

## 뇌동맥류파열에 의한 지주막하출혈 환자에서 $^{99m}\text{Tc}$ -HMPAO SPECT 검사의 유용성

서울대학교병원 핵의학과, 신경외과\*

최창운 · 이경한 · 김종호 · 박철은 · 이동수  
정준기 · 이명철 · 한대희\* · 고창순

= Abstract =

### Usefulness of $^{99m}\text{Tc}$ -HMPAO SPECT in Patients with Subarachnoid Hemorrhage due to Ruptured Intracranial Aneurysm

C.W. Choi, M.D., K.H. Lee, M.D., J.H. Kim, M.D., C. Kwark, Ph.D., D.S. Lee, M.D.  
J-K. Chung, M.D., M.C. Lee, M.D., D.H. Han, M.D.\* and C-S. Koh, M.D.

*Departments of Nuclear Medicine and Neurosurgery,\* Seoul National University Hospital, Seoul, Korea*

We evaluated the usefulness of  $^{99m}\text{Tc}$ -HMPAO SPECT in 21 Patients with subarachnoid hemorrhage due to ruptured intracranial aneurysm and in 3 patients with unruptured intracranial aneurysm. SPECT study could detect the bilaterally hypoperfused cases in 10 patients (48%), but CT/MRI showed the bilateral abnormalities in only 3 patients (14%). The number of abnormal lesions were 56 in SPECT and 25 in CT/MRI. The lesions found in SPECT were well correlated with the neurological signs of the patients such as aphasia or hemiplegia. SPECT study during Matas test was helpful in evaluating the risk for carotid artery occlusion therapy.

We thought that  $^{99m}\text{Tc}$ -HMPAO brain SPECT is helpful in evaluating the functional changes in patients with subarachnoid hemorrhage.

**Key Words:** Subarachnoid hemorrhage,  $^{99m}\text{Tc}$ -HMPAO, SPECT

### 서 론

지주막하출혈은 전체 뇌졸중 환자의 10%를 차지하며 뇌동맥류의 파열이 주원인인 사망률이 높은 질환이다<sup>1)</sup>. 특히 지주막하출혈 환자에서 뇌관류 저하는 환자의 의식 상태변화는 물론 예후 결정에 가장 중요한 인자이다. 현재까지 지주막하출혈 환자의 합병증 유무를 평가하기 위한 방법으로 뇌혈관조영술, 전산화단층촬영술(CT) 또는 자기공명영상(MRI) 등이 많이 이용되었다. 혈관조영술로 출혈의 원인, 재출혈 여부, 크기를 판정하여 환자

의 예후를 판정할 수 있다<sup>2-4)</sup>. 그러나 이러한 검사 방법이 정확한 해부학적 진단에는 유용하나 기능적 변화를 측정하기에는 미흡하다. 출혈 후에 발생하는 혈관경련, 수두증, 재출혈 등으로 환자의 임상 상태는 수시로 변할 수 있으며<sup>5,6)</sup>. 지주막하출혈 환자의 정확한 신경증상의 이해와 변화를 평가하기 위하여서는 뇌의 기능변화를 측정할 필요가 있다. 또한 혈관조영술은 혈관경련 및 다른 합병증을 유발할 수 있으며, CT나 MRI는 관류저하에 의한 해부학적 병변이 발견되기까지 시간경과가 필요하며 또한 경한 허혈을 평가하기에 부적절하다<sup>3,7)</sup>.

뇌관류를 평가하는 방법으로  $^{99m}\text{Tc}$ -HMPAO를 이용한 단일광자방출전산화단층촬영술(SPECT)이 소개되어 다양한 신경 정신질환에서 이용되고 있다. 지주막하

본 연구는 1993년도 서울대학교병원 지정진료연구비의 보조로 이루어 졌음.

출혈 환자에서 뇌관류의 변화가 환자의 임상변화의 주 원인이며, SPECT검사는 검사 순간의 이러한 뇌 관류 변화를 비관혈적으로, 반정량적으로 평가할 수 있다. 그러나 국내에서는 지주막하출혈 환자에서 SPECT검사에 대한 연구가 미흡하다. 이에 저자들은 뇌동맥류 파열에 의한 지주막하출혈 환자를 대상으로  $^{99m}\text{Tc}$ -HMPAO SPECT를 시행하여 그 임상적 의의를 평가하고자 본 연구를 시행하였다.

## 대상 및 방법

### 1. 대 상

대상환자는 서울 대학교병원에서 뇌동맥류 파열에 의한 지주막하출혈로 진단된 21명의 환자와 파열되지 않은 뇌동맥류환자 3명을 대상으로 하였다. 이들 중 7명은 수술전에, 17명은 수술후에  $^{99m}\text{Tc}$ -HMPAO SPECT 검사를 시행하였다. 남자가 8명, 여자가 16명 이었으며 이들의 평균연령은 51세(34~68세)이었다.

### 2. 방 법

1) SPECT 방법 :  $^{99m}\text{Tc}$ -HMPAO 740 MBq를 정맥 주사하고 30분-1시간 후 ROTA-ZLC회전형감마카메라를 이용하여 SPECT 검사를 시행하였다. 환자를 앙와위로 눕히고 orbitomeatal line이 카메라와 수직이 되도록 하여 두부를 고정시킨 후 영상은 감마카메라를 360도 회전시켜 60 frame을 얻어  $64 \times 64$  행렬로 입력하였으며 한 frame 당 최소 60,000계수가 되도록 하였다. Butterworth filter (Nyquist frequency 0.5, order 5)를 이용하여 영상 재구성을 하여 약 6.25 mm 두께의 횡단면, 관상단면, 시상단면상을 얻었다. 영상 분석은 핵의학 전문의사 2명이 육안 분석하여 의견이 일치된 경우에 병변으로 정하였으며, 일치되지 않는 경우는 횡단면

에서 관심영역의 좌우 계수차이가 10% 이상인 경우 병변으로 규정하였다.

2) Matas Test- $^{99m}\text{Tc}$ -HMPAO SPECT 검사 : 좌측 내경동맥에 직경 3cm의 거대동맥류가 있었고 지주막하출혈이 있었던 1명의 환자(여자/54세)에서 Matas test- $^{99m}\text{Tc}$ -HMPAO SPECT 검사를 시행하였다. 환측(좌측) 총경동맥을 손으로 압박한 후 30초 경과후  $^{99m}\text{Tc}$ -HMPAO 740 MBq를 정맥주사하였고 4분간 총경동맥압박을 지속하였다. 1시간 경과후 SPECT를 시행하여 2일전에 시행한 안정상태 SPECT 검사와 비교하였다.

3) 방사선학적 검사와 비교 : 뇌동맥 혈관조영술은 24예의 환자에서 모두 시행하였으며 임상적 필요에 의하여 추적검사를 시행하였다.  $^{99m}\text{Tc}$ -HMPAO SPECT 검사를 시행한 1주일 전후에 시행한 CT 또는 MRI 검사와 비교하였다. 비교된 CT와 MRI는 각각 15예, 17예이었다.

## 결 과

### 1. 병소의 발견률

SPECT 검사에서 21명의 지주막하출혈 환자중 10명의 환자(48%)에서 양측성으로 관류저하 부위가 관찰되었으며, 일측성 관류저하 7명(3%), 관류저하가 없는 환자가 4명(19%)이었다. 파열되지 않은 뇌동맥류가 있었던 3명의 환자 중 2명은 정상 SPECT 소견이었으며 1명의 환자에서 양측성 관류저하가 관찰되었다. 반면에 CT/MRI에서 양측성 병변이 관찰된 환자는 3명(13%)이었으며, 일측성 8명(33%), 정상소견 13명(54%)이었다(Table 1).

관찰된 병소의 숫자도 CT/MRI보다 SPECT에서 더 많이 관찰되었다. SPECT 또는 CT/MRI에서 전체 65

Table 1. Distribution of Lesions Detected by SPECT and CT/MRI

(No. of Patients)

SPECT	CT/MRI			Total
	Bilateral	Unilateral	Normal	
Bilateral	3	2	6	11
Unilateral	0	6	1	7
Normal	0	0	6	6
Total	3	8	13	24

**Table 2. Number and Location of Lesions Detected by SPECT and CT/MRI (No. of Lesions)**

	Matched	SPECT only	CT/MRI only	Total
Diffuse Cortex	0	2	0	2
ACA	1	2	2	5
MCA	6	7	0	13
PCA	0	3	0	3
Basal Ganglia	3	8	1	12
Thalamus	0	6	2	8
Cerebellum	1	7	0	8
Subcortical Area	5	5	4	14
<b>Total</b>	<b>16</b>	<b>40</b>	<b>9</b>	<b>65</b>

ACA : anterior cerebral artery territory.  
PCA : posterior cerebral artery territory.

MCA : middle cerebral artery territory.

**Table 3. SPECT Findings in Preoperative Patients**

Sex/Age	H-H Grade	SPECT	Complication
F/55	4	diff. rt cortex, lt F-P, b BG, b Cbll, b Subcort.	SAH, spasm, rebleeding
M/54	3	b F, lt F-T, lt T-O	SAH, hydrocephalus
F/52	2	nl	SAH
M/34	1	rt F-P (hyperperf.) lt F-P, lt T-O, b Subcort.	SAH, spasm
M/46	1	nl	SAH
F/61	0	lt F-P, rt Thal, rt F	unruptured
F/55	0	nl	unruptured

F : frontal, T : temporal, P : parietal, O : occipital, nl : normal, diff. : diffuse, rt : right, lt : left, b : bilateral, Cbll : cerebellum, Thal : thalamus.

개의 병소가 관찰되었으며 SPECT 및 CT/MRI에서 모두 병소가 관찰된 경우가 16개 병소(24.6%)이었으며, SPECT에서만 병소가 관찰된 경우가 40개 병소(61.5%)이었다. 반면에 CT/MRI에서만 병소가 발견된 경우는 9개 병소(13.8%)이었다. 따라서 SPECT 검사에서 더 많은 병소를 찾을 수 있었으며 또한 특정부위에서 보다는 전체 뇌에서 병변이 관찰되었다(Table 2).

### 2. 수술 전 시행한 SPECT 소견

수술 전에 <sup>99m</sup>Tc-HMPAO SPECT 검사를 7명의 환자에서 시행하였다. 혈관경련, 수두증, 재출혈의 합병증이 있었던 환자에서 모두 양측성으로 광범위한 병변이 관찰되었다. 뇌동맥류 파열이 되지 않은 환자 2명 중 좌측뇌경동맥에 3cm의 동맥류가 있었던 환자에서 좌측

중뇌동맥 영역 및 우측전두엽과 우측 시상부위에 관류저하가 관찰되었으며 다른 1예의 환자는 정상 SPECT 소견이었다. 또한 혈관경련, 수두증, 재출혈의 합병증이 동반되지 않은 2명의 지주막하출혈 환자에서 SPECT 소견은 정상이었다(Table 3).

### 3. 환자의 신경증상과 병소위치의 비교

실어증(aphasia) 또는 언어장애(dysphasia)가 관찰된 6예의 환자모두가 오른손잡이였으며 5명의 환자에서 SPECT 소견에서 좌측 측두엽 또는 전두엽-측두엽에 관류저하가 관찰되었다. 1명의 환자는 양측의 전두엽-측두엽 관류가 정상이었다(Table 4, Fig. 1). 그러나 CT/MRI에서는 2명의 환자에서 좌측 측두엽 또는 전두엽-측두엽에서 경색소견이 관찰되었다. 편마비가 관찰

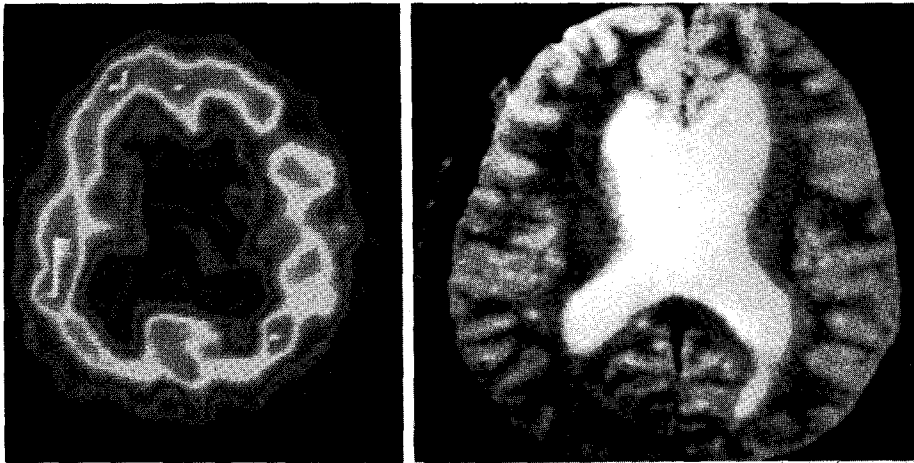


Fig. 1. Transverse image of <sup>99m</sup>Tc-HMPAO SPECT (left) and MRI image (right) in a patient with aphasia. There are large areas of severely reduced uptake in the left MCA distributions on SPECT image. There is no abnormality on MRI corresponding to the lesions detected on SPECT.

Table 4. Comparison of Detectability of Lesions by SPECT and CT/MRI in Patients with Aphasia

	SPECT	CT/MRI
Abnormal	5*	2
Normal	1	4

\* decreased perfusion in left temporal or frontotemporal cortex.

Table 5. Comparison of Detectability of Lesions by SPECT and CT/MRI in Patients with Hemiplegia/Hemiparesis

	SPECT	CT/MRI
Abnormal	7*	7
Normal	1**	1#

\* : decreased perfusion in contralateral motor cortex or subcortical area.

\*\* : pontine hemorrhage.

# : mild hemiparesis.

된 환자는 7명 이었으며 각각 6명의 환자에서 SPECT와 CT/MRI에 반대측의 운동피질 또는 피질하 병소가 관찰되었다. SPECT 에서 병소가 관찰되지 않은 환자는 뇌교 출혈이 있었던 환자이며, CT/MRI에서 병소가 관찰되지 않은 1예는 경도의 편측운동저하가 있었으며 SPECT검사 상 운동피질의 관류저하가 관찰되었다

Table 6. SPECT Findings in Patients with Angiographically Proven Vasospasm

Sex/Age	SPECT
M/38	rt F-T (WS), rt T-O (WS)
F/55	rt F-P-T-O, lt F-T, lt O, b CbII
M/34	rt F-P (WS), rt T-O (WS), lt F-P (WS), lt T-O (WS), b Subcort.
M/45	lt F-T (WS)
F/35	b F-P-T, rt BG, rt Thal, rt CbII
F/56*	rt Inf T, T-O (WS)

\* associated hydrocephalus.

F : frontal, T : temporal, P : parietal, O : occipital, rt : right, lt : left, b : bilateral, Inf : inferior, WS : watershed area, CbII : cerebellum.

(Table 5).

#### 4. 뇌동맥 경련 또는 수두증과 SPECT 관류저하 부위의 관계

뇌혈관 조영술로 뇌동맥 경련이 확인된 환자는 6명이었다. 이 환자 모두에서 SPECT 검사상 편측 또는 양측에 관류저하가 관찰되었다. 특히 4명의 환자에서 watershed area에 관류저하가 관찰되었다(Table 6, Fig. 2).

수두증이 동반된 환자는 3예 이었으며 3예 모두에서

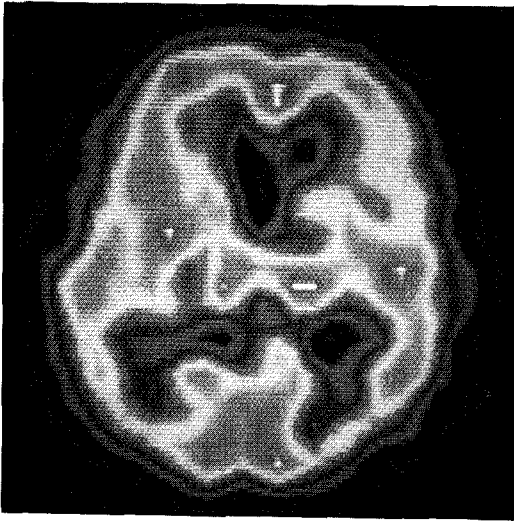


Fig. 2. SPECT transverse image in a patient with angiographically proven vasospasm (see table 6, M/34). There are multiple areas of decreased perfusion in watershed zones.

Table 7. SPECT Findings in Patients with Hydrocephalus

Sex/Age	SPECT
F/64	lt Inf T, lt F-P
M/54	lt Inf T, lt T-O, b F
F/56*	rt Inf T, T-O (WS)

\* associated vasospasm.

측두엽 하부에 관류저하가 관찰되었다 (Table 7, Fig. 3).

### 5. 소뇌 관류저하 및 소뇌교차해리현상

2명의 환자에서 편측의 대뇌 관류 저하 및 반대측의 소뇌 관류 저하가 관찰되었으며 이들은 뇌혈관조영술 또는 CT/MRI로 병변이 관찰되지 않아 소뇌교차해리현상으로 생각되었다. 또한 4명의 환자에서 편측 소뇌의 관류저하가 관찰되었으나, 이 중 1예는 소뇌출혈이 관찰되었고, 나머지 3예는 양측 또는 동측 대뇌피질의 관류저하가 있어 소뇌교차해리현상은 불분명하였다. 양측성 대뇌 관류 저하와 양측성 소뇌 관류저하에도 1명 있었다 (Table. 8).

### 6. Matas Test-<sup>99m</sup>Tc-HMPAO SPECT 검사

안정상태 SPECT에서 좌측 두정엽에 관류저하가 관

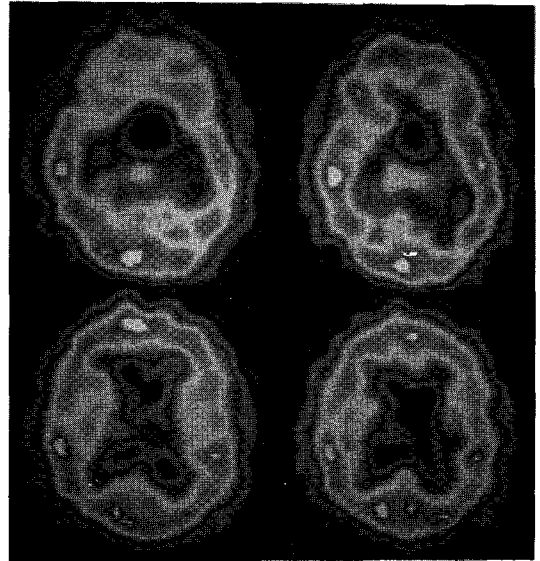


Fig. 3. SPECT transverse image in a patient with hydrocephalus (see table 7, M/54). There are multiple areas of decreased perfusion in inferior portions of hemisphere, such as left inferior temporal, temporooccipital and bilateral frontal cortices.

Table 8. Characteristics of Cerebellar Perfusion Abnormality

	No. of Patients
Crossed Cerebellar Diaschisis	2
Unilateral Decreased Perfusion*	4**
Bilateral Decreased Perfusion	1

\* bilateral or ipsilateral decreased cerebral perfusion.  
\*\* one patient had cerebellar hemorrhage.

찰 되었으며 Matas test를 시행한 SPECT에서도 좌측 두정엽의 관류저하는 지속되었으나 다른 부위의 관류저하는 관찰되지 않았다 (Fig. 4). detachable balloon occlusion을 시행한 8주 후 SPECT 추적검사서 좌측 두정엽의 관류가 호전되었다.

## 고 찰

뇌혈관경련은 지주막하 출혈환자의 가장 중요한 합병증의 하나이다. 뇌혈관 경련은 출혈 직후 보다는 4~12일 경과 후에 호발하며 약 30%의 환자에서 새로운 임상

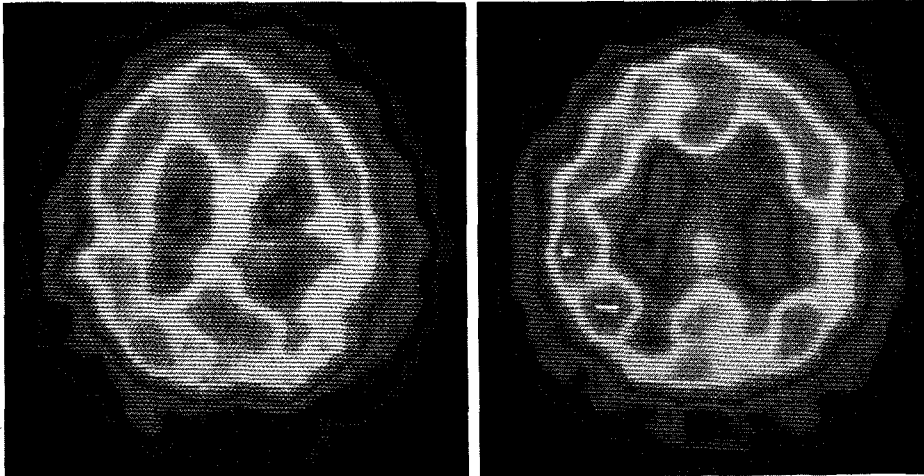


Fig. 4. SPECT transverse images of basal state (left) and Matas test (right) in a patient with subarachnoid hemorrhage and giant left ICA aneurysm. There is area of reduced uptake in the left parietal area on the basal image. No significant flow decrease is shown on the image during Matas test.

증상이 나타난다. 이러한 혈관경련은 75% 이상의 환자에서  $^{99m}\text{Tc}$ -HMPAO SPECT상 관찰되며 다발성 양측성으로 나타난다<sup>8)</sup>. Kawamura등<sup>6)</sup>은 PET 연구에서 혈관경련기에 관류감소와 산소대사율이 저하되나 좌우 반구의 차이는 없으며 따라서 혈관수축이 미만성으로 발생한다고 보고하였다. 본 연구에서는 SPECT 검사상 21명의 지주막하출혈 환자 중 10명(48%)의 환자에서 양측성 관류 감소소견을 관찰하였으며, 일측성으로 관류 저하된 환자를 포함하면 17명(81%)의 환자에서 관류가 감소된 부위가 관찰되어 혈관조영술상에서 6명(29%)의 환자에서 혈관경련이 진단된 것과 비교하여 큰 차이가 있다. 지주막하출혈 후 4~12일 사이에 시행한 혈관조영술에서 혈관경련은 30~70%에서 관찰된다<sup>9,10)</sup>. 그러나 지주막하출혈 환자에서 혈관경련 이외에 경색을 동반하지 않는 뇌의 전반적인 대사저하가 관찰되며 이러한 대사저하는 임상적 신경증상과도 관계가 있다<sup>11)</sup>. 지주막하출혈 환자에서 CT/MRI에 비하여  $^{99m}\text{Tc}$ -HMPAO SPECT 검사에서 많은 수의 관류저하병소를 찾을 수 있으며 그 이유로는 SPECT와 CT/MRI의 검사상 특성차이 외에도 1) 지주막하출혈 환자에서 일차적 뇌 대사저하 및 관류감소가 유발되며<sup>11,12)</sup>, 2) 원발허혈부위 이외에 해리현상(diaschisis)에 의하여 이차부위의 관류 및 대사저하가 발생하며<sup>13)</sup>, 3) 실제 혈관 경련 부위도 경색으로 진행하지 않은 허혈부위가 존재하기 때문으로 생각

된다<sup>14,15)</sup>. 따라서  $^{99m}\text{Tc}$ -HMPAO SPECT는 지주막하출혈 환자의 허혈변화를 혈관조영술 또는 CT/MRI에 비하여 잘 반영하는 것으로 생각되었다.

지주막하출혈 환자의 뇌관류 정도는 정상 소견에서부터 심한 양측성 관류저하까지 다양하였다. 임상적으로 신경학적 증상이 심한 경우 또는 Hunt-Hess Grade<sup>16)</sup>가 높은 환자에서 심한 관류저하를 관찰할 수 있다. Shinoda등<sup>17)</sup>은  $^{123}\text{I}$ -IMP SPECT를 시행하여 Hunt-Hess Grade I, II의 경우는 77%의 환자에서, Grade III, IV, V 환자의 경우는 100%에서 혈관수축에 의한 관류저하가 있다고 보고하였다. 그러나 지주막하출혈이 어느 한 국소부위의 관류감소가 관찰되는 것이 아니고 양측성, 미만성으로 관류감소가 관찰되므로 국소관류를 정량적으로 평가하여야 임상적 증상 정도와 비교가능할 것으로 생각된다. 또한  $^{99m}\text{Tc}$ -HMPAO SPECT 검사상 관류저하 부위는 임상적 신경 증상과 잘 일치되었다. 실어증 또는 언어장애환자에서 좌측 측두엽 또는 전두엽-측두엽의 관류저하가 관찰되었으며, 편마비 또는 운동저하시 운동피질의 관류 이상이 발견되었다. 실어증이 동반된 허혈성경색 환자의 CT검사서 병변을 찾을 수 없는 경우도 있으며 신경증상의 원인부위 진단에 한 가지 검사만으로 불확실한 경우가 있다<sup>18)</sup>. 소뇌교차해리(crossed cerebellar diaschisis)는 대뇌피질의 심한 허혈 또는 경색이 있는 환자에서 반대측 소뇌의 대사

및 관류가 저하되는 현상이다<sup>19)</sup>. 이 소뇌교차해리현상의 임상적 의의는 불분명하나 그 발생기전은 피질-뇌교-소뇌 통로(corticopontocerebellar pathway)중에서 피질자극의 소실(deafferenciation)에 의한 소뇌의 대사저하로 생각한다. 따라서 <sup>99m</sup>Tc-HMPAO SPECT는 지주막하출혈 환자에서 뇌의 기능적 변화를 잘 반영하는 것으로 생각되었다.

지주막하출혈 환자의 합병증 중에서 뇌혈관경련과 수두증은 특징적인 부위에 허혈이 나타나는 경우가 있다. 뇌혈관경련의 경우는 뇌동맥분지 사이의 영역 즉 watershed area에 특징적으로 관류저하가 관찰되며, 수두증의 경우는 제 3뇌실과 측뇌실(lateral ventricle)의 측두각(temporal horn)주위와 전두엽의 기저부에 관류저하가 관찰된다<sup>20,21)</sup>. 급성 수두증에 의한 뇌기저부의 관류저하는 뇌실에 확장에 의한 뇌실질의 압박에 의하거나 부분용적효과(partial volume effect)에 의한 이차적 현상이 아니고 일차적 뇌관류의 장애에 의한 것으로 생각되나 아직 그 정확한 기전은 밝혀지지 않았다<sup>21)</sup>.

수술이 불가능한 뇌동맥류나 뇌혈관누공의 치료방법으로서, 또는 경동맥내막절제술을 시행할 때, 영구적 또는 일시적인 내경동맥폐쇄를 하게된다. 치료 전에 경동맥을 시험적으로 폐쇄하여 측부순환의 효율을 평가하게 되며 이를 Matas test라 한다. Matsuda등<sup>22)</sup>은 Matas test를 시행하면서 <sup>99m</sup>Tc-HMPAO SPECT를 시행하여 측부순환이 존재함을 확인하였고 치료 후 추적검사에서 뇌관류가 호전됨을 확인하였다. 뇌관류 SPECT는 비침습적이며 시험적 경동맥폐쇄에 의한 뇌관류변화를 정량적으로 평가할 수 있으며 특히 조직의 관류상태를 평가할 수 있으므로 Matas test 관류 SPECT는 유용한 검사법으로 생각되었다.

본 연구에서 <sup>99m</sup>Tc-HMPAO SPECT가 지주막하출혈 환자에서 혈관경련, 수두증 등의 합병증이 동반된 경우 뇌관류의 이상을 잘 반영하고 있음을 알 수 있었다. 특히 혈관조영술, CT/MRI에 비하여 자세한 해부학적 평가는 어려우나 더 많은 수의 관류 이상을 발견할 수 있었으며 임상적 신경증상을 잘 반영함을 확인하였다. 본 연구에서 지주막하출혈 후 수술을 시행한 환자가 포함되었으며 <sup>99m</sup>Tc-HMPAO SPECT 검사에 미치는 영향에 대하여는 분명하지 않다. 또한 지주막하출혈 후 각 병기에 따른 뇌관류의 변화를 연구하지 못하였으며 또한 신경증상의 심한 정도와 관류저하 정도와의 상관관계를 규

명하지 못하였다. 이러한 연구는 <sup>99m</sup>Tc-HMPAO SPECT 검사가 정량적으로 국소관류를 측정하기에 어려운 점이 있으며 따라서 정량적 분석을 위한 알고리즘을 개발하거나 PET등 다른 정량적 측정방법을 이용하면 좀더 진전된 연구가 가능할 것으로 사료된다.

## 요 약

지주막하출혈은 혈관경련, 재출혈, 수두증의 합병증이 빈번히 동반되며, 이 합병증 유무에 따라 예후에 큰 영향을 받는다. 뇌동맥과열에 의한 지주막하출혈 환자 21명과 지주막하출혈 환자 중 10명(48%)의 환자에서 SPECT 검사상 양측성 관류저하가 관찰되었으며, 일측성 관류저하가 7명(33%), 관류저하가 없는 예가 4명(19%)이었다. 반면에 CT/MRI에서 양측성 병소가 관찰된 예는 3예(14%)이었다. 발견된 병소의 수도 SPECT의 경우는 56개였으나 CT/MRI에서는 25개만이 관찰되었다. 언어장애 또는 편측 운동장애가 발생한 환자에서 SPECT로 관련영역의 관류저하를 확인할 수 있었으며 Matas test를 시행하여 뇌동맥폐쇄시술 시 위험유무를 판정할 수 있었다.

이상의 결과로 <sup>99m</sup>Tc-HMPAO SPECT검사는 지주막하출혈 환자에서 CT/MRI에 비하여 기능변화를 정확히 반영하여, 환자의 정확한 임상상을 비관혈적으로 객관적으로 평가할 수 있는 유용한 검사법으로 생각되었다.

## REFERENCES

- 1) Heros RC, Zervas NT: *Subarachnoid hemorrhage. Annu Rev Med* 34:367-375, 1983
- 2) Perret G, Nishioka H: *Report on the cooperative study of intracranial aneurysms and subarachnoid hemorrhage. Section IV. cerebral angiography. An analysis of the diagnostic value and complications of the carotid and cerebral angiography in 5,484 patients. J Neurosurg* 25:98-114, 1966
- 3) Fischer CM, Kistler JP, Davies JM: *Relation of vasospasm to subarachnoid hemorrhage visualized by computerized tomographic scanning. Neurosurgery* 6: 1-8, 1980
- 4) Mohsen F, Pomonis S, Illingworth R: *Prediction of delayed cerebral ischemia after subarachnoid hemor-*

- rhage by computed tomography. *J Neurosurg Psychiatry* 47:1197-1202, 1984
- 5) Mickey B, Vorstrup S, Voldby B, et al: *Serial measurement of regional cerebral blood flow in patients with SAH using  $^{133}\text{Xe}$  inhalation and emission computerized tomography.* *J Neurosurg* 60:916-922, 1984
  - 6) Kawamura S, Sayama I, Yasui N, et al: *Sequential change in cerebral blood flow and metabolism in patients with subarachnoid hemorrhage.* *Acta Neurochir* 114:12-15, 1992
  - 7) Davis S, Andrews J, Lichtenstein, et al: *A single photon emission computed tomography study of hypoperfusion after subarachnoid hemorrhage.* *Stroke* 21:252-259, 1990
  - 8) Pulasinelli WA, Levy DE: *Cerebrovascular Diseases. I. Wyngaarden JB, Smith LH Jr. Bennett JC (ed) Cecil Textbook of Medicine, 19th ed., Saunders Co. Philadelphia, pp 2153-2165, 1991*
  - 9) Allcock JM, Drake CG: *Ruptured I-C aneurysm: the role of arterial spasm.* *J Neurosurg* 22:2129, 1965
  - 10) Graf CJ, Nibelink DW: *Cooperative study of intracranial aneurysm and subarachnoid hemorrhage.* *Stroke* 5:559-601, 1974
  - 11) Gelmers HJ, Beks JWF, Journee HL: *Regional cerebral blood flow in patients with subarachnoid hemorrhage.* *Acta Neurochir* 47:245-251, 1979
  - 12) Knuckey NW, Fox RA, Surveyor I, et al: *Early cerebral blood flow and computerized tomography in predicting ischemia after cerebral aneurysm rupture.* *J Neurosurg* 62:850-855, 1985
  - 13) Meyer JS, Naritomi H, Sakai F, et al: *Regional cerebral flow, diaschisis and steal after stroke.* *Neurol Res* 1:101-119, 1979
  - 14) Powers WJ, Grubb RL Jr, Baker RP, et al: *Regional cerebral blood flow and metabolism in reversible ischemia due to vasospasm.* *J Neurosurg* 62:539-546, 1985
  - 15) Carpenter DA, Grubb RL Jr, Tempel LW, et al: *Cerebral oxygen metabolism after aneurysmal subarachnoid hemorrhage.* *J Cereb Blood Flow Metab* 11:837844, 1991
  - 16) Hunt WE, Hess RM: *Surgical risk as related to time of intervention in the repair of intracranial aneurysms.* *J Neurosurg* 28:14-20, 1968
  - 17) Shinoda J, Kimura T, Funakoshi T, et al: *Acetazolamide reactivity on cerebral blood flow in patients with subarachnoid hemorrhage.* *Acta Neurochir* 109:102-108, 1991
  - 18) Metter EJ, Waterlain CG, Kuhl DE, et al:  *$^{18}\text{F}$ FDG positron emission computed tomography in a study of aphasia.* *Ann Neurol* 10:173-183, 1981
  - 19) Baron JC, Bousser MG, Comar D, et al: *"Crossed cerebellar diaschisis" in human supratentorial brain infarction.* *Trans Am Neurol Assoc* 105:459-461, 1980
  - 20) Kamiya K, Yamashita N, Nagai H, et al: *Investigation of normal pressure hydrocephalus by  $^{125}\text{I}$ -IMP SPECT.* *Neurol Med Chir (Tokyo)* 31:503-507, 1991
  - 21) Hasan D, van Peski J, Loeve I, et al: *Single photon emission computed tomography in patients with acute hydrocephalus or with cerebral ischemia after subarachnoid hemorrhage.* *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 54:490-493, 1991
  - 22) Matsuda H, Higashi S, Neshandar I, et al: *Evaluation of cerebral collateral by technetium-99m HMPAO brain SPECT during Matas test: report of three cases.* *J Nucl Med* 29:1724-1729, 1988