

경미한 급성 두부외상환자에서 SPECT, q-EEG 및 CT의 비교

국립경찰병원 내과, 신경외과*, 신경정신과**

이석호·김진석·문희승·이승구·김소연·김영중
박병익·이권전·김갑득*·김호정*·조경형**·설현욱**

= Abstract =

A Comparative Study of SPECT, q-EEG and CT in Patients with Mild, Acute Head Trauma

Suk Ho Lee, M.D., Jin Seok Kim, M.D., Hee Seung Moon, M.D., Sung Ku Lee, M.D.

Soyon Kim, M.D., Young Jung Kim, M.D., Byung Yik Park, M.D., Gwon Jeon Lee, M.D.

Kap Deuk Kim, M.D.,* Ho Joeng Kim, M.D.,* Kyeung Hyeung Cho, M.D.** and Hyun Uk Seol, M.D.**

Department of Internal Medicine, Neurosurgery, Neuropsychiatry,***

National Police Hospital, Seoul, Korea

Functional cerebral impairments have been verified objectively by brain SPECT and q-EEG (quantitative electroencephalography). Microcerebral circulatory defects without anatomical changes cannot be detected by the brain CT or MRI.

Brain SPECT using ^{99m}Tc-HMPAO (Hexamethyl propyleneamine oxime) as a key radioisotope may be accepted as the useful method for identifying functional cerebral impairments. We studied 25 patients with mild head trauma to define whether the SPECT was helpful in detecting cerebral impairment. Results were as follows: The SPECT was positive in 23 patients out of 25, q-EEG positive in 16 patients and brain CT was positive in 3 cases. SPECT and q-EEG were more sensitive than CT. SPECT would be more useful method than brain CT to investigate cerebral function after head injury.

Key Words: Head trauma and brain SPECT

서 론

뇌전산화단층촬영(Brain CT) 및 뇌자기공명영상(Brain MRI)은 해부학적 구조변화를 동반한 두부외상환자에서, 뇌혈관질환의 진단 및 경과관찰에 크게 기여하고 있으나, 해부학적 구조변화를 동반하지 않는 경미한 두부외상환자에서는 국소 뇌혈류의 분포양상 및 국소 기능상태를 파악하기가 어렵다. 이에 반하여 ^{99m}Tc-HMPAO(hexamethyl propyleneamine oxime)을 이용한 뇌단일광자방출 전산화단층촬영(brain SPECT)이나 q-EEG(quantitative electroencephalography)는

해부학적 구조변화를 동반한 병변뿐만 아니라 해부학적 변화가 없는 미세한 뇌혈류변화 및 기능학적 장애에 의한 병변도 나타나므로¹⁾, brain CT나 MRI에 나타나지 않는 기능적 뇌병변의 진단에 도움이 되고 있다. 특히 ^{99m}Tc-HMPAO는 뇌에서의 흡수도가 높고 뇌에서 장시간 고정된 고른 분포를 유지할 수 있으며, 종래의 감마카메라를 이용할 수 있어 그 사용이 편리하다²⁾.

한편 이제까지 쓰이던 paper EEG를 대신해서 최근 많이 쓰이기 시작한 q-EEG는 두부의 외상후 병소 부위에서 관찰되어지는 서파(slow wave: delta & theta wave)를 정량화하여 서파가 나타나는 위치를 국소적으로 다양한 색상으로 가시화하여 해부학적 손상에 의한

것 뿐만 아니라 일시적인 국소적 뇌혈류의 장애를 진단 및 추적 관찰할 수 있다³⁻⁶⁾.

이에 저자들은 해부학적 구조변화를 보이지 않는 경미한 급성 두부외상 환자에서 brain CT, brain SPECT 및 q-EEG를 시행하여 그 민감도를 비교해 보았다.

대상 및 방법

1. 대 상

1991년 2월부터 1992년 5월까지, 두부외상을 받은 후 국립경찰병원에 내원하여 7일 이내에 brain CT, SPECT, 및 q-EEG를 시행할 수 있었던 25명을 대상으로 하였고, 응급수술이나 활력징후가 매우 불량하여 중환자실에 입원이 필요한 경우는 대상에서 제외하였다. 성별 분포는 남자가 24명, 여자가 1명이었고, 평균 연령은 22세이었다. 외상의 종류는 각목이나 돌에 의한 것이 18예로 가장 많았으며, 5예는 낙상, 2예는 교통사고에 의한 외상이었다. 환자군에서는 두부외상의 손상정도에 따라 착란만 있을때를 1도, 착란과 진망증이 동시에 있을 때를 2도, 의식 장애와 이학적 검사상 신경학적 결손이 있을 때를 3도 장애로 분류하였다. 두부외상의 기왕력이 없고 혈액학적 검사, 감작성 검사, 매독반응 검사 및 Brain CT에서 정상이고, 내과적 신경정신과적으로 이상소견이 없었던 12명을 정상 대조군으로 하여 이를 비교하였다.

2. 방 법

SPECT은 동결 건조된 HMPAO 키트(Ceretec®, Amersham)에 ^{99m}TcO₄⁻를 표지한 후 15mCi의 ^{99m}Tc-HMPAO를 정맥 주사하고 조용한 방에서 환자의 눈을 가린 상태로 촬영하였다. 저에너지용 고분해능 콜리메이터가 장착된 회전형 감마 카메라(Siemens, Orbiter 75 series)를 360도 회전하면서 64×64 matrix로 64개의 영상을 얻어 computer (microDelta, VAX)에 수록한 다음, Butterworth filter (Nyquist frequency 0.4, order 7.0)로 단층 영상을 재구성하여 뇌실상 단면에 8개, 중뇌실 표면에 10개의 관심영역에서 4×4 pixel크기의 평균 섭취율을 구하였다. 이때 정상 대조군과 비교하여 2표준편차 이상의 감소 또는 증가가 있으면서 최우상도 영역이 12% 이상 차이가 있을 때 의의가 있는 것으로 판정하였다(Fig. 1).

q-EEG는 10~20 system 방법에 의해 분극을 두피에 배치하여 컴퓨터로 재구성하여, delta & theta wave의 mapping을 중뇌실 횡단면에서 얻어서 Bio-logic의 Brain Atlas III 모델을 이용하여 관심영역을 정하고, 약 20초간의 FFT (fast fourier transformation) data를 구하였다. 이 자료로 Bio-logic의 정상수치와 비교해서 delta와 theta wave의 표준편차를 구하여 2 표준편차 이상시 의의를 두었다(Fig. 2).

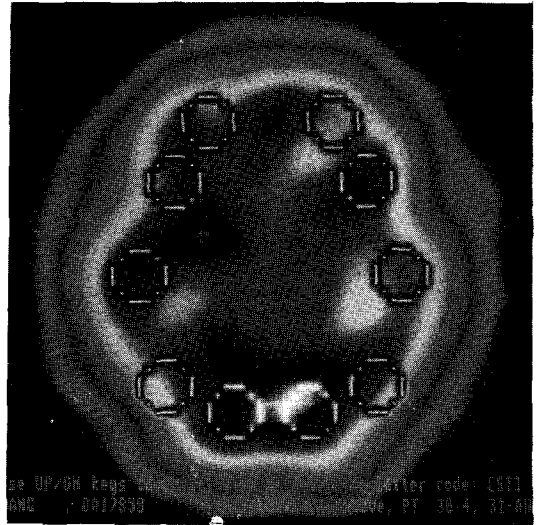


Fig. 1. SPECT showing perfusion defect at left temporal cortex on mid ventricular plane.

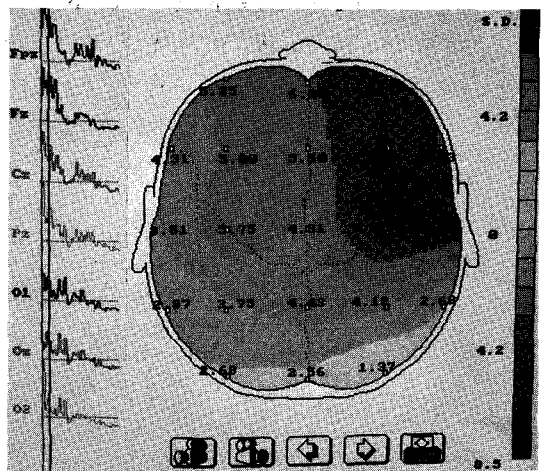


Fig. 2. q-EEG showing theta & delta wave (> 2 S.D.) at both frontal areas & right temporoparietal area.

관찰 성적

- 1) SPECT상 정상대조군에서 좌우 반구의 ^{99m}Tc-HMPAO의 섭취율의 차이는 2%를 넘지 않았다.
- 2) 두부의상의 정도에 따른 SPECT, CT 및 q-EEG 검사의 결과는 CT의 경우 3도 두부의상환자에서만 병소가 보였고, SPECT의 경우는 1도에서는 13명중 11명에서 병소가 보였으며, 2도 및 3도의 경우는 각각 8명 및 4명 모두에서 병소가 보였다. 한편 15예에서는 SPECT 및 q-EEG 모두에서 병소가 관찰되었다(Table 1).
- 3) 3예(경막하 출혈 1예, 지주막하 출혈 1예 및 두개골 골절 1예)에서만 CT에서 병소가 관찰되었고, 이들은 모두 SPECT에서 병소가 나타났고, CT에서 병소가 안보였던 22명중 20명은 SPECT에서 병소가 관찰되었

Table 1. Diagnostic Efficacy of SPECT, CT and q-EEG in Patients with Mild Head Trauma Classified According to the Grade of Trauma

Grade of Trauma	Number of Patients	SPECT	CT	q-EEG	SPECT & q-EEG
I	13	11	0	5	4
II	8	8	0	7	7
III	4	4	3	4	4
Total	25	23	3	16	15

Table 2. Comparison of SPECT with CT Findings

	SPECT (+)	SPECT (-)	TOTAL
CT(+)	3	0	3
CT (-)	20	2	22
TOTAL	23	2	25

Table 3. Analysis of SPECT and q-EEG in 22 Patients with Negative CT Findings

	q-EEG (+)	q-EEG (-)	TOTAL
SPECT (+)	12	8	20
SPECT (-)	1	1	2
TOTAL	13	9	22

다(Table 2).

- 4) CT에서 병소가 안보였던 22예 중 q-EEG와 SPECT에서 모두 병소가 보였던 경우는 12예이었고, q-EEG에서만 병소가 보였던 경우는 1예이었으며, SPECT에서만 병소가 보였던 예는 8예이었고, q-EEG 및 SPECT에서 모두 병소가 관찰되지 않았던 경우는 1예이었다(Table 3).

고 찰

정상인에서의 평균 뇌회백질 혈류량은 약 72±12 ml/min/100 g, 평균 뇌수질 혈류량은 20~30 ml/min/100 g이며, 두정엽과 시각중추피질에서 혈류량이 가장 많고, 전두엽과 두정엽을 제외하면 전반적으로 우반구가 좌반구보다 뇌혈류량이 약간 높으며 문등⁷⁾은 그 차이가 11%를 넘지 않는다 하였다. 저자들의 경우는 정상 대조군 12명에서 좌우 반구의 차이는 2%를 넘지 않았다. 국소 뇌혈류량은 연령, 성별 및 주위 환경에 의한 영향을 많이 받기 때문에 SPECT을 하는 경우에는 일정한 상태를 유지하여야 한다^{8,9)}.

임상에서는 이학적 검사나 신경학적 검사상 특이한 증후가 없이, 기억력 감퇴, 두통, 구역, 소화불량, 불면, 무력증 등 환자의 주관적인 증상을 호소하는 두부의상환자를 흔히 볼 수 있다. 이러한 경우에는 CT나 MRI상 정상소견으로 나오는 경우가 많으며¹⁰⁾, 이를 객관적으로 뒷받침해 줄만한 검사가 미흡했던 것이 사실이다. 그러나 최근 SPECT을 이용하여 뇌미세혈관 순환장애가 있거나, CT 혹은 MRI에서 발견할 수 없었던 기능적 뇌병변만이 있는 경우도 진단할 수 있게 되었으며, SPECT은 미세한 뇌관류의 감소에 의해서 생기는 증상에 대한 객관적인 검사방법으로 알려져 있다^{11,12)}.

두개골보다 뇌실질은 경성(rigidity)이 적어서 회전력(rotation force)이 가해질 때 뒤쳐져 축신장(stretching force)을 받아 실질내 신경섬유가 손상받게 된다. 국소적인 혈류변화를 초래하는 뇌실질의 변화는 전단력(shearing force)이 더해져서 회백질 경계부에 전단손상을 야기시켜 발생된다⁹⁾. 이러한 국소적 뇌혈류의 변화는 CT나 MRI로는 알 수 없으며, ^{99m}Tc-HMPAO를 이용한 SPECT으로 진단할 수 있다. HMPAO는 ^{99m}Tc-pertechnetate와 결합하여 수용성 치환물을 형성하고, 빠르게 뇌실질 내에 흡수되고, 약한 지용성 화합물

로 빠르게 전환되며, 뇌에서 재분포를 하지 않고, 최대 흡수량의 약 88.1%가 첫 8시간 동안 뇌실질 내에서 일정한 활성도를 유지하며 정체하게 된다¹³⁻¹⁶.

두부의상 후 미세뇌혈관 손상이 발생하면 뇌혈류가 감소되어 SPECT에서 광자 결손(photon defects)의 형태로 나타난다. 허혈성 뇌경색증환자에서 CT는 24~48 시간까지는 그 진단적 효과를 기대하기 힘들고 심지어 약 20%에서는 CT상 진단이 어렵다고 알려졌다. 그러나 SPECT는 CT보다도 더 조기에 이상 소견을 나타낸다고 하였고 SPECT를 이용한 추적 검사에 의하여 병변을 가진 환자의 회복 또는 악화 가능성을 예견할 수 있다고 하였다¹¹). 저자들의 예에서는 경미한 두부손상 환자 경우에서 SPECT의 경우는 25명중 23명에서 병소가 나타났고, CT는 3명에서만 이상소견을 보였다. 특히 두부손상 정도가 3도인 3명에서만 CT에서 이상소견을 보였고, SPECT은 그보다 약한 1도 및 2도 두부손상 21명중 19명에서 이상소견을 보였다.

q-EEG는 보통 EEG와는 달리 두부의 횡단면 상에서 여러가지 원하는 뇌파를 정량화하여 나타나는 위치를 국소적으로 가시화 시켜 주어 병변의 위치를 이차원적 평면에서 나타내어 준다. 두부의상 후 나타나는 q-EEG의 특징은 뇌파 진폭의 감소 및 병소 부위의 서파의 출현이다⁴⁻⁶). 본 논문에서는 CT에서 이상소견을 보였던 3예(경막하 출혈 1예, 지주막하출혈 1예 및 두개골 골절 1예)에서는 모두 q-EEG에서 이상소견을 보였으며, CT에서 이상소견이 없고 두부손상 정도가 보다 약한 1도 및 2도인 21명중 12명에서 q-EEG에서 이상소견을 보여, CT보다 q-EEG가 예민한 검사로 생각된다.

이상의 소견으로 SPECT 및 q-EEG는 경미한 급성 뇌손상시, 미세 뇌혈관의 손상에 의한 국소적 국소적 뇌혈류량의 감소로 인한 기능적 뇌병변의 발생을 진단할 수 있는 좋은 검사법으로, q-EEG나 SPECT는 CT보다 훨씬 민감도가 높을 것으로 사료된다.

결 론

1991년 12월부터 1992년 5월까지 두부의상을 받아 본원에 내원한 25명을 대상으로 SPECT, CT 및 q-EEG를 실시하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1) 정상 대조군에서는 좌우 반구별 ^{99m}Tc-HMPAO섭취율 차이는 2%를 넘지않았다.

- 2) 두부의상이 심할수록 SPECT 양성율은 높았다.
- 3) 두부의상시 CT상 음성이더라도, SPECT에서는 높은 양성율을 보였다.
- 4) SPECT와 q-EEG 결과는 비슷한 양성율을 보였다.

이상의 결과에서 해부학적 구조변화를 보이지 않는 경미한 급성 두부손상에서 SPECT가 유용성이 높음을 알 수 있었다.

REFERENCES

- 1) 이명철, 이명혜, 고창순, 노재규, 명호진, 이선호, 한대회: 뇌혈관질환에서 ^{99m}Tc-HMPAO SPECT를 이용한 국소뇌혈류의 정량적 분석. 大韓核醫學會誌 22(1):15, 1988
- 2) 김미강, 박초혜, 이경환, 최철순, 강익원, 윤종섭: 두부의상에서의 ^{99m}Tc-HMPAO SPECT 소견: 뇌 CT와의 비교. 대한방사선의학회지 26:664, 1990
- 3) R, Spehlmann: EEG Primer, 1981
- 4) Gloor P, Baaa B, Schal N: Brain lesions that produce delta waves in the EEG. Neurol 27:326, 1977
- 5) Takasaki K, Uetauhara K, Asakura T: A comparative study on topographic EEG and CT in patients with supratentorial tumors. in Clinical Topographic EEG and Evoked Potential Sindan-To-Chiryu Co, Tokyo, 1986
- 6) K Mauter: Topographic Brain Mapping of EEG and Evoked Potentials, 1989
- 7) 문대혁, 이범우, 이경환, 최윤호, 정준기, 이명철, 고창순, 윤병우, 이남수, 노재규, 명호진, 궁성수: ^{99m}Tc-HMPAO SPECT를 이용한 정상인 국소뇌혈류의 정량적 분석. 대한핵의학지 23(2):155, 1989
- 8) 설현옥, 김용식, 이정균: 單一光子放出電算和斷層撮影을 이용한 主要 정신병에서의 局所 腦血流變化에 對한 研究. 精神醫學 16(2):126, 1991
- 9) Lamoureux G, Dupont RM, Ashburn WM, et al: CORT-EX: a program for quantitative analysis of brain SPECT data. J Nucl Med 31:1862, 1990
- 10) Risberg J, Ingvar DH: Regional changes in the cerebral blood volume during mental activity. Exp Brain Res 7:72, 1968
- 11) 박석진, 이명철, 고창순: 뇌스캔 및 뇌조조영술. 핵의학. pp 214-232, 1992
- 12) 정진일, 정태섭, 서정호, 김동익, 이종두, 박창윤, 김영수: 만성 두부의상 환자에서 ^{99m}Tc-HMPAO Brain SPECT의 임상적 유용성. 大韓核醫學會誌 26(1):26,

1992

- 13) 황형식, 심영보, 송준호, 박용기, 조맹기, 오세문, 최선길, 강성구 : 두부의상 환자에 대한 SPECT 검사의 임상적 의의. 대한신경외과학회지 18:716, 1989
- 14) 김상은, 이동수, 정준기, 이명철, 고창순, 조수철, 홍승봉, 윤병우, 노재규, 명호진 : $^{99m}\text{Tc-HMPAO}$ SPECT를 이용한 어린이 국소뇌혈류의 정량적 분석 : 정략적 지표들의 참고값 및 연령에 따른 변화. 大韓核醫學會誌 25(1):6, 1991
- 15) Sharp PF, Smith FW, Gemmell HG, Lyall D, Evans NTS, Gvozdanovic D, Davidson J, Tyrrell DA, Pickett RD, Neirinckx RD: *Technetium-99m HM-PAO Stereoisomers as Potential Agents for Imaging Regional Cerebral Blood Flow Human Volunteer Studies. J Nucl Med 27:171, 1986*
- 16) Murase K, Tanada S, Fufita H, et al: *A Kinetic behavior of $\text{Tc}^{99m}\text{-HMPAO}$ in the human brain and quantification of cerebral blood flow using dynamic SPECT. J Nucl Med 33:135, 1992*