

뇌성마비환아에서의 뇌 자기공명영상과 SPECT 소견

연세대학교 의과대학 재활의학교실 및 재활의학 연구소
연세대학교 의과대학 핵의학과*

박창일 · 김성우 · 김유철 · 신지철 · 이종두*

= Abstract =

Brain MRI and SPECT Findings in Children with Cerebral Palsy

Chang Il Park, M.D., Seong Woo Kim, M.D., You Chul Kim, M.D.,
Ji Cheol Shin, M.D. and Jong Doo Lee, M.D.*

Department of Rehabilitation Medicine and Research Institute of Rehabilitation,
Department of Radiology*, Yonsei University College of Medicine

The authors studied 60 children (aged 4 months to 9 years) with cerebral palsy by means of magnetic resonance imaging (MRI) and single photon emission computed tomography (SPECT) of the brain. MRI showed normal in 15 cases (25.0%) and deep white matter pathology in 37 cases (61.7%), corpus callosum abnormality in 29 cases (48.3%). In addition, abnormal intensity of thalamus or basal ganglia and delayed myelination were found in minor cases. In all of the patients except for 1 case, SPECT showed the abnormal findings SPECT demonstrated hypoperfusion of thalamus in 58 cases (96.7%), cerebellum in 27 cases (45.0%), frontal and parietal lobe in 26 cases (43.3%), basal ganglia in 23 cases (38.3%) and temporal lobe in 22 cases (36.7%). There was no significant correlation between the severity of motor developmental impairment and the radiologic findings. The results of this study suggest that MRI of the brain provides the anatomical information such as deep white matter and corpus callosum pathologies resulted from the hypoxic-ischemic insult and SPECT of the brain is a very sensitive tool for the assessment of the functional abnormalities in cerebral palsy.

Key Words: Cerebral palsy, Brain MRI, Brain SPECT

서 론

뇌성마비는 미성숙한 뇌의 손상이나 병변으로 인하여 자세 및 운동 기능 장애를 주증상으로 하는

이 연구는 1996년도 보건의료기술연구개발사업 연구비 지원에 의해 이루어진 것임(과제번호: HMP-96-17-3-1065).

비진행적인 증후군이다. 뇌성마비를 진단하는 방법은 임상적으로 운동 기능의 발달 상태와 여러 가지 신경학적 검사를 이용하여 가능하며, 뇌 병변의 위치와 범위 등을 객관적으로 알아보기 위한 방사선학적 검사로는 초음파검사, 전산화 단층 촬영, 자기공명영상 그리고 SPECT(single photon emission computerized tomography) 혹은 PET(positron emission tomography)등이 있다. 이 중 뇌 초음파검사는 뇌실

주위 백질연화증이 있을 경우 검사의 신뢰도가 매우 높은 것으로 알려져 있으나¹⁰⁾ 대천문이 닫히기 시작하는 생후 6~9개월이 지나면 그 신뢰도가 떨어지게 되며²³⁾, 전산화 단층 촬영 검사는 뇌 위축이나 뇌실 확장 소견을 알아낼 수 있으나 진단적 가치가 높지 않다¹⁷⁾. 이에 반해 자기공명영상 검사는 민감도가 높아 뇌 백질의 이상 유무와 수초형성의 평가에 유용하며 특히 저산소성 허혈성 뇌병변이 있을 때 나타나는 비정상적인 영상에 대하여는 여러 연구들을 통하여 그 병태생리가 비교적 잘 알려져 있다.^{2,3,9,14,24)} 최근에는 뇌 혈류나 대사 이상을 알 수 있는 SPECT 혹은 PET 등이 개발되고 영상의 질적인 면이 좋아지면서, 소아에서 뇌 기능의 이상 여부를 알아보고 임상적인 면과의 상관관계를 알아보고자 하는 연구들이 발표되고 있다.^{1,4,18,20)} 이에 저자들은 뇌성마비 환아들을 대상으로 뇌 자기공명영상과 SPECT 검사를 시행하여 비정상적인 소견이 어떻게 나오는지, 그리고 방사선학적인 소견과 뇌성마비의 유형별 진단, 임상적 소견들과의 연관성은 있는지 알아보기 위하여 본 연구를 시행하였다.

대상 및 방법

1) 연구 대상

1995년 10월부터 1996년 4월까지 연세대학교 의과대학 재활의학과에서 입원치료를 받은 뇌성마비 환아들 중 뇌 자기공명영상 검사와 SPECT를 모두 시행한 60명을 대상으로 하였다. 이중 남자는 39명, 여자는 21명이었으며, 평균 연령은 23.7개월(4개월~9세)이었다. 뇌성마비와 관련된 위험인자는 총 60명

중 28명 (46.7%)에서 주산기 질식이 있었고 26명 (43.3%)에서 재태기간 36주이하의 조산이 있었으며 6명 (10.0%)에서 병적 황달이 있었다. 대상환아들은 경직성 양하지마비가 44명 (73.3%), 경직성 사지마비가 10명 (16.7%)이었으며, 편마비가 2명 (3.3%), 불수의운동형이 3명 (5.0%), 혼합형이 1명 (1.7%)이었다 (Table 1).

2) 연구 방법

(1) **운동발달 평가:** 환아들의 운동발달 장애의 정도를 평가하기 위하여 Denver Developmental Screening Test(DDST)를 시행하였는데, 이중 소동작 점수 (fine motor score)와 대동작 점수(gross motor score)를 각각 환아의 실제 연령(chronological age)으로 나눈 값의 백분율을 소동작 지수(fine motor quotient), 대동작 지수(gross motor quotient)라고 하였다.

(2) **뇌 자기공명영상:** 뇌 자기공명영상검사는 1.5 tesla signa unit(General Electrics Medical systems, Milwaukee, Wis.)를 이용하여 영상을 얻었는데, 축상의 T1 및 T2 강조 영상과 시상상 T2 강조 영상을 얻었다. 자기공명영상 소견의 분석은 뇌백질의 수초화 지연이 있는지, 뇌실주위 백질연화증 또는 심부 백질의 부피 감소같은 병변, 뇌량의 국소적 또는 전반적인 두께 감소나 발육부전이 있는지, 그 외 기저핵 등에 이상 소견이 있는지 여부를 보았다.

(3) **뇌 SPECT:** SPECT는 뇌전용으로 만들어진 CERASPECT(Digital Scintigraphic Inc, Waltham, USA)를 이용하여 촬영하였고 방사성동위원소는 ^{99m}Tc 으로 표지된 ECD(ethyl cysteinat dimer)를 사용하였다. ^{99m}Tc-ECD는 최근 개발되어 임상적으로 시도되고 있는 매우 유력한 중성, 지용성의 방사성의약품으로서, 방사화학적 안정성이 높아 사용하기가 편리하며 뇌를 제외한 혈액 및 기타 장기로부터 제거가 빨리 일어나므로 양질의 영상을 제공할 뿐만 아니라 병변과 정상조직 사이의 대조비와 공간해상력이 뛰어난 국소 뇌혈류영상제제이다. SPECT 소견의 분석은 뇌혈류저하가 관찰되는 영역이 어디인지를 보았는데, 측두엽과 측두엽을 제외한 대뇌 피질, 즉 전두엽, 두정엽과 후두엽, 그리고 소뇌, 기저핵, 시상 등으로 구분하여 관찰하였다.

(4) **통계 방법:** 운동발달 장애의 정도와 방사선학적 검사상 각 이상소견의 유무와의 상관관계를 알

Table 1. Clinical Types of Cerebral Palsy

Clinical types	No. of cases(%)
Spastic quadriplegia	10(16.7)
Spastic diplegia	44(73.3)
Spastic hemiplegia	2(3.3)
Athetoid	3(5.0)
Mixed	1(1.7)
Total	60(100.0)

아보기 위하여 Chi-square 검사를 이용하여 분석하였다.

결 과

1) 뇌 자기공명영상 소견

총 60명의 뇌성마비 환자 중 15명 (25.0%)에서 정 상소견이 나타났다. 한 환자의 영상에서 두 가지 이 상의 비정상소견이 함께 있을 수 있으므로 각 비정 상소견에 대한 빈도를 살펴보면, 뇌실주위 백질 연 화증을 비롯한 심부백질의 이상소견이 37명 (61.7%), 뇌량의 국소적 또는 전반적인 두께 감소나 발육부 전이 29명 (48.3%)에서 나타나 많은 빈도를 보였고, 그외 시상이나 기저핵에서의 음영 증가, 수초화 지 연 등이 관찰되었다(Table 2). 자기공명영상 소견을 뇌성마비의 유형별로 나누어보면, 경직성 양하지마 비 44명의 환자에서는 심부백질의 이상소견과 뇌량 의 이상소견을 보인 경우가 27명 (61.4%), 19명

(43.2%)이었고, 수초화 지연이 3명 (6.1%)에서 나타 났으며 시상의 이상소견이 2명 (4.5%), 기저핵의 이 상소견이 1명 (2.3%)에서 나타났다. 혼합형 1명을 포함한 경직성 사지마비 환자 11명의 경우는 역시 가장 많은 비정상소견은 심부 백질의 이상소견과 뇌량의 이상으로 각각 8명 (72.7%), 9명 (81.8%)에서 나타났다. 편마비환자 2명은 심부 백질의 이상소견 과 뇌량의 이상소견이 나타났으며, 불수의운동형 환 아 3명 중 1명에서는 수초화의 지연과 기저핵의 이 상음영이 관찰되었다(Table 3).

2) 뇌 SPECT 소견

총 60명의 환자 중 1명을 제외한 59명 (98.3%)에 서 비정상소견이 나타났다. 뇌 자기공명영상검사와 마찬가지로 한 환자의 영상에서 여러 부위에 비정 상소견이 나타날 수 있으므로 각 부위별로 빈도를 살펴보면, 뇌 SPECT 에서 가장 많은 이상 소견을 보였던 곳은 시상으로서 전체 뇌성마비 환자 중 58 명 (96.7%)에서 혈류저하를 보였고, 소뇌가 27명 (45.0%), 측두엽을 제외한 대뇌피질이 26명 (43.3%), 기저핵이 23명 (38.3%), 측두엽이 22명 (36.7%) 순으 로 혈류저하가 나타났다(Table 4). SPECT 소견을 뇌 성마비의 유형별로 나누어보면, 경직성 양하지마비 44명의 환자에서는 시상의 혈류저하가 42명 (95.5%) 에서 나타났고, 그 다음이 소뇌, 측두엽, 측두엽을 제외한 대뇌피질, 그리고 기저핵 순으로 나타났다. 경직성 사지마비 환자의 경우는 11명 모두에서 시 상의 혈류저하가 나타났고, 9명 (81.8%)의 환자에서 측두엽을 제외한 대뇌 피질의 혈류저하를 보였다.

Table 2. MRI Findings in Cerebral Palsy

MRI findings	No. of cases(%)
Normal	15(25.0%)
Abnormal	
Delayed myelination	5(8.3%)
White matter abnormality	37(61.7%)
Corpus callosum abnormality	29(48.3%)
Thalamus abnormality	6(10.0%)
Central sulcus abnormality	3(5.0%)
Basal ganglia abnormality	3(5.0%)

Table 3. Abnormal MRI Findings According to Types of Cerebral Palsy

	No. of cases			
	Spastic diplegia (n=44)	Spastic quadriplegia (n=11)	Hemiplegia (n=2)	Athetoid (n=3)
Delayed myelination	3	1	0	1
White matter abnormality	27	8	2	0
Corpus callosum abnormality	19	9	1	0
Thalamus abnormality	2	4	0	0
Central sulcus abnormality	0	3	0	0
Basal ganglia abnormality	1	0	0	1

편마비환아 2명의 경우는 모두 시상, 소뇌, 대뇌 피질에서 혈류저하를 보였다. 불수의운동형인 경우도 3명 다 비정상소견을 보였는데, 시상과 기저핵에서 공통적으로 혈류저하를 보였다(Table 5).

3) 운동발달장애의 정도에 따른 방사선학적 소견

모든 환아들은 DDST를 시행하였고 그 항목 중 소동작 점수와 대동작 점수를 실제 연령으로 나눈 값인 소동작 지수와 대동작 지수를 구하여 이 값이 50점 이하인 환아들은 그렇지 않은 환아들에 비하여 운동발달의 장애가 더 심하다고 보았다. 50점을 기준으로 운동발달장애가 심한 군과 그렇지 않은 군으로 나누어서 두 군 간에 자기공명 영상검사나 SPECT 검사에서 나타나는 비정상소견들의 차이가 있는지를 분석하였는데, 통계학적으로 의미있는 상관관계를 찾을 수 없었다($p > 0.05$) (Table 6).

Table 4. SPECT Findings in Cerebral Palsy

SPECT findings	No. of cases(%)
Normal	1(1.7)
Abnormal hypoperfusion	
Thalamus	58(96.7)
Cerebellum	27(45.0)
Cortex except temporal lobe	26(43.3)
Basal ganglia	23(38.3)
Temporal lobe	22(36.7)
Central sulcus	3(5.0)

Table 5. Abnormal SPECT Findings According to Types of Cerebral Palsy

Area of hypoperfusion	No. of cases			
	Spastic diplegia(n=44)	Spastic quadriplegia(n=11)	Hemiplegia(n=2)	Athetoid(n=3)
Thalamus	42	11	2	3
Cerebellum	19	6	2	0
Cortex except temporal lobe	14	9	1	2
Basal ganglia	12	7	1	3
Temporal lobe	14	5	2	1
Central sulcus	0	3	0	0

고찰

최근 뇌 자기공명영상의 이용이 증가하면서 뇌성마비를 일으키는 여러 가지 위험 인자 중 특히 조산과 출생전후의 저산소증이 있을 때 나타나는 뇌병변에 대한 많은 연구가 진행되어 왔다. 저산소증에 의한 뇌손상은 5가지 기본적인 신경병리학적 양상으로 관찰되는데 이는 선택적인 신경세포 괴사, 기저핵과 시상의 대리석 상태(status marmoratus), 대뇌 시상주변부(parasagittal)의 손상, 뇌실주위 백질연화증과 국소적이고 다병소성 괴사이다²²⁾. 이런 경우 뇌병변은 뇌 전산화단층촬영상에서 뚜렷하게 나타나지 않는 경우가 많은 반면¹⁶⁾ 자기공명영상은 정상 뇌조직과 섬유성 반흔이나 신경교조직의 증식을 민감하게 구분할 수 있어 뇌손상의 위치 및 정도를 비교적 정확히 평가할 수 있다.

주산기 저산소증에 의한 뇌손상은 일반적으로 신생아의 뇌 성숙도에 따라 다른 양상을 가지게 되며 이는 미숙아와 만삭아에서의 뇌손상의 형태학적 차

Table 6. Motor Development and Radiologic Findings

	Abnormal findings	
	MRI	SPECT
FMQ ≤ 50	N.S.	N.S.
> 50	N.S.	N.S.
GMQ ≤ 50	N.S.	N.S.
> 50	N.S.	N.S.

이를 초과하게 되는 것으로 알려져 있다. 1989년 Barkovich가 발표한 바에 의하면 재태기간과 뇌 자기공명영상 소견 사이에는 상관관계가 있어 재태기간이 28주에서 34주인 미숙아의 경우 저산소증에 노출되면 뇌실주위 백질 연화증이 잘 나타난다 하였다⁶⁾. 이는 뇌혈관과 신경계의 성숙도때문으로써 정상적으로 재태기간 8개월 이전에는 뇌실로부터 뇌반구로 향하는 ventriculofugal 분지가 발달하지 않고 뇌반구에서 뇌실로 향하는 ventriculopedal 분지에 의하여 혈액이 공급되므로 이 때의 뇌실주위 조직은 동맥이 분포하는 경계령이 되며, 또한 혈관의 확장력이 부족하고 상대적으로 혐기성 당분해작용이 활발한 곳이기 때문에, 이러한 시기에 저산소성 허혈상태에 노출되면 가장 손상받기 쉬운 부위가 바로 뇌실주위 백질이 되는 것이다²¹⁾. 본 연구의 결과 총 60명의 뇌성마비 환자 중 45명 (75.0%)의 환자에서 자기공명영상의 비정상소견이 나타났는데, 이 중 뇌실주위 백질연화증이나 심부 백질의 부피 감소를 나타낸 경우가 37명 (61.7%)으로 가장 많아서 이런 환자들의 경우 아직 뇌가 완전히 성숙되지 않은 상태에서 저산소성 허혈성 뇌손상을 받았던 것으로 생각할 수 있겠다. 두 번째로 많이 관찰되었던 소견은 뇌량의 국소적 또는 전반적인 두께 감소나 발육 부전이 있었던 경우로 29명 (48.3%)에서 나타났다. 뇌성마비에서의 뇌량의 이상 소견은 주로 두께의 감소로 나타나는데 이는 대뇌 백질의 감소로 인하여 발생된 것으로 뇌량을 이루는 신경세포의 위축 때문인 것으로 설명하고 있으며⁵⁾, 본 연구에서도 뇌량의 두께 감소를 보이는 환자의 대부분은 백질이 상과 동반되어 나타났으므로 그러한 설명을 뒷받침할 수 있다.

뇌 혈류 검사는 뇌의 해부학적인 이상보다는 기능적인 이상을 나타내는데 유용한 검사로서 PET와 SPECT 검사가 이에 속하며, 어른에서 치매, 뇌졸중, 경련과 종양 등 여러 가지 신경질환에 진단적 도움을 주고 있다. 소아 환아에 있어 이런 검사들은 아직 소수의 질병에서 시도되고 있는 상태이나 비침습적인 방법이고 영상의 질이 좋아지면서 점점 확산되고 있는 추세이다. PET는 영상의 질적인 면이 우수하고 정량화하기가 용이한 검사 방법이나 그 장비가 매우 고가라는 것이 문제이었다. 최근 SPECT의 등장과 새로운 방사성 의약품의 개발로

인하여 이전에 PET로만 가능하였던 국소 뇌혈류, 신경수용체 분포 및 국소 뇌대사와 같은 국소 뇌기능의 영상화가 SPECT로도 가능하게 되었다. 특히 본 연구에서 사용한 방사성 동위원소인 ^{99m}Tc-ECD는 최근 개발되어 임상적으로 시도되고 있는 매우 유력한 중성, 지용성의 방사성 의약품으로서, 방사화학적 안정성이 높아 사용하기가 편리하며 뇌를 제외한 혈액 및 기타 장기로부터 제거가 빨리 일어나므로 양질의 영상을 제공할 뿐만 아니라 병변과 정상조직 사이의 대조비와 공간해상력이 뛰어난 국소 뇌혈류영상제제이다.

뇌성마비를 유형별로 나누어서 보았을 때 각 유형별로 대상환아의 수가 너무 차이가 나기 때문에 비교하기 어려우나, 자기공명영상이나 SPECT 소견은 유형에 따라 크게 다른 것은 없었다. 자기공명영상에서 정상으로 나왔더라도 SPECT는 거의 모두에서 비정상 소견을 보여 SPECT검사가 매우 민감도가 높은 것을 알 수 있었고, 특히 불수의운동형인 경우 3명 중 1명에서만 자기공명영상에서 기저핵의 이상을 나타내었으나 SPECT에서는 3명 모두에서 기저핵의 혈류저하가 나타나 이러한 경우 SPECT가 뇌의 신경병태를 잘 반영한다고 할 수 있겠다.

소아 환자, 특히 뇌성마비에서 현재까지 발표되었던 SPECT에 대한 연구들을 살펴보면, 1990년 Denays등은 13명의 뇌성마비 환아를 대상으로 한 연구에서 편마비인 경우 장애가 있는 반대편의 대뇌 반구에서 혈류저하를 보였고 양하지 혹은 사지마비인 경우 장애의 정도와 SPECT의 혈류저하 간에는 상관관계가 있다고 보고하였다⁸⁾. 그 후 1994년 Kao등이 7~17세 사이의 뇌성마비 13명을 대상으로 SPECT와 IQ 검사를 비교한 연구에서는 정신 지체가 심한 환자가 경한 환자보다 뇌혈류 저하의 정도가 심하게 나타났다고 하여 SPECT 소견이 인지 기능을 예측하는데 도움을 줄 수 있을 것이라고 하였다¹²⁾. 또한 국내에서도 그 동안 비슷한 발표가 있었는데 1995년 이등은 25명의 뇌성마비 환자를 대상으로 한 연구에서 SPECT는 병변의 발견율이 높고 병소 부위는 주로 전두엽, 두정엽, 기저핵, 측두엽이라고 하였으며⁹⁾, 1996년 김등의 발표에서는 뇌 전산화단층촬영이나 자기공명 영상검사서 정상이었던 환자들에서 SPECT를 시행하여 운동장애의 분포를 반영할 수 있다고 보고하였다¹⁾. 여태까지 진행된

있던 이러한 연구들과 본 연구는 다소 상이한 결과를 나타내는데, 첫째는 저자들의 연구에서는 SPECT에서의 비정상소견이 다른 연구들에 비하여 무척 높다는 것이다. 대상 환아 총 60명 중 1명을 제외한 59명에서 혈류저하가 나타나 98.3%에서 비정상을 나타내었다. 둘째는 혈류저하가 나타난 뇌의 병소 부위였는데, 다른 연구들에서는 주로 대뇌 피질이 주요한 병소부위였고 일부에서 기저핵에서 혈류 저하가 나타난다고 보고하였으나, 본 연구에서 가장 빈번하게 혈류저하를 나타내었던 곳은 시상으로서 96.7%의 뇌성마비 환아에서 비정상을 나타내었고 그 다음이 소뇌, 측두엽을 제외한 대뇌 피질, 기저핵, 측두엽 순이었다. 여태까지 알려져 있던 뇌성마비에서의 SPECT소견과 본 연구의 결과가 다른 것은 검사에 사용된 장비와 검사 소견을 해석하는 방법이 달랐던 때문으로 생각된다. 기존의 SPECT 영상은 시상이나 기저핵이 위치하는 부위를 정확히 보여줄 수 없어 확실하게 구별하기가 어려우나 저자들이 사용한 SPECT 장비는 그 영상이 거의 PET에 가까울 정도로 해상도가 높아서 피질하 핵, 즉 기저핵이나 시상이 뚜렷하게 구별이 되기 때문에 아마 여태까지 언급이 되지 못했던 병소가 나타난 것으로 생각된다. 이러한 생각의 뒷받침이 될 수 있는 것은 1991년 Kerrigan이 발표한 연구로서, 뇌성마비 환자 23명의 PET 소견을 분석하였는데 비록 고찰에서 자세한 설명을 하지 않았으나 약 반수의 환자에서 시상의 혈류저하가 관찰되었다고 언급하여¹³⁾ 본 연구에서 시상이 뇌성마비 환자의 병소 중의 하나라고 한 결과와 유사하다 하겠다. 더구나 저자들이 사용한 방사성 동위원소는 ^{99m}Tc-ECD로서 이를 이용한 뇌성마비에서의 SPECT 소견은 아직 발표된 바가 없었다. 또 다른 변수의 하나는 판독 방법으로, 저자들은 다른 연구에서처럼 SPECT 소견을 정량적으로 분석하지 않고 핵의학 전문의가 혈류저하가 일어난 부위를 판독하는 방법을 택하였다. 현재까지의 SPECT 소견의 정량화는 관심영역을 설정하여 전체 관심영역이나 소뇌, 혹은 정상으로 생각되는 뇌의 일정 부위의 방사능계수에 대한 각 관심영역의 방사능계수의 비를 구하거나, 대뇌의 시상면에서 전방과 후방의 혈류를 비교하는 것이 주된 방법이었다. 그러나 저자들의 연구 결과에 의하면 뇌성마비 환자의 뇌 SPECT 소견 결과 모든 환자에서

일정하게 정상적인 혈류를 보이는 부위를 발견할 수 없었기 때문에 어느 부위를 선택하여 정상 대조 부위라고 지정할 수 없었으며, 소뇌 증상이 없는 환자들에서도 소뇌에서 혈류저하가 약 반수 이상에서 나타났기 때문에 여태까지 발표되었던 정량화 방법을 사용할 경우, 즉 뇌의 일정 부위나 소뇌에 대한 피질의 방사능계수를 구한다든지 하는 방법으로는 정확한 정보를 얻기가 힘들 것으로 판단하였다. 하지만 향후 이러한 점을 보완하여 정량화를 하기 위한 노력은 필요할 것으로 생각된다.

이번 연구의 결과 예상하지 못했던 점은 거의 모든 환자에서 시상의 혈류저하 소견이 나타난 것이다. 이러한 소견에 대한 가능한 설명으로는, 우선 시상의 발육 지연으로 인한 혈류저하를 생각할 수 있겠다. 그러나 뇌 성숙을 SPECT 검사로 확인한 연구에 의하면 출생시 시상과 소뇌에서의 혈류는 대뇌 피질에 비하여 증가되어 있는 상태이어서 다른 뇌 부위보다 먼저 성숙이 일어나는 것으로 알려져 있으며^{7,9)}, 저자들이 성인 뇌성마비 환자들의 SPECT 소견을 조사한 결과 이들에서도 시상의 혈류저하가 명확하게 나타났으므로 발육 지연에 의한 혈류저하는 아닌 것으로 생각된다. 두번째로 생각할 수 있는 것은 저산소증에 의한 손상으로서, 특히 급성으로 완전 질식이 된 상태에서는 다른 부위보다 대사가 높은 부위인 뇌간이나 시상의 손상이 초래되는 것으로 알려져 있다¹⁵⁾. 그러나 이러한 형태의 질식이 본 연구의 모든 대상 환자들에서 있었다고 할 수는 없으므로 저산소증에 의한 손상으로만 SPECT 소견을 설명할 수도 없다. 그 외 생각해볼 수 있는 것은 어른에서 뇌졸중이나 뇌종양 같은 손상이 있을 때 나타나는 diaschisis현상이다. 소아에서의 diaschisis에 관한 연구는 많지 않은데, 공통적인 결과는 어른에서 나타나는 현상과는 다르다는 것이다. 특히 성인 편마비에서 나타나는 crossed cerebellar diaschisis (CCD)는 6세 이전에 발생한 소아 편마비에서는 거의 나타나지 않으며 오히려 ipsilateral cerebellar diaschisis가 소수에서 발견되었다는 것이다^{11,13)}. 이러한 이유는 피질뇌교소뇌로(corticopontocerebellar tract)가 미성숙된 상태에서 뇌손상을 받았기 때문으로 생각되고 있으며, CCD이외에 어른에서 발견되는 다른 형태의 diaschisis는 아직 소아에서 보고된 바가 없다. 그러므로 저자들의 연구 결과 거의 대부분의

환아에서 시상의 혈류저하를 보이고 약 반수의 환아에서 소뇌 증상이 없는데도 불구하고 소뇌의 혈류저하를 보였던 것은 아직 성숙되지 않은 뇌에 손상을 받은 후 2차적으로 나타나는 밝혀지지 않은 diaschisis의 일종이 아닌가 하는 의심이 든다. 뇌성마비를 비롯한 소아에서 나타나는 diaschisis에 대한 연구가 더 진행이 되어야 할 것으로 생각된다. 1차적 손상이든 2차적 혈류저하이든 본 연구의 대상이 되었던 거의 모든 뇌성마비 환아에서 시상에서의 혈류저하가 나타난 사실은 모든 감각 신경을 대뇌 피질로 전달해주며, 소뇌와 기저핵, 변연계, 그물 형성체 등에서 입력을 받아 이를 대뇌피질로 전달해주는 중계핵으로서의 기능이 저하되어 있다는 것을 반영하기 때문에 뇌성마비에서 시상의 기능이 비정상이라는 것은 알 수 있었다.

본 연구에서는 뇌 자기공명 영상소견이나 SPECT 소견과 환아들의 운동발달의 정도와는 통계학적으로 의미있는 상관관계가 없는 것으로 나타났다. 저자들이 환아들을 평가한 방법은 DDST 한 가지 검사이었기 때문에 운동발달의 정도를 정확하게 평가하는데 한계가 있었고, 인지기능의 정도를 객관적으로 평가하기에는 환아들의 연령이 어려서 인지 기능과 방사선학적 소견과의 상관관계는 볼 수 없었다. 앞으로 인지기능과 운동발달 정도, 그리고 언어 발달 등을 정확히 평가할 수 있는 여러 검사 방법들을 동원하여 SPECT소견과의 상관관계를 연구하여 SPECT검사의 유용성을 알아보고 나아가 뇌성마비의 신경병태를 이해하는 데 도움이 될 것으로 생각된다.

결 론

뇌성마비환아 60명을 대상으로 뇌 자기공명영상과 SPECT소견을 분석한 결과, 자기공명영상 소견으로는 위험인자 중의 하나인 저산소증으로 인한 심부 백질과 뇌량의 이상소견이 잘 나타났으며, SPECT소견은 거의 모든 환아에서 비정상소견이 나타났고 특히 시상에서 혈류저하가 대부분에서 관찰되었고 그 외 소뇌, 대뇌 피질, 기저핵 순으로 혈류저하가 나타났다. 자기공명영상 소견상 정상이라 하더라도 많은 수에서 비정상적인 SPECT 소견을 보여, SPECT는 뇌성마비환아에서 매우 감수성이 높은 검

사인 것으로 생각되고 향후 객관적이고 정확한 기능 평가를 시행하여 SPECT 에서 나타나는 혈류저하소견과의 상관관계를 밝히는 연구를 통하여 뇌성마비의 예후 판단 및 병태생리를 이해하는 노력이 필요할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

- 1) 김정태, 배상균, 고현윤: 뇌성마비 환자의 장애 분포 영상화에 대한 뇌 ^{99m}Tc HMPAO SPECT 소견. 대한재활의학회지 1996; 20: 101-105
- 2) 문정림, 강세운, 박근영, 신병순, 임계연: 자기공명영상 뇌실주위 백질연화증을 동반한 뇌성 마비아의 발달 평가. 대한재활의학회지 1995; 19: 244-253
- 3) 윤상홍, 장승국, 조미영, 박동우, 김종덕, 은충기: 뇌성마비의 자기공명영상 소견. 대한방사선의학회지 1994; 31: 967-972
- 4) 이원일, 양승한, 강세운, 박노경: 뇌성마비환아의 Brain SPECT소견. 대한재활의학회지 1995; 19: 718-724
- 5) Barkovich AJ, Norman D: Anomalies of the corpus callosum: Correlation with further anomalies of the brain. Am J Neuroradiol 1988; 9: 493-501
- 6) Barkovich AJ, Truwit CL: Brain damage from perinatal asphyxia: Correlation with MR findings with gestational age. Am J Neuroradiol 1990; 11: 1087-1096
- 7) Chiron C, Raynaud C, Mazière B, Zillbovicius M, Laflamme L, Masure M, Dulac O, Bourguignon M, Syrota A: Changes in regional cerebral blood flow during brain maturation in children and adolescents. J Nucl Med 1992; 33: 696-703
- 8) Denays R, Tondeur M, Toppet V, Ham H, Piepsz A, Spehl M, Rubinstein M, Noel P: Cerebral palsy: Initial experience with Tc-99m HMPAO SPECT of the brain. Radiology 1990; 175: 111-116
- 9) Dubowitz LMS, Bydder GM, Mushin J: Developmental sequence of periventricular leukomalacia. Arch Dis Child 1985; 60: 349-355
- 10) Fawer CL, Calame A, Perentes E, Anderegg A: Periventricular leukomalacia; a correlation study between real-time ultrasound and autopsy finding. Neuroradiology 1985; 27: 292-300
- 11) Hamano S, Nara T, Nakanishi Y, Horita H, Kumagai K, Maeawa K: Secondary changes in cerebellar perfusion(diaschisis) in hemiplegia during childhood: SPECT study of 55 children. Pediatr Neurol 1993; 9: 435-443
- 12) Kao C, Wang S, Yeh S: The relationship among the

- quantitative perfusion-defect indices in Tc-99m HMPAO brain SPECT, IQ test, and involved extremities in children with cerebral palsy due to perinatal asphyxia. *Clin Nuc Med* 1994; 19: 309-313
- 13) Kerrigan JF, Chugani HT, Phelps ME: Regional cerebral glucose metabolism in clinical subtypes of cerebral palsy. *Pediatr Neurol* 1991; 7: 415-25
 - 14) Kräeloh-Mann I, Petersen D, Hagberg G, Vollmer B, Hagberg B, Richard Michaelis: Bilateral spastic cerebral palsy-MRI pathology and origin. Analysis from a representative series of 56 cases. *Dev Med Child Neurol* 1995; 37: 379-397
 - 15) Leech RW, Alvord EC: Anoxic-ischemic encephalopathy in the human neonatal period. *Arch Neurol* 1977; 34: 109-113
 - 16) Lipp-Zwahlen AE, Deonna T, Chrzanowski R, Micheli JL, Calame A: Temporal evolution of hypoxic-ischemic brain lesions in asphyxiated full term newborns as assessed by computerized tomography. *Neuroradiology* 1985; 27: 138-144
 - 17) McArdle CB, Richardson CJ, Hayden CK, Nicholas DA, Amparo EG: Abnormalities of the neonatal brain; MR imaging. *Radiology* 1987; 163: 395-403
 - 18) Messa C, Grana C, Lucignani G, Fazio F: Functional imaging using PET and SPECT in pediatric neurology. *J Nucl Biol Med* 1994; 38: 85-88
 - 19) Rubinstein M, Denays R, Ham HR, Piepsz A, VanPachterbeke T, Haumont D, Noël P: Functional imaging of brain maturation in humans using iodine-123 iodoamphetamine and SPECT. *J Nucl Med* 1989; 30: 1982-1985
 - 20) Taudorf K, Vorstrup S: Cerebral blood flow abnormalities in cerebral palsied children with a normal CT scan. *Neuropediatrics* 1989; 20: 33-40
 - 21) Volpe JJ: Current concepts of brain injury in the premature infant. *Am J Roentgenol* 1989; 153: 243-251
 - 22) Volpe JJ: Value of MR in definition of the neuropathology of cerebral palsy in vivo. *Am J Neuroradiol* 1992; 34: 52-56
 - 23) Wilson DA, Stemer RE: Periventricular leukomalacia; Evaluation with MR imaging. *Radiology* 1986; 160: 507-511
 - 24) Yokochi K, Aiba K, Horie M, Inukai K, Fujimoto S, Kodama M, Kodama K: Magnetic resonance imaging in children with spastic diplegia; Correlation with the severity of their motor and mental abnormality. *Dev Med Child Neurol* 1991; 33: 18-25
-