

신생아 경련이 동반된 대뇌 반측 위축 환아에 있어서 Tc-99m HMPAO SPECT 소견

연세대학교 의과대학 소아과학교실

강혜영 · 박국인 · 남궁란 · 이 철
고 창 준 · 한 동 관

방사선과학교실

정 태 섭

병리과학교실

정 우 희

서 론

대뇌를 침범하는 여러 신경계 질환의 진단 및 치료에 있어서 뇌파 검사와 더불어 뇌의 영상을 얻는 것이 매우 중요한데¹⁾ 뇌영상법중에서 대표적인 것이 뇌전산화 단층촬영이고 최근들어 뇌초음파나 핵자기 공명 영상법인 각광을 받고 있다. 그러나 이 검사들은 해상력이 뛰어나 뇌의 해부학적, 형태학적 구조는 잘 나타내지만 국소적인 뇌조직의 대사성 이상이나 뇌혈류량의 분포는 잘 나타내지 못한다²⁾.

근자에 이르러 국소 뇌혈류 및 뇌조직의 대사성 변화를 측정하기 위한 여러가지 방법들이 시도되고 있는데 현재까지 개발된 가장 좋은 방법은 양자방출 단층술 (Positron emission tomography; 이하 PET)이라 할 수 있다. 하지만 PET는 양전자방출 방사성 동위원소를 생산하기 위한 cyclotron이 있어야 하는 등 비용이 매우 많이 들어 아직까지 임상에서 이용되기 보다는 연구용으로 쓰이며 현재까지 우리나라에는 시설조차 없다. 이에 비해 SPECT (single photon emission computed tomography)는 이미 설치되어 있는 회전형 감마 카메라를 이용할 수 있으므로 비교적 간편하게 뇌혈류 영상을 얻을 수 있는 방법인데 특히, 사용되는 방사성 물질

로 Tc-99m HMPAO (hexamethyl propyleneamine oxime)가 개발되면서 이 물질의 여러가지 장점이 밝혀져 이를 이용한 SPECT 검사를 많이 시행하게 되어 여러 신경계 질환들에서 국소 뇌혈류의 측정이 가능하게 되었다.

간질 발작시 뇌혈류의 증가는 전신적 간질 발작이나 국소적 간질 발작을 보인 동물과 사람에서 모두 확인된 사실로⁵⁻⁷⁾, 간질 발작시와 발작간에 SPECT 소견을 동시에 비교할 때 발작간에 방사능 축적이 감소되어 있던 부분이 발작시에는 증가한다면 그 부위가 간질발작의 원인 병소로 생각할 수 있으므로 SPECT 검사는 국소적 간질발작의 원인 병소를 찾는 데 안전하고 간편한 임상 검사법으로 쓰일 수 있다.

이에 저자들은 조절이 잘 안되는 심한 경련을 보이는 신생아에서 뇌전산화 단층촬영상 우측 대뇌반구의 위축이 동반되어 있었고 경련발작시와 발작간에 시행한 Tc-99m HMPAO SPECT 검사상 좌측 측후두엽에 방사능 축적이 증가하였다가 감소하는 소견을 관찰하였는데, 뇌파검사와 자의 퇴원후 사망한 다음 실시한 부검소견상 나타난 병소와 SPECT상 병소가 일치하는 환아 1례를 경험하였기에 문헌고찰과 함께 보고하는 바이다.

증 례

환 아 : 이○○ 아기, 생후 40일, 여아.

접수일자 : 1993년 7월 13일
승인일자 : 1993년 9월 24일

주 소 : 생후 3일째부터 시작된 경련 발작.

과거력 및 가족력 : 건강한 양친사이에서 출생한 첫번째 여아로 개인의원에서 만삭으로 정상 질식분만 되었는데, 출생시 체중은 3.36 kg였고 양수에 태변 착색이 심하였다 하며, APGAR 점수는 정확히 알 수 없었으나 신생아 가사가 의심되었다. 부계나 모계에 특기할 만한 병력은 없었으며 임신 중 특별한 약물 복용이나 감염의 병력은 없었다.

현병력 : 환아는 생후 40일된 여자 환아로 생후 3일째부터 양측 눈을 깜박이면서 입맛을 다시고 입술 및 양사지 말단에 청색증이 나타나는 경련 발작이 있어 외부 병원에 입원 치료 중 경련 발작이 조절되지 않아 본원으로 전원되었다.

이학적 소견 : 입원시 체중은 3.54 kg(3P), 신장은 58 cm(50~75 P), 두위는 36 cm(25~50.P)이었으며 체온, 호흡수, 맥박수 및 혈압은 정상이었다.

기면이나 청색증은 없었으나 만성 병색을 보였으며 전반적으로 활동성, 울기, 빨기, 반사 등은 다소 저하되어 있었다. 피부는 건조하고 창백하였으며, 구강 소견은 정상이었다. 두부는 대칭적이었고 정상 모양이었으며 대천문은 열려있었고 팽대되거나 함몰되어 있지 않았다. 경부 강직은 없었다. 호흡음은 깨끗하였고 심박동은 규칙적이었으며 간과 비장은 촉진되지 않았다. 신경학적 검사상 의식 상태는 정상이었고 특이한 이상소견은 없었으며 병적 반사도 나타나지 않았다.

검사 소견 : 입원시 말초혈액 검사상 혈색소 10.7 gm/dl, 적혈구 용적 30.9%, 백혈구 10,200/mm³(중성구 43%, 임파구 47%, 단핵구 10%), 혈소판 416,000/mm³ 이었고, 혈청 전해질과 소변 검사는 정상이었으며 CRP치도 정상이었다. 혈당 및 혈청내 Ca/P치, 간기능 검사치, PT와 PTT치는 정상이었으며 소변 및 혈액 배양검사도 음성이었다. 뇌척수액 소견은 RBC 0/mm³, WBC 0/mm³, protein 80 mg/dl, sugar 33 mg/dl였고 배양 검사는 음성이었다. 입원하여 시행한 뇌파 검사상 대뇌 좌반구에서 excessive multifocal sharp and slow wave가 나타나 좌반구에 경련 발작의 원인 병변이 있을 것으로 생각되었다.

방사선학적 소견 : 흉부 X선 및 두개골 X선 소견은 정상이었으며, 입원 당시 시행한 뇌전산화 단층촬영상 대뇌 우반구의 전반적인 용적 감소와 조영이 감소된 소견이 나타났고 중앙선은 우측으로 치우쳐져 있었으며 대뇌

좌반구나 다른 부분에는 이상소견이 없어 대뇌 우반구의 위축(Rt. cerebral hemiatrophy)소견을 보였다(Fig. 1).

간질 발작(ictal stage)시 시행한 Tc-99m HMPAO SPECT 소견상 좌측 측후두에 광범위하게 방사능 축적이 증가된 소견을 보였으며(Fig. 2-①, ②), 간질 발작간(interictal stage)에 시행한 SPECT 소견은 간질 발작시에 보이던 좌측 측후두엽의 방사능 축적이 오히려 감소되어 있어(Fig. 3-①②), 이 부위가 간질의 원인 병소(ictal focus)로 생각되었으며, 위축된 소견을 보이는 우반구는 간질 발작시나 발작간에 전반적으로 방사능 축적이 감소되어 있었다.

병리학적 소견(부검 소견) : 양측 폐의 흡인성 폐렴의 소견과 간세포의 미만성 미세수포성 지방변성이 특징적으로 관찰되었고, 조기 성인형 부신피질, 홍선퇴축 및 부분적으로 신장의 곡세뇨관내에 요산결정이 관찰되었다.

고정된 뇌는 675 gm으로 천막상부의 대뇌가 607 gm, 천막하부의 중뇌, 교 및 연수를 포함한 소뇌가 50 gm이었다. 대뇌반구는 비대칭적으로 우측 대뇌반구가 266 gm, 좌측이 330 gm으로 우측이 작았다(Fig. 4). 좌측



Fig. 1. Brain CT scan showing Right cerebral hemiatrophy.

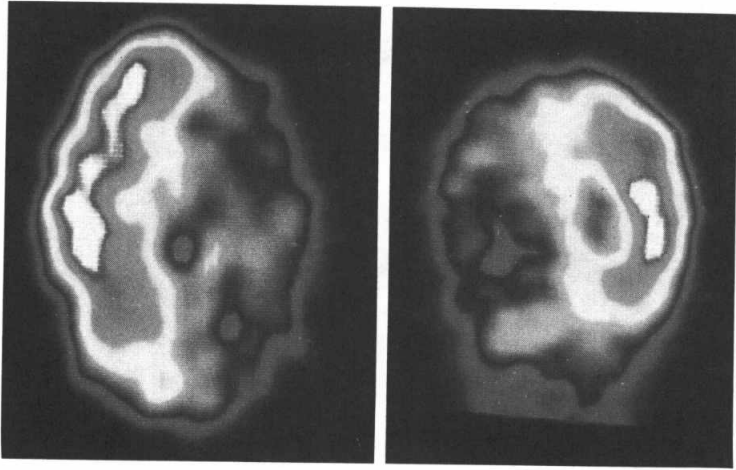


Fig. 2-①, ② Ictal stage HMPAO brain SPECT showing diffusely increased radioactivity of Left parieto-occipital area.

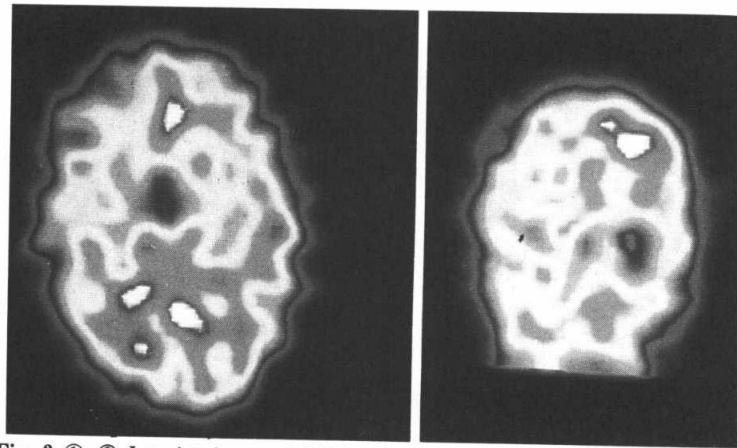


Fig. 3-①, ② Interictal stage HMPAO brain SPECT showing decreased radioactivity of Left parieto-occipital area and diffusely decreased of radioactivity of Right cerebral hemisphere.

반구의 대뇌회와 그의 형성은 정상적이었으나, 우측은 발육이 저하되어 있었다. 대뇌회중이나 무뇌회중의 소견은 없었다. Sylvian열과 Rolandic 열은 정상적으로 위치하였으며 Willis circle과 그 분지 및 뇌신경은 모두 정상이었다. 대뇌 반구는 관상 절단시 우측 대뇌반구가 위축되어 있었으며 피질의 두께가 비대칭적이었으나 국소적 병변은 없었다. 중심부의 백질은 양적으로 비대칭적이었으며, 전반적으로 잘 발달되지 못하고 수초형성이 미약하였다. 피사와 출혈의 소견은 없었으며 좌측의 뇌량은 잘 형성되고 육안적병소가 없었으나 우측은 작고

불분명하였다. 해마, 기저핵, 시상 및 시상 하부는 잘 형성되어 있고 육안적으로 병변은 없었다. 측뇌실계는 비대칭적이었으며 좌측뇌실은 우측에 비해 다소 확장되어 있었다. 좌측 두정후두부에서 경계가 불분명하고 좀 더 딱딱한 부분이 약 3×2 cm 크기로 만져졌으며, 중뇌, 교, 연수를 포함한 뇌간과 소뇌 및 척수에서는 국소 병변 없이 정상이었다.

현미경적 소견으로 우측 대뇌반구는 위축과 함께 미만성으로 신경교세포 증식이 관찰되었으며(Fig. 5), 좌측 대뇌 백질내에는 불완전한 신경아세포의 이주에 따른 비

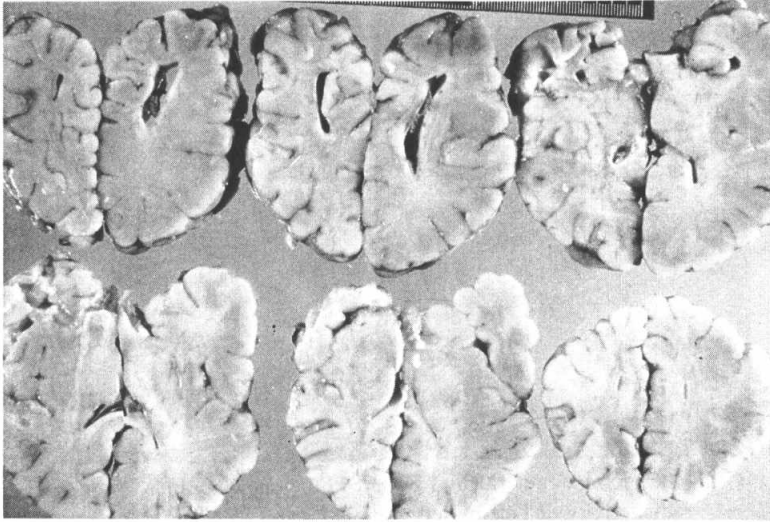


Fig. 4. Gross appearance of brain shows diffuse atrophy of Right cerebral hemisphere.

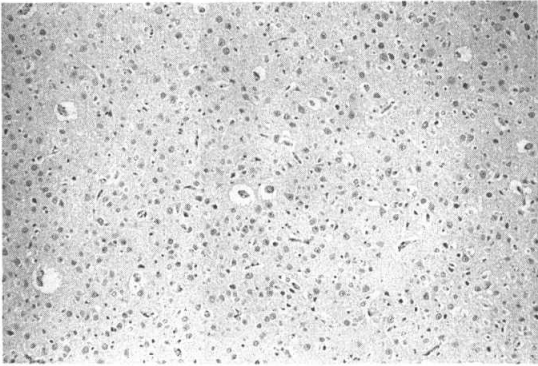


Fig. 5. Microscopic appearance of Right cerebral hemisphere shows diffuse proliferation of glial cells (H&E, $\times 250$).

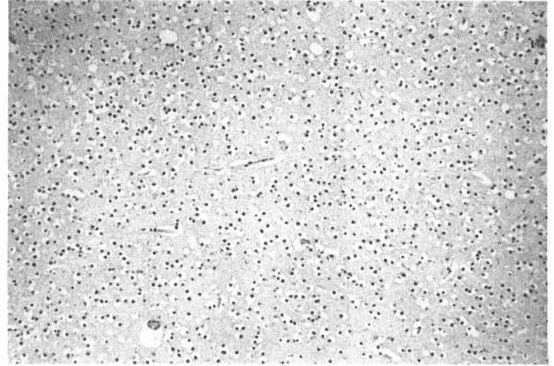


Fig. 6. Microscopic appearance of Left cerebral hemisphere shows abnormal neurons in white matter due to migration failure of neuroblasts (H&E, $\times 250$).

정상 신경세포군들이 관찰되었다(Fig. 6).

치료 및 경과 : 입원시 환아는 신생아 경련 및 패혈증 추정하에 항생제와 항경련제로 phenobarbital과 phenytoin을 정주받아 입원 4일까지는 경련 발작이 없었으나 입원 4일째부터 다시 수초간 눈을 깜박이면서 입맛을 다시는 경련이 계속되고 양 상지에 간대성 경련이 나타나 간질지속 상태에 대한 집중 치료를 시작하였는데, 항경련제로는 phenobarbital과 phenytoin외에 lorazepam을 추가하였으며 dexamethasone과 mannitol도 정주하였다. 간질지속 상태에 대한 집중 치료에도 불

구하고 경련 발작은 계속되었으며 입원 18일째 자의 퇴원하여 퇴원 7일만에 흡인성 폐렴으로 사망하였다.

고 안

뇌전산화단층촬영, 뇌초음파 또는 핵자기 공명법을 이용한 뇌영상법은 뇌의 구조해부학적 병변을 진단하는 데는 유용한 방법이지만 병변 부위는 국소적인 뇌혈류량이나 뇌대사의 측정, 또는 병변이 나타나지 않는 부위의 국소 뇌혈류와 대사를 측정하는 것은 해부학적 구조를

밝히는 것 못지않게 중요한데, 이는 국소 뇌조직의 대사와 세포의 활성도는 그 부위의 뇌혈류량과 직접적으로 연관이 되기 때문이다.

최근 개발된 PET와 SPECT는 뇌의 기능을 영상화(functional brain imaging) 시키는 방법인데 뇌혈류 영상을 얻을 수 있으므로 뇌파검사와 더불어 국소 뇌기능의 장애를 진단하는데 점차 그 중요성이 인정되어¹⁻³⁾, 여러 신경계 질환들에서 국소 뇌혈류의 분석에 유용함이 보고되고 있다.

간질 환자에서 기능적 뇌영상(functional brain imaging)을 얻기 위한 시도는 약물 치료에 잘 반응하지 않는 환자, 특히 초점성 간질 환자에서 간질의 원인 병소(epileptogenic focus)를 찾아 가능한 경우 외과적으로 적절하기 위하여 시작되었는데 특히, 국소적 병변을 잘 찾아내어 성공적으로 병변을 제거한 경우 약 80%의 환자들에서 간질 발작이 소실되거나 약물에 대한 반응이 현저하게 향상된다 하므로⁴⁾ 간질의 원인 병소를 정확하게 찾는 것이 중요하다고 하겠다.

간질의 원인 병소에 뇌혈류나 대사에 이상이 있다는 것은 여러 관찰 및 실험에 의해 입증된 사실로, Penfield 등⁵⁾은 1939년에 간질 발작시 사람에서 국소 뇌혈류량이 증가한다는 사실을 보고하였고, Pulm 등⁶⁾은 동물 실험에서 간질 발작 중에 뇌혈류량이 증가함을 입증하였다. 또한 Ingvar⁷⁾와 Lavy 등⁸⁾은 Xe-133 two dimensional technique을 이용하여 뇌파에 나타난 간질 병소에서 간질 발작시(ictal stage)는 국소 뇌혈류가 증가하였다가 발작간(interictal stage)에는 혈류가 감소하는 것을 측정하였다. 이렇게 간질 발작시 뇌혈류량이 증가하는 이유는 뇌혈관 저항이 감소되거나 동맥압이 증가하기 때문으로 생각되고 있으며, 뇌혈관 저항이 감소하는 이유는 동맥내 이산화탄소 분압이나 신경세포들의 대사산물과 뇌혈관 주위 신경들의 직접조절에 의한다고 생각되고 있다⁹⁻¹¹⁾.

PET가 개발되기 전까지는 간질의 진단 및 분류를 뇌파 검사에 의존하여 전통적으로 scalp, cortical, depth EEG를 시행하였지만 scalp EEG는 종종 간질의 원인 병소를 찾는데 실패하는 경우가 많고, cortical EEG나 depth EEG는 사용할 수 있는 뇌부위가 한정되어 있고 수술적인 부담을 갖는 단점이 있으며, 뇌전산화단층촬영 영이나 핵자기 공명소견도 정상으로 나타나는 경우가 흔하여 간질의 원인을 찾는데 실패하는 경우가 많았다.

초점성 간질 환자에서 간질 발작간(interictal stage)에 PET 소견은 약 70%의 환자에서 뇌파검사 소견과 일치하는 부분에 국소적으로 방사능 축적이 감소되어 뇌대사가 감소된 소견을 보였으며¹²⁾, 간질 발작시(ictal stage)나 간질 발작 직후에는 병소의 방사능 축적은 증가되었고 그 외 부분에서는 방사능 축적이 감소되어 있었다¹³⁾. 이렇게 방사능 축적이 감소된 부분은 간질 발작 후 대사가 억제되기 때문으로 생각되며, 이런 환자들에서 임상 증세 및 뇌파 소견과 PET 소견을 종합하면 간질의 원인 병소를 찾는데 정확성을 높일 수 있다고 보고되었다¹⁴⁾. 이러한 PET 검사법은 현재까지 사용되고 있는 뇌영상법중 간질의 원인 병소를 찾는데 가장 좋지만 PET 장치나 양전자 방출 방사성 동위원소를 생산하기 위한 cyclotron 설치 비용이 막대하여 아직까지는 임상용보다는 연구용으로 많이 쓰이며 현재 우리나라에는 설치되어 있지 않다.

이에 비해 단일광자방출 전산화단층술(SPECT)은 이미 사용하고 있는 회전형 감마 카메라를 이용하므로 PET의 장점을 살리면서 임상에서 비교적 간편하게 사용할 수 있는 이점이 있는데, SPECT용 방사성 의약품으로 과거에 흔히 쓰여진 ¹³³Xe는 반감기가 너무 짧아 간질 발작시에 맞추어 검사를 준비하기가 어렵고, 광전자 에너지가 낮고 영상이 나쁜 단점이 있으며, ¹²³I로 표지된 diamine이나 amine은 ¹²³I의 공급이 어렵고 가격이 비싸 사용에 어려움이 있었다^{15,16)}.

그러나 최근 개발된 ^{99m}Tc로 표지된 Tc-99m HMPAO (Tc-99m hexamethyl propyleneamine oxime)는 2분내에 뇌혈류장벽을 쉽게 통과하며, 뇌순환시 대부분 혈액으로부터 제거되어 확실한 분포가 이루어지고 이차적인 뇌내 분포가 거의 없다고 한다.

또 8-24시간 동안 뇌내에서 일정한 농도를 유지하므로 SPECT 영상을 얻기에 충분한 시간동안 잔류하는 등 여러가지 장점이 있는 것으로 알려져 있다^{14,17,18)}. 하지만 아직 Tc-99m HMPAO의 생체내 분포, 약역학 및 뇌척수에 영향을 주는 인자들을 잘 모르기 때문에 국소 뇌혈류량의 절대량은 알 수가 없어 정상적인 분석만 가능하며, 단지 반대편 뇌와 비교하여 혈류량이 12%이상 차이가 나면 비정상임을 판단할 수 있다고 하였다¹⁹⁾. 그리고 혈액 뇌장벽에 이상이 있거나 비정상적인 뇌상태에서는 약물의 흡수가 변할 수 있으므로 이 경우에도 SPECT가 과연 국소 혈류량을 정확하게 측정할 수 있는

가에 관해서는 논란이 있을 수 있다.

Tc-99m HMPAO SPECT 검사가 간질의 원인 병소를 찾는 능력(localizing power)에 관해서는 간질 발작간에 시행시 뇌파검사나 뇌핵자기 공명법보다 못하다는 보고도 있으나²⁰⁾ 최근 보고에 의하면 PET나 뇌파 검사와 거의 같은 정도로 국소 병변을 찾을 수 있다고 하며, 전산화단층촬영이나 핵자기 공명법보다 우수하다는 보고도 있다^{21~23)}. 또 간질 발작시 시행한 SPECT 검사 결과와 간질 발작간의 검사 결과를 비교해 볼 때 간질 발작시의 SPECT검사 결과가 간질 발작간의 검사 결과보다 우수하게 병소를 찾아낸다는 보고도 있으나, 각 저자들의 보고를 종합한 결과 단지 6%에서 간질 발작시의 검사 결과가 간질 발작간의 검사 결과보다 더 낫다고 보고하였다²⁴⁾. 그러므로 간질 원인 병소를 정확하게 찾기 위해서는 간질 발작시와 발작간에 SPECT 검사를 동시에 실시하여야 하며, 간질 발작간에 방사능 축적이 감소되었던 부분이 간질 발작시에는 방사능 축적이 증가한다면 그 부위가 확실한 간질의 원인 병소임을 보고하였다^{17,28)}. 따라서 Tc-99m HMPAO SPECT 검사는 간질 발작시 비교적 용이하게 시행할 수 있으며, 간질의 원인 병소를 안전하고 간단하게 찾을 수 있는 임상 검사법이라 생각되고 있다.

한편 이러한 뇌의 기능적 영상법에 대한 연구(PET, SPECT)는 주로 성인을 대상으로 이루어졌으며 소아 간질 환자에서는 성인에서 만큼 아직 활발히 연구가 진행되고 있지 않은 상태이다. 소아 간질의 원인은 매우 다양하며 임상증세와 뇌파 소견 또는 방사선학적인 소견이 서로 일치하지 않는 경우가 많고 임상 경과도 예측하기 어려운 경우가 많아, 기능적 뇌영상법(functional brain imaging)을 이용하며 소아 간질 환자의 뇌 대사나 뇌혈류 변화를 알 수 있다면 소아 간질의 임상 경과를 이해하고 간질의 분류 및 치료에 많은 도움이 될 수 있을 것으로 생각된다.

소아에서 PET를 이용한 연구로는 간질 발작이 잘 조절되지 않는 Lennox-Gastaut syndrome 환아를 대상으로 한 보고가 많은데, Chugani 등²⁹⁾에 의하면 이 환아들은 전반적인 양측성의 뇌대사 장애를 나타내는 경우가 많았으며 이는 광범위한 뇌장애를 의미하여 예후가 불량하다고 하였다. Theodore 등³⁰⁾도 뇌전산화 단층촬영 영상 정상 소견을 보이는 Lennox-Gastaut syndrome 환아에서 PET를 이용하여 전반적으로 뇌대사 장애가

있음을 보고 하였으며, 이 환아들에서 나타나는 정신 신경학적 장애가 뇌대사 장애와 밀접한 관계가 있다고 하였다. 또 Chugan 등³¹⁾은 조절되지 않는 신생아 경련 환아를 외과적으로 치료하기 위해 PET를 시행하였는데, 뇌파검사, 전산화 단층촬영이나 핵자기 공명 영상법보다 더 나은 결과를 얻을 수 있었으며 간질 병소가 아닌 다른 부위의 뇌 기능도 알 수 있다고 보고하였다.

본 증례는 약물치료로 잘 조절되지 않는 신생아 경련을 보인 환아로서 뇌파검사상에서 좌측 뇌반구에서 간질파가 출현하였고 뇌전산화 단층촬영상에서는 좌반구는 비교적 정상으로 보이고 우측 뇌반구가 전반적으로 위축되어 있는 소견을 보여 두 검사만으로는 간질의 병소를 알 수 없어 간질의 원인 병소를 찾고자 Tc-99m HMPAO SPECT를 시행하였다. SPECT상에서 우측 뇌반구는 간질발작시나 발작간에 전반적으로 뇌혈류량이 감소되어 있어 뇌기능이 떨어져 있음을 알 수 있었고 간질 병소가 있다고 보기는 어려웠으며, 좌측 뇌반구의 측후두엽에 간질발작시 혈류량이 증가하였다가 간질발작간에 혈류량이 감소하는 병소가 있어 이 부분이 간질이 원인으로 생각되어졌고 이는 뇌파 소견과도 일치한다고 볼 수 있으며 부검 소견도 좌측 대뇌 피질에 비정상 신경세포들이 관찰되어 뇌파검사, Tc-99m HMPAO SPECT, 부검 소견을 종합해 볼 때 좌측 측후두엽이 간질의 원인 병소라고 보는 것이 타당하다고 생각되었다.

앞으로는 신생아 및 소아를 대상으로한 뇌기능 영상법에 대한 연구가 많이 진행되어야 할 것으로 생각되며, 특히 Tc-99m HMPAO SPECT는 임상에서 쉽게 사용할 수 있어 약물치료가 잘 안되는 소아 간질 환자의 진단 및 치료에 유용하게 사용될 수 있고 신생아 뇌질환 연구에도 많은 도움이 될 것으로 생각된다.

결 론

저자들은 심한 경련을 보이는 신생아에서 Tc-99m HMPAO SPECT를 시행하여 간질 발작시와 발작간에 방사능 축적이 증가하였다가 감소되는 간질의 원인 병소를 확인할 수 있었으며, 뇌파 검사 및 부검 소견상 병소 부위가 일치되는 환아 1례를 경험하였기에 문헌고찰과 함께 보고하는 바이다.

참 고 문 헌

- 1) Engel J, Kuhl DE, Phelps ME, Crandall PH: *Comparative localization of epileptic foci in partial epilepsy foci in partial epilepsy by PET and EEG. Ann Neurol 12:529-537, 1982*
- 2) Kuhl DE, Barrio JR, Huang S-Ch: *Quantifying local cerebral flow by N-isopropyl-(123-I) iodamphetamine (IMP) tomography. J Nucl Med 12:12-196, 1982*
- 3) Winchell HS, Baldwin RM, Lin TH: *Development of I-123 labeled amines for brain studies: localization of I-123 iodophenylalkyl amines in rat brain. J Nucl Med 21:940-946, 1986*
- 4) Rasmussen TB: *Surgical treatment of complex partial seizures: Results, lessons, and problems. Epilepsia 24:S65-S76, 1983 (Suppl 1)*
- 5) Penfield W, Von Santha K, Ciprini A: *Cerebral blood flow during induced epileptiform seizures in animals and man. J Neurophysiol 2:257-267, 1939*
- 6) Plum F, Posner JB, Troy B: *Cerebral metabolic and circulatory responses to induced convulsion in animals. Arch Neurol 18:1-13, 1968*
- 7) Ingvar DH: *Regional cerebral blood flow in focal cortical epilepsy. Stroke 4:359-360, 1973*
- 8) Lavy S, Melamed E, Portnoy Z, Portnoy Z, Carmon A: *International regional cerebral blood flow in patients with partial seizures. Neurology 26:418-422, 1976*
- 9) Brodersen P, Paulson OB, Bowlwig TG, Rogon ZE, Rafaelsen OJ, Lassen NA: *Cerebral hyperemia in electrically induced epileptic seizures. Arch Neurol 28:334-338, 1973*
- 10) Lou HC, Edvinsson L, Mackenzie ET: *The concept of coupling blood flow to brain function: revision required. Ann Neurol 22:289-297, 1987*
- 11) Ponte J, Purves MJ: *The role of the carotid body chemoreceptors and carotid sinus baroreceptors in control of cerebral blood vessels. J physiol 238:315-340, 1974*
- 12) Engel J Jr. Kuhl DE, Phelps ME, Crandall PH: *Comparative localization of epileptic foci in partial epilepsy by ECT and EEG. Ann Neurol 12:529-537, 1982*
- 13) Engel J Jr. Kuhl DE, Phelps ME, Rauch R, Nuwer M: *Local cerebral metabolism during partial seizures. Neurology 33:400-413, 1983*
- 14) Engelstad BL, Laxer KD, Levin HS, Huberty JP, White DW: *Comparative sensitivity for localization of seizure foci. J Nucl Med 29:913. (Abstract). 1983*
- 15) Hammersley PAG, McCready VR, Babich JW, Coghlan G: *99mTc-HMPAO as a tumor blood flow agent. Eur J Nucl 13:90-94, 1987*
- 16) Sharp PF, Smith FW, Gemmelle HG, Lyall D, Evans NTS, Gvozdanovic D, Davidson J, Tyrrell DA, Pickett RD, Neirinckx RD: *Technetium-99m-HMPAO stereoisomers as potential agents for imaging regional cerebral blood flow: human volunteer studies. J Nucl Med 27:171-177, 1986*
- 17) Sokoloff L: *The relationships between function and energy metabolism: its use in the localization of functional activity in the nervous system. Neurosci Res Program Bull 19:159-210, 1981*
- 18) Leonard JP, Nowotnik DP, Neirinckx RD: *Technetium-99m-d, 1-HM-PAO: A new radiopharmaceutical for imaging regional brain perfusion using SPECT—a comparison with Iodine-123 HIPIM. J Nucl Med 27:1819-1823, 1986*
- 19) Podreka I, Suess E, Goldenberg G, Steiner M, Brucke T, Muller Ch, Lang W, Neirinckx RD, Deecke L: *Initial experience with Technetium-99m-HM-PAO brain SPECT. J Nucl Med 28:1657-1666, 1987*
- 20) Stefan H, Pawlik G, Bocher-Schwarz HG, Biersack HJ, Burr W, Penin H, Heiss WD: *Functional and morphological abnormalities in temporal lobe epilepsy: A comparison of interictal and ictal EEG, CT, MRI, SPECT and PET. J Neurol 2334:377-384, 1983*
- 21) Stefan H, Kuhnen C, Bierack HJ, et al: *Initial experience with 99m Tc-examethyl-propylene amin oxime (MH-PAO) single photon emission computed tomography (SPECT) in patients with focal epilepsy. Epilepsy 138, 1987*
- 22) Anderson AR, Gram L, Kjaer L, et al: *SPECT in partial epilepsy: Identifying side of focus. Acta Neurol Scan 117:90-95, 1988 (Suppl)*
- 23) Rowe CC, Berkovic SF, Soa STB: *Localization of epileptic foci with postictal single photon emission computed tomography. Ann Neurol 24:660-668, 1989*
- 24) Michael D, Devous SR, Robert FL, Richard WH: *Single photon emission computed tomography in epilepsy. Semin Nucl Med 20:325-341, 1990*
- 25) 이성수, 이명혜, 김원천, 최일생, 정태섭, 지재근 : *만성뇌염과 간질 증후군 환아에 있어서의 HM-PAO*

- SPECT* 뇌주사소견. *대한신경과학회지* 6:254-260, 1988
- 26) 이명철, 이명혜 고창준, 노재규, 명호진, 이선호, 한대희: 뇌혈관질환에서 ^{99m}Tc -HMPAO SPECT를 이용한 국소뇌혈류의 정량적 분석. *대한핵의학회지* 22: 15-19
- 27) 노재규, 김재우, 이상복, 명호진, 이명철, 이명혜, 고창준: 여러 신경계질환들에서 Tc-99m -HMPAO를 이용한 SPECT의 분석. *대한의학협회지* 32:199-209
- 28) Lee BI, Markland ON, Wellman HN, Siddiqui AR, Park HM, Mock B, Worth RM, Edwards MK, Krepshaw J: *HIPDM-SPECT in patients with medically intractable complex partial seizures: Ictal study.* *Arch Neurol* 45:397-402
- 29) Chugani HT, Mazziotta JC, Engel J Jr, Phelps ME: *The Lennox-Gastaut syndrome: Metabolic subtypes determined by 2-deoxy-2 (18F) fluro-D-glucose positron emission tomography.* *Ann Neurol* 21:4-13, 1987
- 30) Theodore WH, Rose D, Patronas N, Sato S, Holmes M, Bairamian D, Porter RJ, Chiro GD, Larson S, Fishbein D: *Cerebral glucose metabolism in the Lennox-gastaut syndrome.* *Ann Neurol* 21:14-21, 1987
- 31) Chugani HT, Shewmon DA, Peacock WJ, Shields WD, Mazziotta JC, Phelps ME: *Surgical treatment of intractable neonatal-onset seiatures: The role of positron emission tomography.* *Neurology* 38:1178-1188, 1988

— Abstract —

Tc-99m HMPAO Brain SPECT in a Patient with Neonatal Seizure and Right Cerebral Hemiatrophy

**Hye Young Kang, M.D., Kook In Park, M.D., Ran Namgung, M.D., Chul Lee, M.D.
Chang Jun Coe, M.D. and Dong Gwan Han, M.D.**

Department of Pediatrics, College of Medicine, Yonsei University, Seoul, Korea

Tae Sub Chung, M.D.

Department of Diagnostic Radiology

Woo Hee Jung, M.D.

Department of Pathology

Functional brain imaging is very important in the diagnosis and evaluation of the various neurologic disorders. In addition to electroencephalography (EEG) and positron emission tomography (PET), single photon emission computed tomography (SPECT) have increasingly gained importance in determination of disturbances in regional brain functions.

Both ictal and interictal Tc-99m hexamethyl-propyleneamine oxime single photon emission computed tomography (Tc-99m HMPAO SPECT) was done in a patient with the neonatal seizure and right cerebral hemiatrophy. The left parieto-occipital area revealed increased radioactivity during ictal stage and decreased radioactivities during interictal stage on Tc-99m HMPAO Brain SPECT. This brain area was thought to be a epileptogenic focus.

Ictal and interictal Tc-99m HMPAO brain SPECT could be a safe and sensitive diagnostic method in localization of epileptogenic foci.

Key Words:

Functional brain imaging, Tc-99m HMPAO brain SPECT, Epileptogenic focus