뇌피질 이형성증: Tc-99m ECD SPECT 소견과 병리적 등급에 따른 MRI와 비교 연구

전북대학교 의과대학 핵의학교실,[1] 진단방사선과학교실,[2] 의과학 연구소[3]
박순아[1] · 임석태[1] · 손명희[1,3] · 정경호[2,3]

Cortical Dysplasia: Tc-99m ECD SPECT Findings and Comparative Study with MRI according to Pathologic Grading

Soon-Ah Park, M.D.,[1] **Seok Tae Lim,** M.D.,[1] **Myung-Hee Sohn,** M.D.,[1,3] and **Gyung Ho Chung,** M.D.[2,3]
Departments of Nuclear Medicine[1] and Diagnostic Radiology[2], Institute for Medical Science[3], Chonbuk National University Medical School, Chonju, Korea

Abstract

Purpose: Cortical dysplasia (CD) designates a diverse group of malformations resulting from one or more abnormalities in the development of the cerebral cortex. We investigated the findings of interictal SPECT and the diagnostic usefulness of interical and ictal SPECT according to pathological grading (PG) in comparison with MRI. **Materials and Methods:** This study included 16 patients (M:F=9:7, age: 19.9±11.8 yrs) with pathologically proven CD. Tc-99m ECD SPECT was performed in all patients: interictal 11, interictal and ictal 3, ictal 2. MRI were obtained in all patients and image analysis was done blindly as to the result of SPECT. Pathologic findings of CD were classified into grade 1 (G1, dyslamination), grade 2 (G2, dysplastic neurons) and grade 3 (G3, balloon cells). We compared SPECT with MRI in lesions-to-lesions and analyzed the result according to PG. **Results:** In SPECT and MRI, 38 and 27 lesions were visually recognized. In 14 interictal SPECT, variable findings in 35 lesions were demonstrated: 26 were hypoperfusion, 7 hyperperfusion, 2 heterotopic perfusion in the white matter. By comparison between two studies, missed lesions were founded: SPECT were 1 lesion, MRI 12. Review of missed 12 lesions of MRI were followed according to PG; G1 patients were 16.7% (4/19), G2 40.0% (6/15), and G3 50% (2/4). **Conclusion:** Interictal SPECT in CD showed variable findings such as hypoperfusion, hyperperfusion or heterotopic perfusion. However, for detection of missed CD on MRI, SPECT may help to detect a functional abnormality of the lesion with high PG. **(Korean J Nucl Med 2001;35:23-32)**

Key Words: Tc-99m ECD, SPECT, MRI, Epilepsy, Brain, Cortical dysplasia

Received Aug. 28, 2000; revision accepted Feb. 9, 2001
Corresponding Author: Myung-Hee Sohn, M.D.,
Department of Nuclear Medicine, Chonbuk National University Medical School, 634-18, Keumam-dong, Dukjin-gu, Chonju, Chonbuk, 561-712, Korea.
Tel: 063-250-1174, Fax: 063-250-1588
E-mail: mhsohn@moak.chonbuk.ac.kr

서 론

뇌피질 이형성증(Cortical dysplasia, 이하 CD)은 대뇌피질의 형성 및 발달과정에서 여러 가지 장애로 말미암아 초래되는 다양한 형태학적, 조직학적 및 임상적 이상을 총칭한다. 최근 뇌 자기공명영상

(Magnetic Resonance Image, 이하 MRI)기법의 발달로 과거에는 특발성 또는 잠재성이라고 여겼던 간질의 원인으로 CD의 발견이 증가되었다.[1] 이러한 진단방법의 발달은 CD의 형태학적 분류를 가능하게 하였고 난치성 간질의 수술적 치료 영역을 넓히는데 지대한 영향을 끼친 것으로 평가되고 있다.[1] 그러나 CD는 그 침범부위에 따라 미만성, 편측성 및 국소성으로 구별되는데 국소성 CD와 같은 경우 MRI에서 쉽게 확인할 수 없거나 확인이 불가능한 경우도 있기 때문에 간질을 분류하거나 수술적 치료에 있어서 절제 대상이 되는 간질병소를 결정하는데 여전히 많은 어려움이 뒤따르고 있다.[2-5]

간질병소의 국소화를 위한 기능적 영상방법 중 발작기 단일광자전산화단층촬영(Single photon emission computed tomography, 이하 SPECT)은 높은 진단능력을 갖고 있지만[6-7] 발작기 SPECT는 발작시작부터 방사성의약품 투여까지의 시간 간격이 매우 중요한 요소로 작용하기 때문에[8] 일반적으로 발작간기 SPECT보다 시행하기가 어렵다. 하지만 발작간기 SPECT는 시행하기 쉽고 CD에 있어서 발작기 SPECT와 함께 간질병소를 찾는데 다른 검사와 병행시 신뢰성을 증가시킬 수 있다.[9-10] 발작간기 SPECT에서 CD의 대부분은 혈류감소를 보이지만 반대로 국소성 CD와 편측거대뇌증(hemimegalenchphaly)에서 혈류증가를 보인다는 보고가 있어 CD의 발작간기 SPECT의 소견은 다양함을 알 수가 있다.[11]

CD의 병리적 소견은 진기한 신경원 집단, 뇌피질의 층상배열 형성장애, 피질하 뇌백질의 신경교발생의 비정상적인 세포 등으로[12] 그 소견에 따라 3등급으로 나뉜다. CD는 MRI에서 병리적 등급과 MRI소견이 밀접한 관계가 있어 병리적 단계가 높을 수록 MRI에서 병변의 발견율이 높다는 보고가 있다.[13] 그러나 병리적 등급에 따른 SPECT의 연구나 SPECT와 MRI의 진단능력의 비교는 아직까지 보고된 바 없다. 따라서 본 연구에서는 발작간기 및 발작기 SPECT를 시행한 CD환자에서 발작간기 SPECT의 소견을 분석하였고, MRI와 비교를 통하여 CD의 병리적 등급에 따른 SPECT의 진단적 유용성을 평가하고자 하였다.

대상 및 방법

1. 연구대상

난치성 간질로 수술 전 발작간기 또는 발작기 SPECT, MRI와 침습적 뇌파검사를 시행한 환자 중에서 수술 후 병리소견에서 CD로 확진된 16명의 환자를 대상으로 하였다. 남자가 9명, 여자는 7명이었고 평균나이는 19.9±11.8세(범위 5개월~38세)였다. 간질 발병 연령은 1개월에서 37세까지 분포하였고 평균연령은 10.4세였으며 간질 유병기간은 1개월에서 25년까지로 평균 9.5년이었다. 간질유형으로는 복합부분발작이 9명, 전신발작이 7명이었다.

수술 후 6개월 이상 경과 관찰에서 14명은 간질발작이 없었으며(Engel 등급 I), 2명은 드물게 발생했다(Engel 등급 II).

2. SPECT

SPECT는 발작간기에서 11예, 발작간기와 발작기에서 3예, 발작기에서 2예 시행하였다. 발작간기와 발작기 SPECT의 시간 간격은 2명에서 15일이었고, 다른 1명은 3개월이었다. 발작기 SPECT만을 시행한 2예 중 1예는 수술 전 발작기 SPECT를 하고 수술 후에도 간질발작이 지속되어 다시 발작기 SPECT를 하였다.

발작기 SPECT는 뇌파검사의 감시 하에 순간주사가 가능하도록 준비된 상태에서 발작이 시작된 후 대부분 1분 이내에 주사되었다. 발작간기 SPECT는 간질 발작 후 24시간 이상 지난 후 촬영되었다. 모든 환자에서 Tc-99m ECD 740 MBq를 정맥 내 주사 1시간 후에 영상을 얻었다. SPECT는 저에너지 고해상도 부채살조준기를 부착한 2중 헤드 감마카메라(MultiSPECT2, Siemens, Germany)로 투사상 당 21초씩, 128x128 매트릭스로 총 40개의 투사상을 획득하였다. Butterworth 여과기를 사용하여 여과 후 역투사 방법으로 재구성하고 Chang 방법으로 감쇠보정을 하였다. 모두 횡단면, 관상면, 시상면과 함께 뇌피질 3차원 영상을 얻었다. 영상판독은 핵의학과 전문의가 발작간기 및 발

작기 SPECT에서 양측 비교시 육안적으로 유의한 비대칭적인 혈류이상 부위를 비정상부위로 판독하였고 혈류변화를 전두엽, 측두엽, 두정엽, 후두엽으로 나누어 대뇌피질을 분석하였다.

3. MRI

MRI는 모든 예에서 1.0T와 1.5T의 MRI 기기(IMPACT, VISION. Siemens, Germany)로 T1-과 T2-강조영상을 횡단면, 시상면, 관상면으로 5~7 ㎜의 두께로 얻었다. 또한 2예에서는 T1-강조 횡단면상의 뇌피질을 이용하여 뇌피질 3차원영상을 재구성하였다. MRI는 진단방사선과 전문의가 병변의 위치, 병변부위 뇌피질의 모양, 병변과 주위의 뇌백질의 신호강도의 변화 등을 분석하였다.

4. 병리적 등급

모든 환자에서 수술 후 검체에서 조직학적 검사를 하였으며 수술 병소는 수술 전 SPECT, MRI, 침습적 뇌파검사 등을 통해서 간질병소로 진단된 부위로 13예에서는 1부위, 3예에서는 2부위에서 수술하였다. Sohn 등[6]이 분류한 병리조직학적 등급을 사용하였으며 뇌피질에 층상배열 형성장애만 있는 경우를 1등급, 1등급에 이형성 신경원이 동반되어 있으면 2등급, 2등급에 풍선세포가 있는 경우 3등급으로 분류하였다.

5. SPECT, MRI 및 병리적 등급과 비교

핵의학과 전문의와 진단방사선과 전문의가 각자 따로 SPECT와 MRI를 분석한 후에 SPECT와 MRI의 비정상적인 소견을 보이는 병변의 위치, 혈류양상과 뇌피질의 모양 등, 서로간의 일치성을 분석하였고 각각의 검사에서 일치하지 않는 병변은 병변이 보이는 검사를 토대로 다시 재분석을 하였다. 또한 SPECT에서 혈류이상 병변이 MRI에서 CD이외의 병변인 경우 분석대상에서 제외시켰다. SPECT와 MRI에서 관찰된 병변은 수술검체의 조직학적 검사에 의한 병리적 등급에 따라 SPECT와 MRI에서 발견된 병변의 수와 일치성을 조사하였다.

결 과

1. SPECT와 MRI소견

대상환자의 SPECT와 MRI에서 병변의 위치와 간질부위로 확인되어 수술을 시행한 부위 및 병소의 병리적 등급을 Table 1에 정리하였다. 발작간기 및 발작기 SPECT에서는 38개의 병변이, MRI에서는 27개의 병변이 관찰되었다. 수술병소는 모두 19곳이었으며, SPECT에서는 모든 병소(100%)가 혈류이상 소견을 보였으나 MRI에서는 17개(89.5%) 병소만 이상소견을 보였다.

발작간기 SPECT를 시행한 14예에서는 35개 병변에서 다양한 뇌혈류 소견을 보였다. 즉 혈류감소가 26개, 혈류증가가 7개, 회백질내에 이소성 뇌피질 혈류가 2개 병변이었다. 혈류감소를 보인 26개 병변은(Fig. 1) MRI상 뇌회백질과 뇌백질의 신호강도가 구분이 되지 않거나(10/26), 뇌회백질이 불규칙하고 울퉁불퉁한 뇌피질면을 보였으며(4/26), 구조적 이상소견이 발견되지 않기도 하였다(12/26). 혈류증가를 보인 7개 병변(Fig. 2, 3)은 MRI상 불규칙적이고 울퉁불퉁한 뇌피질면이 뇌백질로 접혀 들어가는 모양을 보였다. 또한 뇌백질 안에 대뇌피질 정도의 혈류를 보인 2개 병소는(Fig. 3) MRI상 이소성 회백질이었다. SPECT에서 정상소견을 보이고 MRI상 CD를 보인 병변은 1개로 분열뇌증(schizencephaly)이었다(Fig. 2)(Table 2).

발작기 SPECT를 시행한 5예는 수술부위와 MRI상 CD가 있는 부위에 모두 일치하여 혈류증가를 보였으며 2예는 주위조직에서도 혈류증가를 보였다(Fig. 4).

MRI에서 발견된 27개 병변은 1개 병변을 제외하면 SPECT상에서 모두 같은 부위에 혈류이상이 관찰되었으며 SPECT에서만 혈류이상 소견을 보인 12개 병변은 SPECT를 토대로 MRI를 재검토하여 4개 병변을 추가로 발견하였는데 소다뇌증(polymicrogyria) 3개, 불분명한 뇌회백질과 뇌백질의 변화 1개 병변이었다. 이들 병변들은 MRI상에서 병변이 저명하지 않아 쉽게 간과될 수 있는 소견이었

Table 1. Summary of SPECT, MRI, Operation Sites and Pathologic Grading in 16 Patients with Cortical Dysplasia.

No	Age (yr) /Sex	SPECT		MRI	Operation Sites	Pathologic Grading
		Interictal	Ictal			
1	14/M	Rt T, Rt P, Lt O		Rt T, Rt P	Rt T, Rt P	G1
2	25/M	Rt T		Rt T	Rt T	G1
3	26/F	Lt F, Lt T		Lt T	Lt T	G1
4	22/F	Rt F, Both T		Rt F, Both T	Rt F	G1
5	6/M	Rt F, Lt T, Rt P(2)*		Rt F, Lt T Rt P(2)*	Rt F	G1
6	38/F	Lt F, Both T, Lt P		Lt F, Rt T Both P	Lt F, Rt T	G1
7	35/M	Lt T		N/S	Lt T	G2
8	18/M	Both T, Rt P, Both O		Lt T	Lt T	G2
9	26/F	Rt F, Rt T, Rt P, Rt O		Rt T, Rt P Rt O	Rt F, Rt T	G2
10	13/F	Lt F		Lt F	Lt F	G2
11	30/M	Lt F, Lt T		Lt T	Lt T	G2
12	17/M	Lt T	Lt T	Lt T	Lt T	G1
13	0.3/M	Rt F, Rt P	Rt F, Rt P	Rt F, Rt P	Rt F, Rt P	G2
14	13/M	Lt F, Lt T	Lt F, Lt T	Lt F	Lt F	G3
15	35/F		Lt F	Lt F	Lt F	G2
16	0.5/F		Rt F, Rt T	Rt F	Rt	G3

Lt, left; Rt, right; F, frontal; T, temporal; P, parietal; O, occipital; N/S, nonspecific; G1, grade 1; G2, grade 2; G3, grade 3; *, Number of lesions

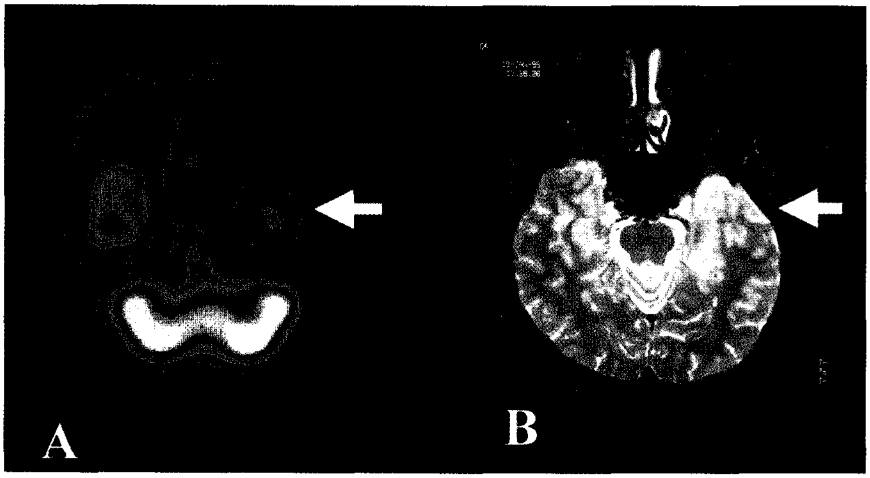

Fig. 1. (A) A 17-year-old male with pathological grading 1 of cortical dysplasia showed hypoperfusion in the left temporal lobe (arrow) on interictal Tc-99m ECD SPECT. (B) MRI demonstrated a poor differentiation of the gray and white matter (arrow) on T2-weighted axial images at that site.

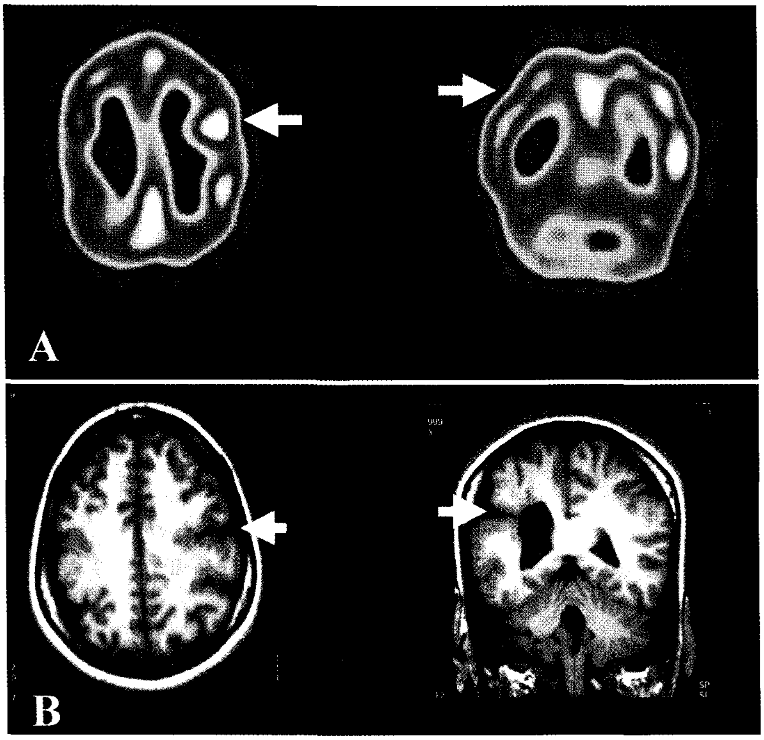

Fig. 2. (A) A 37-year-old female with pathological grading 1 of cortical dysplasia revealed hyperperfusion in the left frontal lobe (white arrow) on axial image and normal perfusion on right occipital area (yellow arrow) on coronal image of interictal Tc-99m ECD SPECT. (B) MRI had infolding cortical thickening in the left frontal lobe (white arrow) and schizencephaly in the right occipital area (yellow arrow) on T1-weighted MRI.

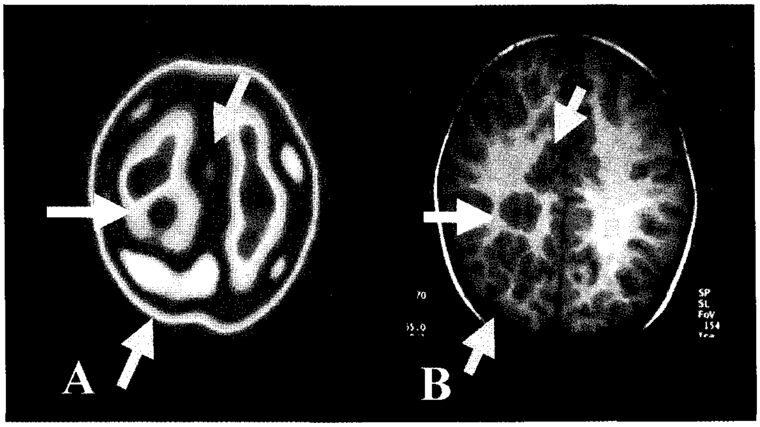

Fig. 3. (A) A 6-year-old male with pathological grading 2 of cortical dysplasia had normal cortical uptake in the white matter of the right frontal lobe (white arrow) and moreover hyperperfusion in the two foci of cerebral cortex (yellow arrow) on interictal Tc-99m ECD SPECT. (B) T1-weighted MRI showed heterotopic cortex (white arrow) and infolding gyrus (yellow arrow) at that sites of the frontal lobe.

Table 2. Findings of Interictal SPECT and MRI

Interictal SPECT	MRI Findings	Number of Lesions
Hypoperfusion	Undiffrentiated gray and white matter	10
	Polymicrogyria	4
	Negative	12
Hyperperfusion	Infolding gyrus	7
Normal cortical perfusion within WM*	Heterotopia	2
Negative	Schizencephaly	1

*, White matter.

Table 3. Number of Lesions in Each Pathologic Gradings.

	SPECT (+), MRI (+)	SPECT (+), MRI (-)	SPECT (-), MRI (+)	Total
G1	15 (75%)	4 (20%)	1 (5%)	20
G2	9 (60%)	6 (40%)	0 (0%)	15
G3	2 (50%)	2 (50%)	0 (0%)	4
Total	26	12	1	39

G1, pathologic grade 1; G2, pathologic grade 2; G3, pathologic grade 3; SPECT (+), MRI (+), hypoperfusion in SPECT and cortical abnormality in MRI; SPECT (+), MRI (-), hypoperfusion in SPECT and normal cortex in MRI; SPECT (-), MRI (+), normal perfusion in SPECT and cortical abnormality in MRI.

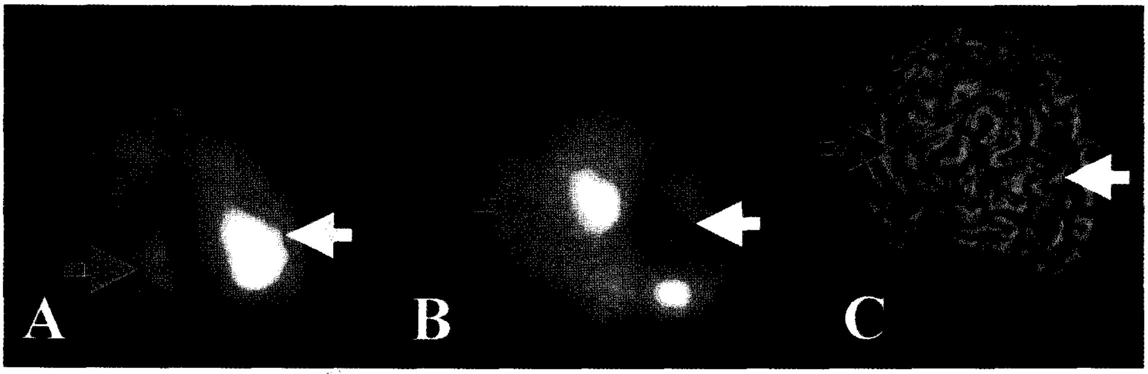

Fig. 4. (A) 5-month-old female with pathological grading 3 of cortical dysplasia conducted ictal Tc-99m ECD SPECT. Markedly increased uptake was noted at the right frontal lobe (white arrow) and also hyperperfusion was suspected in the right temporal lobe (yellow arrow) on right anterior oblique view of surface-shaded three dimentional SPECT. (B) Another Ictal Tc-99m ECD SPECT was perfomed due to persistent seizure attack after right frontal lobectomy. Prominent hyperperfusion on right temporal lobe (yellow arrow) was noted on right anterior oblique view. (C) On surface MRI, cortical abnormalities of the right frontal (white arrow) and temporal lobe (yellow arrow) were detected. At first, temporal lobe lesions were missed but by re-analysis based on ictal SPECT findings, These lesions were revealed a cause of poor surgical outcome.

다(Fig. 4). 나머지 8개는 MRI의 재검토로도 발견할 수 없었다(Table 2, 3).

2. 병리적 등급에 따른 SPECT와 MRI의 비교

16예의 환자에서 총 19개 부위를 수술하여 조직

검사 한 결과 1등급이 8개, 2등급이 9개, 3등급이 2개였다. 3예의 환자에서 두 곳의 병변을 수술하였는데 두 곳에서 같은 병리적 등급을 보였다. SPECT와 MRI에서 발견된 총 39개의 병변을 병리적 등급에 따라 구분한 결과 1등급이 20개, 2등급이 15개, 3등급이 4개이었다. 이 중 MRI와 SPECT 상에서 일치한 27개의 병변은 1등급에서 15개(75%), 2등급이 9개(60%), 3등급이 2개(50%)로 등급이 낮을수록 높은 비율을 보였다. 반면에 MRI와 SPECT에서 일치하지 않은 13개 병변 중 SPECT에서만 발견된 12개의 병변은 1등급이 4개(20%), 2등급이 6개(40.0%), 3등급이 2개(50%)로 등급이 높을수록 높은 비율을 보였으며 MRI에서만 발견된 병변은 1개(5%)로서 1등급이었다(Table 3).

고 찰

대부분의 간질병소는 발작간기 SPECT나 양전자 단층촬영(positron emission computed tomography, 이하 PET)과 같은 기능적 영상에서 혈류 및 대사감소를 보인다.[14] 그러나 본 연구에서 관찰된 CD의 발작간기 SPECT소견은 다양한 소견을 보였는데 혈류감소가 가장 많았고, 반대로 혈류증가도 보였으며 정상 피질의 혈류소견이 백질 내에서도 관찰되었다. 이런 소견은 간질병소의 발작간기 SPECT에서 일반적인 소견은 아니다. CD가 있는 환자를 대상으로 발작간기 SPECT소견을 연구한 보고에 의하면 24예 대상환자 중 15예(62%)에서 혈류감소, 4예(17%)에서 혈류증가, 5예(21%)에서 정상 혈류를 보였다. 발작간기에 혈류증가를 보인 4예는 대부분 3∼4개월의 영아였고 국소성 CD가 3예, 편측거대뇌증이 1예였으며 영아에서는 이러한 병변이 활동적인 간질병변일 수 있지만 나이든 소아나 성인에 있어서는 무증상 병변일 수 있다고 하였다.[11] 본 연구의 대상환자들은 5개월 미만의 영아는 없었으며 5개월에서 38세(평균연령, 19.9±11.8세) 사이로 발작간기 혈류증가 병변은 MRI상 모두 infolding gyrus소견을 보여 뇌회백질이 겹쳐 정상적인 대뇌피질보다 높은 섭취를 보이는 것이거나 임상증상으로 표현되지 않는 발작기 상태의 혈류증가로 생각하였다. 그러나 C-11 methionine PET와 발작간기 및 발작기 Tc-99m ECD SPECT를 이용한 연구에서 국소성 CD 병소가 발작간기 SPECT에서 혈류감소를 보이고 발작기 SPECT에서는 혈류증가를 보이며, 발작간기 C-11 methionine PET에서는 섭취증가를 보인다는 보고가 있어서[15-16] 국소성 CD는 기능적 영상에서 일반적인 간질병소와 다른 혈류 및 대사이상을 보임을 알 수 있다. CD 병변에 대한 SPECT 검사는 발작간기는 물론 발작기 SPECT를 통하여 기능성 간질병소임을 확인하는 것이 좋은데 본 연구에서 발작간기와 발작기 SPECT를 동시에 시행한 증례가 3예뿐이어서 아쉬운 점이라 할 수 있다. 따라서 CD환자의 발작간기 SPECT를 판독할 때는 혈류감소 부위 외에도 이상적인 혈류증가 부위가 있는지 검토해 보아야 할 것이며 또한 본 연구에서와 같이 백질안에 이소성 회백질이 있는지도 확인해야 할 것이다.

드물게 발작간기 SPECT에서 위음성을 보인 1예가 MRI에서 분열뇌증을 보였는데 한 보고에 의하면 분열뇌증 환자의 발작간기 [^{18}F]fluoro-2-deoxy-D-glucose PET와 Tc-99m HMPAO SPECT에서 이 병변 부위에서 정상적인 대사와 혈류를 보였고 이러한 소견은 분열된 뇌구 주변에 비정상적인 뇌회백질이 둘러싸고 있기 때문인 것으로 설명하고 있다.[17] 따라서 CD의 SPECT 판독 시에는 항상 MRI와 같이 비교 판독해야 할 것으로 생각되며 분열뇌증의 경우 SPECT에서 위음성을 더 잘 보이는가에 대한 여부는 앞으로 더 많은 증례로 연구되어야 할 것이다.

병리적 등급에 따라서 FDG-PET와 MRI를 비교한 연구보고에서 국소성 CD 병변은 FDG-PET에서 등급이 낮을수록 뇌피질 이상을 찾는데 MRI보다 더욱 유용하며 병변의 크기는 MRI보다 더 크거나 같다고 하였다.[18] 본 연구에서는 SPECT와 MRI의 병변의 일치성은 병리적 등급이 낮을수록 증가하였지만 SPECT에서만 발견된 병변은 등급이 높을수록 증가하였고 MRI에서만 발견된 병변은 1등급에서만 1개가 있었다. 이와 같은 PET와 발작간기 SPECT결과의 차이는 PET보다 SPECT의 병변 대 비병변의 대조도의 감소로 인한 진단의 예민도 차

이와 PET와 SPECT의 영상기전의 차이로 인한 것으로 생각된다. 또한 저등급에 비해 3등급의 대상수가 너무 적었던 것도 한 원인이 될 수 있을 것으로 생각된다. 따라서 앞으로 더 많은 증례로 연구되어야 할 것으로 생각된다. 병리적 등급이 3등급이었던 한 환자의 경우 수술 후 간질발작이 지속되어 수술 후 다시 시행한 발작기 SPECT에서 처음 SPECT에서는 저명하지 않았던 부위에 혈류증가를 보여 다시 MRI을 재검토함으로써 그 부위에 CD를 확인 할 수 있었다. 따라서 수술 후 예후가 좋지 않은 환자들에서 특히 병리적 등급이 높을수록 발작간기 및 발작기 SPECT를 시행하여 MRI와 비교검토가 되어야 할 것이다.

국소성 CD는 한 곳 이상에서 발견될 수 있는데 모든 병소가 간질병소로 작용하는 것은 아니므로[5,19)] 간질병소를 정확히 진단하여 수술하는 것이 치료에 중요하다. 또한 그와 같은 병변이 SPECT에서는 혈류이상을 보이지만 MRI에서는 구조적 이상을 발견할 수 없었던 것은 육안적으로 구별할 수 없는 작은 병변이거나 세포 수준의 이상(microdysgenesis)일 수도 있겠고 또는 일차적 간질 병소 주위의 이차적인 변화일 수도 있을 것으로 생각된다. 발작간기 SPECT와 뇌파검사 및 MRI를 비교한 연구에 의하면 MRI에서 구조적 이상을 보이지 않았고 발작간기 SPECT에서 혈류감소를 보인 병소에서 뇌파검사상 이상뇌파를 보였던 경우 기능적 이상이나 microdygenesis의 가능성을 제시하고 있다.[20-21)]

본 연구에서는 모든 환자에서 간질병소 제거를 위해 수술을 하여 병소 부위의 병리적 등급을 정하였다. 그러나 수술 전에 시행한 SPECT나 MRI에서는 수술부위 외에도 많은 부위에서 병변이 발견되었는데 모든 CD 병변이 간질병소로 작용하지 않기 때문에 모든 병변에 대한 생검이 이루어지지 않은 점은 본 연구의 제한점이라고 할 수 있다. 그러나 3명의 환자에서 얻은 두 곳의 조직에서 같은 등급의 결과를 보였고 대뇌피질 기형이 다발성으로 생길 수 있는 점과[22)] 신경세포이주이상에 의한 선천성 발달과정의 장애 질환임[23)]을 고려하여 같은 환자에서 보이는 병변은 같은 등급의 병변을 가질 것으로 생각하였다. 또한 MRI에 정상이더라도 존재할 수 있는 병소가 있기 때문에[5,21)] SPECT에서 나타난 혈류이상은 해부학적인 이상은 없더라도 기능적으로 의미있는 병소로 사료된다.

SPECT는 간질병소에서 발작간기에 혈류감소, 발작기에 혈류증가소견을 보임으로 간질병소를 찾는데 우수한 영상진단법으로 알려져 있다. 그러나 SPECT는 특이성이 낮아서 CD외에 뇌종양, 뇌경색, 천공뇌증(porencephaly) 등이 동반된 경우에도 역시 발작간기에 혈류감소, 발작기에 혈류증가를 보일 수 있다.[4)] 발작간기 SPECT는 간질병소를 찾는데 있어 그 자체만으로는 충분하지 않지만 다른 검사방법과 병행시 상호 보완적으로 사용할 수 있다.[2,4)] 따라서 SPECT는 MRI와 같은 해부학적인 영상을 통해 위와 같은 구조적 이상을 배제하면 간질병소를 구별하는 데 많은 도움이 될 수 있다. 대부분 SPECT는 기능적 이상을 반영하기 때문에 MRI보다 병변이 더 넓고 많이 나타난다.[9)] 본 연구에서도 SPECT상에서 MRI에서보다 더 많은 병소가 관찰되었고 MRI에서 저명한 구조적 이상을 보였던 병변은 SPECT에서도 일치된 부위에서 혈류이상을 보였다. 그러나 SPECT에서는 혈류이상을 보였지만 MRI에서는 찾을 수 없었던 병변은 12개 병소나 되었으며 이 중 4개 병변은 MRI의 재검토로 뇌피질 이상을 찾을 수 있었지만 구조적 이상이 저명하지 않아 SPECT의 도움없이는 간과되기 쉬운 병변이었다. 또한 8개 병변은 MRI에서도 육안적으로는 이상소견을 발견하지 못하였다.

결론적으로 CD는 발작간기 SPECT에서 다양한 혈류 이상 소견을 보였으며 대부분 혈류감소를 보이지만 때로는 혈류증가나 백질내 정상 뇌피질 혈류소견을 보일 수 있고, 드물게 분열뇌증에서 위음성으로 보일 수도 있다. 또한 SPECT는 CD의 병리적 등급이 높을수록 MRI보다 더 많은 병변을 찾을 수 있었다. 따라서 발작기 또는 발작간기 SPECT 중에서 어느 것을 선택하던지 수술 후 결과가 좋지 않은 병리적 등급이 높은 환자에서 수술전 간과되었던 병변이나 추가 병변을 찾는데 보조적인 진단적 도움을 줄 수 있다고 생각된다.

요 약

목적: CD의 발작간기 SPECT소견과 병리적 등급에 따른 MRI와 SPECT의 비교분석을 통하여 SPECT의 CD에 대한 진단적 유용성을 알아보고자 하였다. **대상 및 방법**: 수술 후 병리소견에서 CD로 진단된 16명의 환자를 대상으로 하였다. 모든 환자에서 수술 전에 발작간기 및 발작기 Tc-99m ECD SPECT를 시행하였으며 T1과 T2-강조의 MRI를 얻었고 2명의 환자에서 3차원 MRI를 얻었다. 병리적 등급은 조직학적 소견에 따라 1등급에서 3등급으로 나누었다. SPECT와 MRI에서 혈류양상과 뇌피질의 모양, 병변의 위치, 병리적 등급에 따른 서로간의 일치성을 분석하였고 각각의 검사에서 일치하지 않는 병변은 보이는 검사를 토대로 다시 재분석을 하였다. **결과**: SPECT와 MRI에서 각각 38개와 27개의 병변이 관찰되었다. 발작간기 SPECT의 35개 병변은 다양한 소견을 보였는데 26개(74.3%)에서 혈류감소를 보였고 그 외 7개(20.0%)에서 혈류증가와 2개(5.7%)에서 이소성 회백질을 보였다. 정상혈류를 보여 SPECT에서 위음성을 보인 1개의 병변은 MRI를 통해 분열뇌증임을 확인하였다. 반대로 SPECT에서는 뇌혈류 이상소견을 보였으나 MRI에서는 정상소견을 보였던 병변은 12개로 이 중 4개는 SPECT결과를 토대로 MRI를 재검토한 결과 CD를 발견할 수 있었고 나머지 8개는 구조적 이상소견을 발견할 수 없었다. 26개의 병변은 SPECT와 MRI 모두에서 일치하였다. 병리적 등급에 따른 비교에서 두 가지 신경영상검사에서 일치한 병변은 등급이 낮을수록 증가하였고(G1, 75%; G2, 65%; G3, 50%), SPECT에서만 이상소견을 보인 병변은 등급이 높을수록 증가하였다(G1, 20%; G2, 40%; G3, 50%). MRI에서만 이상소견을 보인 병변은 1등급에서만(5%) 관찰되었다. **결론**: CD는 발작간기 SPECT에서 혈류감소, 혈류증가, 이소성 회백질, 위음성 등의 다양한 혈류소견을 보이지만 대부분 혈류감소로 나타나며 MRI와 병행시 간과되었던 병변을 찾는데 도음을 줄 수 있고 병리적 등급이 높을수록 SPECT에서 MRI보다 진단적 유용성을 가졌다.

참 고 문 헌

1) Kuzniecky RI. Magnetic resonance imaging in developmental disorders of the cerebral cortex. *Epilepsia* 1994;35:S44-56.
2) Adams C, Hwang PA, Gilday DL, Armstrong DC, Becker LE, Hoffman HJ. Comparison of SPECT, EEG, CT, MRI, and pathology in partial epilepsy. *Pediatric Neurol* 1992;8:97-103.
3) Barth PG. Disorders of neuronal migration. *Can J Neurol Sci* 1987;14:1-16.
4) Barkovich AJ, Kuzniecky R. Neuroimaging of focal malformations of cortical development. *J Clin Neurophysiol* 1996;13:481-94.
5) Desbiens R, Berkovic SF, Dubeau F, Andermann F, Laxer KD, Harvey S, et al. Life-threatening focal status epilepticus due to occult cortical dysplasia. *Arch Neurol* 1993;50:695-700.
6) Kuzniecky R, Mountz JM, Wheatley G, Morawetz R. Ictal single-photon emission computed tomography demonstrates localized epileptogenesis in cortical dysplasia. *Ann Neurol* 1993;34:627-31.
7) Oliveira AJ, da Costa JC, Hilario LN, Anselmi OE, Palmini A. Localization of the epileptogenic zone by ictal and interictal SPECT with ^{99m}Tc-ethyl cysteinate dimer in patients with medically refractory epilepsy. *Epilepsia* 1999;40:693-702.
8) Zubal IG, Spanaki MV, MacMullan J, Corsi M, Seibyl JP, Spencer SS. Influence of technetium-99m-hexamethylpropylene amine oxime injection time on single-photon emission tomography perfusion changes in epilepsy. *Eur J Nucl Med* 1999;26:12-7.
9) Otsubo H, Hwan g PA, Jay V, Becker LE, Hoffman HJ, Gilday D, et al. Focal cortical dysplasia in children with localization-related epilepsy: EEG, MRI, and SPECT findings. *Pediatr Neulol* 1993;9:101-7.
10) Feggi L, Scarpa P, Calzolari F. Tc-99m HMPAO brain scintigraphy in children with partial epilepsy. *Clin Nucl Med* 1995;20:42-5.
11) Maehara T, Shimizu H, Yagishita A, Kaito N, Oda M, Arai N. Interictal hyperperfusion observed in infants with cortical dysgenesis. *Brain Dev* 1999;21:407-12.

12) Sohn EJ, Kim SJ, Lee MC, Kim HI. Neuropathologic studies of cerebral cortical dysplasia. *J Kor Neurol Ass* 1997;15:526-41.
13) Chung GH, Sohn MH, Kim CS, Kim HI, Lee MC. Cortical dysplasia : MRI Findings According to the Pathological Grading. *J Korean Radiol Soc* 1998;38:781-7.
14) Christopher R. Nuclear medicine in the management of a patient with epilepsy. Nuclear Medicine in Clinical Diagnosis and Treatment. 2nd ed. I.P.C. *Murray & P.J.* Ell; 1998;651-65.
15) Sasaki M, Kuwabara Y, Yoshida T, Fukumura T, Morioka T, Nishio S, et al. Carbone-11-methionine PET in focal cortical dysplasia: a comparison with fluorine-18-FDG PET and Technetium-99m-ECD SPECT. *J Nucl Med* 1998;39:974-7.
16) Aihara M, Hatakeyama K, Koizumi K, Nakazawa S. Ictal EEG and sinlge photon emission computed tomography in a patient with cortical dysplasia presenting with atonic seizures. *Epilepsia* 1997;38:723-7.
17) Morioka T, Nishio S, Sasaki M, Yoshida T, Kuwabara Y, Nagamatsu T, et al. Functional imaging in schizencephaly using [18F]fluoro-2-deoxy-D-glucose positron emission tomography (FDG-PET) and single photon emission computed tomography with technetium-99m-hexamethylpropyleneamine oxime (HMPAO-SPECT). *Neurosurg Rev* 1999;22:99-101.
18) Kim SK, Na DG, Byun HS, Kim SE, Suh YL, Choi JY, et al. Focal cortical dysplasia: comparison of MRI and FDG-PET. *J Comput Assist Tomogr* 2000;24:296-302.
19) Holmes GL, Sarkisian M, Ben-Ari Y, Liu Z, Chevassus-Au-Louis N. Consequences of cortical dysplasia during development in rats. *Epilepsia* 1999;40:537-44.
20) Raymond AA, Fish DR, Sisodiya SM, Alsanjari N, Stevens JM, Shorvon SD. Abnormalities of gyration, heterotopias, tuberous sclerosis, focal cortical dysplasia, microdysgenesis, dysembryoplastic neurocepithelial tumour and dysgenesis of the archicortex in epilepsy. clinical, EEG and neuroimaging features in 100 adult patients. *Brain* 1995;118:629-60.
21) Iannetti P, Spalice A, Atzei G, Boemi S, Trasimeni G. Neuronal migrational disorders in children with epilepsy: MRI, interictal SPECT and EEG comparisons. *Brain Dev* 1996;18:269-79.
22) Leventer RJ, Phelan EM, Coleman LT, Kean MJ, Jackson GD, Harvey AS. Clinical and imaging features of cortical malformations in childhood. *Neurology* 1999;11;53:715-22.
23) Copp AJ, Harding BN. Neuronal migration disorders in humans and in mouse models-an overview. *Epilepsy Res* 1999;36:133-41.