였다(11). 모든 영상을 개인용 컴퓨터로 보내 파일형식을 head와 image file로 분리한 후 Statistical Parametric Mapping software(SPM99; Wellcome Department of Cognitive Neurology)를 이용하여 움직임 보정(motion correction)을 시행한후 분석하였다. 휴식기와 자극기에 변화되는 활성화영역의 영상을 얻기 위해서 휴식기와 자극기의 시기와 일치되는 참조 곡선(reference curve)을 설정하고 각 영상면에서 48개의 영상을 화소수(pixel)단위로 신호강도(signal intensity)의 변화가 참조 곡선과의 상관 계수(cross - correlation)에 따라서 일치되는 부위를 검출하는 방법을 이용하여 영상을 얻었다. 활성화 영역을 나타내는 기준으로 상관계수역치(correlation threshold)를 $p = 0.005$으로 정했고, 활성화영역(activated pixel)은 30vol 이상 보인 곳만 영상화하였다(11).

에코평면영상으로 얻은 활성화 영역의 영상을 SPM99에서 제공하는 자기공명영상 모형(template)과 태라락 좌표(Talairach 's coordinates)를 이용하여 활성화된 위치를 Talairach and Tournoux의 좌표로 옮겨 분석하였다(12). 활성화영상중 일차감각운동중추(primary sensorimotor cortex, Brodman 's area 4 and 3)를 관심영역(region of interest)으로 정해 활성화된 영역의 양(Volume)을 측정하였고, 측정된 양의 편측화정도(laterality index, LI)를 분석하였다. 편측화 정도는 일차감각운동중추에서 활성화된 영역을 병변측과 정상측을 비교 계산하였다. 운동자극시 병변의 반대측인 정상측(C:Contralateral)과 병변측(I:Ipsilateral)의 활성화 영역을 정의하였고, LI는 (C - I)/(C+I)으로 측정하였으며 LI의 값

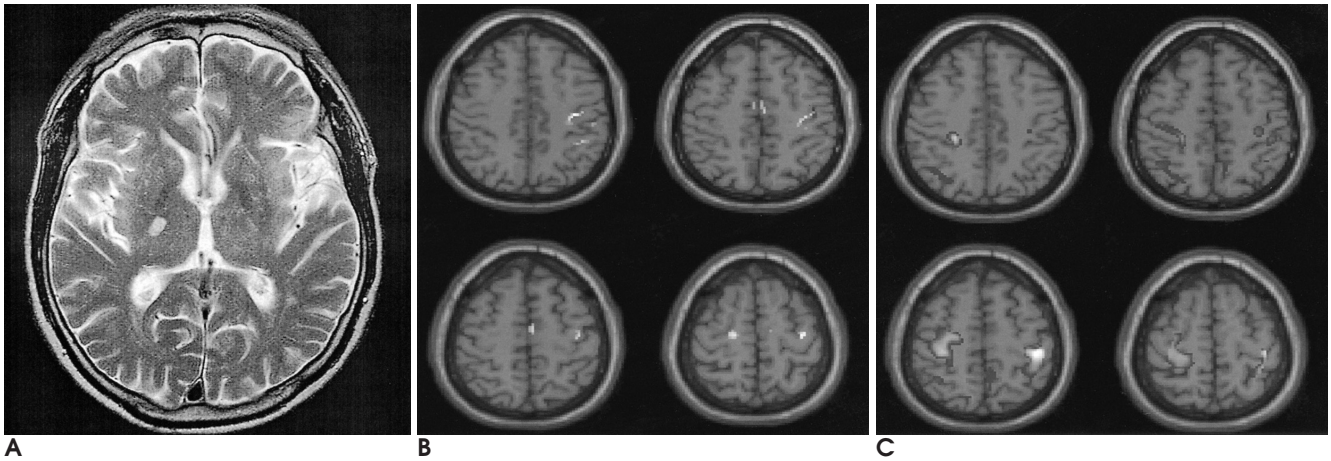

Fig. 3. Axial T2 weighted image show right thalamus infarction (**A**).
The muscle power by the Medical Research Council was Grade II. Axial fMRI in the acute infarcted state shows the extended activation in left (non-lesion side) sensorimotor cortex during the both motor tasks (**B**).
In the follow up fMRI after 40 days (MRC Grade: III at that time), the activated volumes of both sensorimotor cortex increase. The activated volume in lesion side sensorimotor cortex is more than that in non-lesion side sensorimotor cortex (**C**).

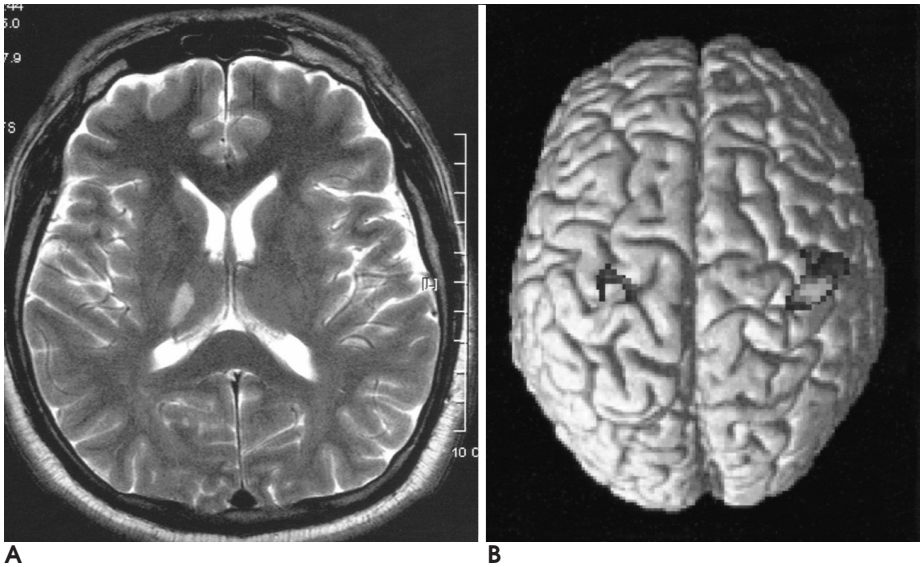

Fig. 4. Axial T2 weighted image shows right thalamus infarction (**A**). The muscle power by the Medical Research Council was Grade IV. Volume rendering fMRI shows the extended activation in right (lesion side) sensorimotor cortex during the both motor tasks (**B**).

은 1.0(반대쪽반구의 모든 활성화), -1.0(동측 반구의 모든 활성화)까지 나타냈다.

결 과

6명의 기저핵 경색 환자중 MRC 등급 II의 환자는 단지 병변 반대측의 일차감각운동중추에만 뇌활성화가 보이는 LI가 1로 측정되었다(Fig. 1). 다섯명의 MRC 등급: III-IV환자에서는 양측의 일차감각운동중추에서 활성화가 보였으며 4명은 LI 가 -0.22, -0.1, -0.04, -0.48로 병변측 일차감각운동중추에서 더 많은 뇌활성화를 보였고(Fig. 2), 1명은 LI가 0.08로 측정되었다.

MRC 등급 II의 시상경색환자에서 병변 초기에는 병변 반대측에 활성화가 많은 LI 0.19를 보였으며 40일 후 추적검사에서 MRC 등급 III로 변화하였고 이때 시행된 fMRI에서는 양측의 일차감각운동중추에서 활성화가 보였고 병변측에 더 많은 뇌활성화가 보이는 LI -0.21로 변화하였고 6개월 후에 LI -0.6으로 측정되었다(Fig. 3). MRC 등급 IV의 시상경색환자에서는 양측의 뇌활성화가 보였고 병변측에 활성화가 더 많은 LI -0.39가 측정되었다(Fig. 4).

두명의 경색환자에서 추적 fMRI가 시행되었는데 병변초기의 검사에 비해 추적 검사에서 더 많은 활성화가 양측 일차감각운동중추에서 보였으며 병변측 활성화가 더 많이 증가하였다 (Fig. 3).

고 찰

운동자극을 이용한 뇌활성화의 연구에서 뇌경색의 초기에는 반대편 일차감각운동중추에서 많은 뇌활성화가 보이다가 마비된 뇌기능이 돌아오면서 병변측 일차감각운동중추에 새롭게 많은 뇌활성화가 보인다(6-9). 본 연구에서 기저핵과 시상의 뇌경색환자에서 운동자극시 MRC 마비등급에 따라서 양측 일차감각운동중추에 뇌활성화 차이를 보였다. MRC 마비등급이 II 이하일 때는 즉 중증의 마비를 보이는 경우는 Marshall 등(9)이 보고한 것과 같이 병변측의 뇌활성화가 보이지 않고 정상측 뇌활성화만 보이다가 중증의 마비에서 경증의 마비로 회복이 되면 병변측이 정상측보다 더 많은 뇌활성화를 보였다. 하지만 마비정도가 병변 초기부터 MRC 등급 III과 IV일 때에는 병변측의 뇌활성화가 정상측 뇌활성화보다 처음부터 많게 측정되었다.

MRC 등급이 낮은 경우에는 환자의 움직이려는 마음과 달리 병변측의 운동이 전혀 되지 않기 때문에 정상측과 비교하여 병변측 일차감각운동중추에 뇌활성화가 보이지 않거나 작게 측정이 되지만, 마비가 회복 되면서 MRC 등급이 III과 IV로 바꾸면 양측의 일차감각운동중추에 뇌활성화가 보이지만 병변측의 활성화가 더 높게 측정되었다. 이런 현상은 정상측보다 병변측 손발을 움직이기 위하여 병변측 뇌를 많이 써야 하기 때문에 뇌활성화가 정상측보다 높게 측정되었을 것으로 여겨진다(13, 14).

뇌경색에 의한 사지의 마비정도는 토론토대학의 신경검사 중 근육의 힘(grade of muscle power by the Medical Research Council) 마비정도를 0-V로 분류하였고 등급 V: 정상(normal power), 등급 IV: 중력과 저항에 대한 활동적인 움직임(active movement against gravity and resistance), 등급 III: 중력에 대한 활동적인 움직임(active movement against gravity), 등급 II: 중력이 제거된 활동적인 움직임(active movement with gravity eliminated), 등급 I: 약하고 아주 적은 움직임(flicker or trace of contrac-tion), 등급 0: 움직임 없슴(no contraction) 으로 정리하였다(http://icarus.med.utoronto.ca/NeuroExam/ motor_4.htm).

뇌경색후 회복이 되면서 운동자극시 보이는 뇌활성화는 정상인에서 보이는 것과 비교하여 많은 영역에서 활성화가 나타나며 일차감각운동중추에서는 활성화범위가 더 넓고 뒤쪽, 그리고 아래쪽으로 편위되는 소견이 있으며 만성기 뇌경색환자에서 기능의 일부 회복은 인간의 뇌의 유연성(가소성 Plasticity)때문에 뇌의 재구성(reorganization)이 일어나 손상된 뇌부위의 기능을 대신하는 뇌영역에서 새로운 뇌활성화가 증가된다(9, 13, 15, 16). 이러한 뇌의 재구성은 병변의 위치나 크기등에 따라 다르게, 그리고 개인에 따라서 다양하게 나타난다(17, 18). 기저핵 경색환자에서 정상에 비교하여 회복되는 손발에 해당되는 뇌영역에서 더 많은 활성화를 보였고 일차감각운동중추부위의 활성화가 앞쪽으로 확장되는 소견과 2차적으로 부운동영역, 도피질, 전두엽, 두정엽 피질에 정상보다 많은 활성화를 보이는 데(8) 본 연구에서도 정상측의 활성화영역보다 병변측의 활성화영역이 넓어지고 다양한 곳에서 뇌 활성화가 보였지만, 기적핵과 시상의 경색에서 뇌기능의 재구성 분석은 증례가 적어 이루어 지지 않았다. 더 많은 증례가 모아진다면 일차감각영역중추의 뇌경색과 기저핵과 시상의 뇌경색에서 운동에 의한 뇌기능의 재구성이 차이, 그리고 병변의 MRC 등급에 따라서 뇌기능의 재구성이 다르게 형성되는 지를 평가 할 수 있을 것이다.

뇌경색의 회복에 따른 치료 경과를 볼 때 편측화 정도(later-ality index, LI)는 뇌의 재구성의 표시자(brain reorganiza-tion indicator)로 받아드릴 수 있는 데 fMRI에서 보이는 각각의 활성화의 절대적인 복셀(voxel)수는 검사를 할 때 마다 변화가 있기 때문에 양측의 활성화정도를 비교하는 편측화 정도가 분석에 정확한 방법으로 여겨진다. 여기에서 사용한 편측화 정도는 일차감각운동중추에서 활성화된 영역을 병변측과 정상측을 비교 계산하였다. 환자에 따라서 병변이 좌,우에 있기 때문에 운동자극시 병변의 반대측인 정상측(C:Contralateral)과 병변측(I:Ipsilateral)의 활성화 영역을 정의하였고, LI는 (C-I)/(C+I)으로 측정하였으며 LI의 값은 1.0(반대쪽반구의 모든 활성화), -1.0(동측 반구의 모든 활성화)까지 나타냈다. 운동자극을 이용한 fMRI에서 정상 지원자는 양의 편측화를 보였지만 뇌경색환자에서는 음의 편측화를 보였다(19). 본 연구에서도 뇌경색환자에서 음의 편측화가 보였으며 초기검사보다 추적검사를 시행한 증례에서 활성화정도가 양측에서 크게 증가하여 회복이 진행되면서 병변측

과 정상측의 일차감각운동중추의 활성화가 절대적인 값으로 증가를 보였고 또한 편측화 정도는 각각 시행된 검사에서 활성화의 크기에 관계없이 비교 할 수 있었다. 또한 추적검사에서 MRC 등급의 정도가 바뀜에 따라 양의 편측화에서 음의 편측화로 변화됨을 확인하였고 이러한 소견은 정상측 뇌의 활성화에서 병변측 뇌의 활성화로 편측화의 변화가 있었고 뇌의 기능적인 재구성이 이루어 지고 있음을 알 수 있었다.

기저핵의 뇌경색의 급성기 때 증상은 심한 순운동반부전마비나 반마비를 보이고 말더듬증은 증례에 따라서 동반된다. 병변의 위치와 크기에 따라 반대편의 얼굴과 사지에 주로 운동마비 또는 감각마비를 보이거나 감각과 운동마비가 동반되기도 한다(20). 이런 증상은 기저핵 뇌경색 때 내섬유막(internal capsule)를 손상을 피할 수 없고 내섬유막의 후사지(posteri - or limb)에 있는 운동피질에서 오는 피질척수로에 있는 신경섬유의 손상에 의하여 반부전마비가 온다. 기저핵의 내섬유막의 전사지(anterior limb)의 병변은 부운동영역에서 기시한 운동신경섬유, 그리고 기저핵의 내섬유막의 무릎(genu)의 병변은 외측 전운동중추에서 오는 신경섬유의 손상에 의해 반부전마비가 온다(21). 본 논문에서 기저핵과 시상 경색이 있을 때 주위피질 척수로에 있는 신경섬유 손상을 당하는 경중에 따라서 다양한 정도의 얼굴과 사지의 허약 {MRC Grade: II (2명), III (3명), IV (3명)}과 말더듬증(dysarthria)을 호소하였다.

결론적으로 기능적자기공명영상으로 기저핵과 시상 경색에서 뇌기능을 평가 할 수 있었다. 개별적인 MRC 등급에 따라서 활성화가 다르게 나타났으며 MRC 등급 III - IV에서는 병변측에 뇌활성화가 보다 많이 나타났다. 또한 초기에 심한 마비가 있는 경우에는 정상측의 뇌활성화가 많이 보이다가 기능이 회복되면서 병변측의 뇌활성화가 증가되었다. 기능적자기공명영상은 기저핵과 시상 경색환자의 뇌기능을 변화를 확인할 수 있었고 경과를 예측할 유용한 도구로 사용 할 수 있다.

참 고 문 헌

1. Wolf PA, D'Agostino RB. *Epidemiology of stroke*. In Barnett HJM, Mohr JP, Stein BM, Yatsu FM, eds. *Stroke: Pathophysiology, Diagnosis, and Management*. 3rd ed. Philadelphia : Churchill Livingstone,1998:3-28
2. Ropper AH, Fisher CM, Kleinman GM. Pyramidal infarction in the medulla: a cause of pure motor hemiplegia sparing the face. *Neurology* 1979;29:91-95
3. Fries W, Danek A, Scheidtmann K, Hamburger C. Motor recovery following capsular stroke. *Brain* 1993;116:369-382
4. Libman RB, Sacco RL, Shi T, Tatemichi TK, Mohr JP. Neurologic improvement in pure motor hemiparesis: implications for clinical trials. *Neurology* 1992;42:1713-1716
5. Rao SM, Binder JR, Bandettini PA, Hammeke TA, Yetkin FZ, Jesmanowicz A, et al. Functional magnetic resonance imaging of complex human movements. *Neurology* 1993;43:2311-2318
6. Cramer SC, Nelles G, Benson RR, Kaplan JD, Parker RA, Kwong KK, et al. A functional MRI study of subjects recovered from hemiparetic stroke. *Stroke* 1997;28:2518-2527
7. Cao Y, D'Olhaberriague L, Vikingstad EM, Levine SR, Welch KMA. Pilot study of functional MRI to assess cerebral activation of motor function after poststroke hemiparesis. *Stroke* 1998;29:112-122
8. Weiller C, Ramsay SC, Wise R, Friston KJ, Frackowiak RSJ. Individual patterns of functional reorganization in the human cerebral cortex after capsular infarction. *Ann Neurol* 1993;33:181-189
9. Marshall RS, Perera GM, Lazar RM, Krakauer JW, Constantine RC, DeLaPaz RL. Evolution of cortical activation during recovery from corticospinal tract infarction. *Stroke* 2000;31:656-661
10. Oldfield RC. The assessment and analysis of handedness: the Edinburgh inventory. *Neuropsychology* 1971;9:97-113
11. Friston KJ. Commentary and opinion: II Statistical parametric mapping: ontology and current issues. *J Cereb Blood Flow Metab* 1995;5:361-370
12. Talairach J, Tournoux P. *Co-Planar Stereotactic Atlas of the Human Brain*. Germany: Thieme; 1988:1-122
13. Pineiro R, Pendlebury S, Johansen-Berg H, Matthews PM. Functional MRI detects posterior shifts in primary sensorimotor cortex activation after stroke evidence of local adaptive reorganization? *Stroke* 2001;32:1134-1139
14. Johansen-Berg H, Christensen V, Woolrich M, Matthews PM. Attention to touch modulates activity in both primary and secondary somatosensory areas. *Neuroreport* 2000;11:1237-1241
15. Hallett M. Plasticity of the human motor cortex and recovery from stroke. *Brain Res Rev* 2001;36:169-174
16. Calautti C, Leroy F, Guincestre JY, Baron JC. Dynamics of motor network overactivation after striatocapsular stroke. A longitudinal PET study using a fixed-performance paradigm. *Stroke* 2001;32:2534-2542
17. Weiller C. Imaging recovery from stroke. *Exp Brain Res* 1998;123:13-17
18. Johansson BB. Brain plasticity and stroke rehabilitation. The Willis lecture. *Stroke* 2000;31:223-230
19. Carey JR, Kimberley TJ, Lewis SM, Auerbach EJ, Dorsey L, Rundquist P, et al. Analysis of fMRI and finger tracking training in subjects with chronic stroke. *Brain* 2002;125:773-788
20. Bogousslavsky J, Caplan L. *Stroke syndromes*. Melbourne: Cambridge; 1995:247-289
21. Fries W, Danek A, Scheidtmann K, Ham-burger C. Motor recovery following capsular stroke. *Brain* 1993;116:369-382

J Korean Radiol Soc 2005;52:369 - 374

Motor fMRI in Acute Infarction of Basal Ganglia and Thalamus[1]

Gyung Ho Chung, M.D., Young Min Han, M.D., Su Hyun Jeong, M.D., Young Kon Kim, M.D., Seog Wan Ko, M.D., Shin Hwa Kang, M.D.[2]

[1]Department of Diagnostic Radiology, Chonbuk National University Medical School, Chonbuk University Hospital Research Institute of Medical Sciences
[2]Department of Diagnostic Radiology, Woosuk University

Purpose: We wanted to assess the cerebral activation of the motor function after deep cortical (lentiform nucleus and thalamus) infarction.

Materials and Methods: We studied the motor function of eight right-handed deep cortical infarcted patients (mean age, 61 years; 7 men and 1 woman) who suffered a single unilateral deep cortical (lentiform nucleus or thalamus) infarction. The grade of muscle power by the grading system of the Medical Research Council was II in two patients, III in three patients and IV in three patients. All the MRI experiments were performed with a 1.5T scanner. The fMRI protocol consisted of eight alternating periods of task performance and rest. The activation tasks consisted of finger movements. Data analysis of activated area and calculation of the activated volumes in sensorimotor cortex were done.

Results: For the six lentiform nucleus acute infarction patients, one right hemiparetic patient (MRC Grade: II), and only the right sensorimotor cortex (the unilateral non-lesion side) were activated. In five (MRC Grade: III - IV) of the six lentiform nucleus infarcted patients, bilateral activations of the primary sensorimotor cortex were recorded. In four of the five bilaterally activated patients, extended activations in the lesion side sensorimotor cortex were observed. In the two right thalamic infarction patients, bilateral activations of the primary sensorimotor cortex were recorded. One patient (MRC Grade: II) was observed to have an extended activation in the non-lesion side sensorimotor cortex. On the follow up fMRI done on this patient after 40 days (MRC Grade: III at that time), the activated volumes of both sensorimotor cortexes were increased. The activated volume in the lesion side sensorimotor cortex was more than that in the non-lesion side sensorimotor cortex. The other patient (MRC Grade: IV) was observed to have extended activation in the lesion side sensorimotor cortex.

Conclusion: fMRI allows for the study of the motor function in deep cortical infarction. We were able to investigate the differences in motor activation according to the individual MRC Grades. fMRI may be a useful tool to monitor and study deep cortical infarction, and it may be important to help us understand the function of the deep cortical areas.

Index words : Brain
Magnetic resonance (MR)
Infarction
fMRI

Address reprint requests to : Gyung Ho Chung, M.D., Department of Diagnostic Radiology, Chonbuk National University Medical School
638-18, Keumam-dong, Dukjin-ku, Jeonju, Jeonbuk 561-712, South Korea.
Tel. 82-63-250-1177 Fax. 82-63-272-0481 E-mail: chunggh@chonbuk.ac.kr