대한응급의학회지 제 14 권 제 4 호
Volume 14, Number 4, October, 2003

열공성 뇌졸중 환자에서 열공성 증후군 분류의 의의 및 확산강조영상의 유용성

충남대학교병원 응급의학과

유 승 · 김 훈 · 박정수 · 정성필 · 김승환 · 유인술

Availability of Classification of Lacunar Syndrome and Diffusion-weighed MR Imaging in Lacunar Stroke

Seung Ryu, M.D., Hoon Kim, M.D., Jeong Su Park, M.D., Sung Pil Chung, M.D., Seung Whan Kim, M.D., In Sool Yoo, M.D.

Purpose: This study was performed to evaluate the availability of classification of lacunar syndrome and of diffusion-weighted MRI as initial diagnostic tools for patients with lacunar syndrome.

Methods: From January 1 to October 31, 2001, we prospectively studied patients presenting with lacunar syndrome. All patients were scanned using diffusion-weighted MRI and were then classified into categories based on the diagnosis pure motor stroke and ataxic hemiparesis, sensory motor stroke, pure sensory stroke, dysarthria-clumsy hand syndrome, and others.

Results: The total number of patents was 72 ; 60 cases of lacunar infarcts and 12 cases of lacunar hemorrhage. There were 42 cases of pure motor stroke and ataxic hemiparesis, 17 cases of sensory motor stroke, 8 cases of dysarthria-clumsy hand syndrome, 3 cases of pure sensory stroke, 2 cases of others. Lacunar syndrome can be caused by lesions in a variety of locations, and specific location can cause a variety of lacunar syndromes. With diffusion-weighted MRI, lacunar syndromes were visible in 91.7% of the patients (66/72) and lacunar infarcts were visible in 90% (54/60). The mean size of the lacunar infarcts was 11.90±5.04 mm and the mean volume of lacunar hemorrhages was 4.70±2.08 ml.

Conclusion: This study showed that the classification of lacunar syndrome was of little benefit in the diagnosis and treatment of a lacunar infarct. Diffusion-weighted MRI, however, was a good initial diagnostic tool in cases of lacunar infarcts. An additional study of the availability of diffusion-weighted MRI for use in cases of hemorrhagic lesions is needed.

Key Words: Diffusion,infarction, Magnetic resonance imaging

Department of Emergency Medicine, Chungnam National University Hospital, Daejeon, Korea

서 론

열공성 뇌졸중 (lacunar stroke)은 연구결과에 따라 차이가 있지만 전체 뇌졸중의 약 20~28% 정도를 차지하고 있다[1-3]. 또한 열공성 뇌졸중은 임상양상에 따라 여러 증후군들로 구분되는데 Fisher 등[4-8]은 대표적인 5가지 증후군으로 pure motor stroke (PMS), sensorimotor stroke (SMS), ataxic hemiparesis (AH), dysarthria-clumsy hand syndrome (DCH), pure sensory stroke (PSS)로 분류하였다.

과거에 열공성 뇌경색을 포함한 뇌경색의 진단은 대부분 임상양상에 의해 이루어졌다. 우선 전산화단층촬영 (CT)에서는 출혈성 병변을 확인하는데는 도움이 되었지만 경색성 병변의 위치를 확인하는 것은 힘들었고 설사 보이더라도 시간이 많이 경과하여야 하고 병변의 크기도 비교적 큰 것이어야 했다. 자기공명영상 (MRI)의 도입이 있은 이후에도 기존의 고식적인 MRI는 시행하는데 많은 시간이 필요하고 급성기의 병변은 확인되지 않는 경우가 많기 때문에 급성기의 병변을 확인하는 데는 한계가 있었다. 이에 영상에 의존한 진단보다는 임상양상에 따른 진단이 이루어져왔고 이에 따른 증후군을 분류하여 치료를 시행하였다.

그러나 최근에는 확산강조영상 (diffusion-weighted Imaging : DWI)이라는 MRI의 영상기법이 개발되면서

책임저자: 유 인 술
대전시 중구 대사동 640번지
충남대학교병원 응급의학과
Tel: 042) 259-8081, Fax: 042) 259-8052
E-mail: mdinsool@cnuh.co.kr

접수일: 2003년 6월 30일, 게재승인일: 2003년 8월 12일

* 학술대회 발표: 2003년 대한응급의학회 춘계학술대회 자유연제 발표.

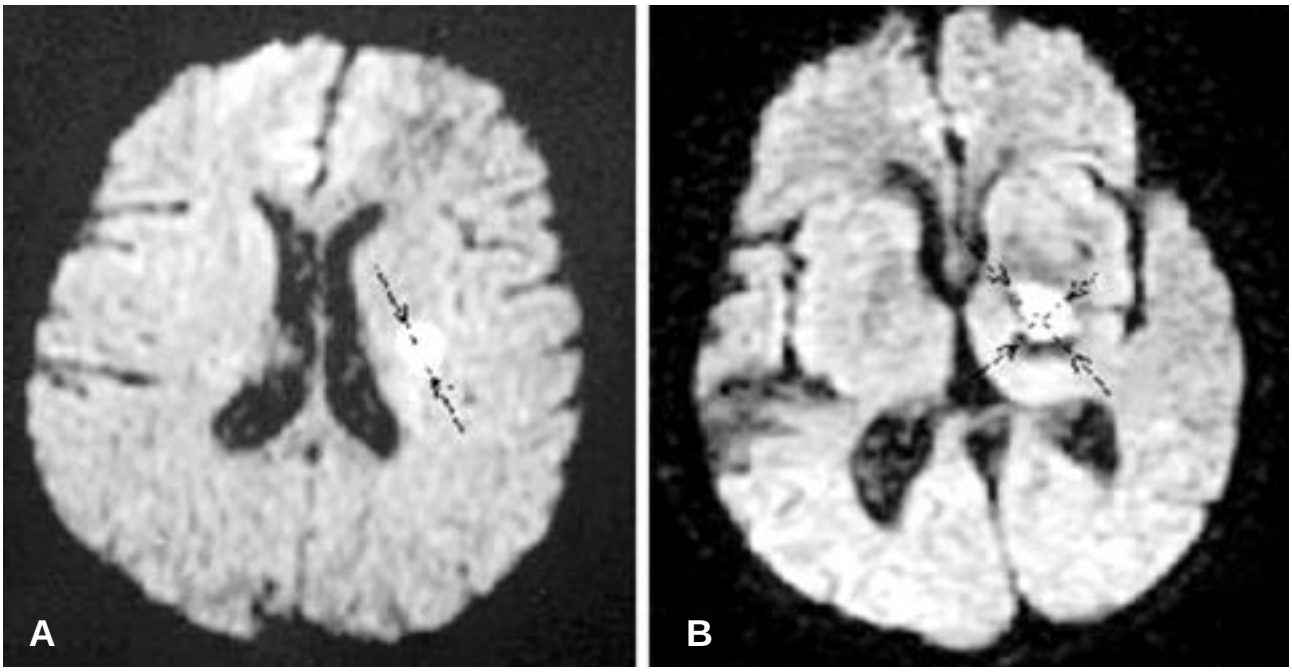

Fig. 1. Measurement of the lacunar infarct and hemorrhage size
A. Infarct : long axis (arrow)
B. Hemorrhage : long axis and short axis (arrow)

급성기 뿐 아니라 초급성기의 병변이 영상화되어 그 위치 및 크기를 확인하고 시간 경과에 따른 병변의 변화도 알 수 있게 되었다. 특히 열공성 뇌경색과 같이 병변의 크기가 작은 병변에 대한 민감도와 특이도도 역시 높은 것으로 나타난다. 또한 여러 연구에 따르면 DWI는 경색성 병변과 출혈성 병변의 감별도 가능한 것으로 보고되고 있다. 이런 영상기술의 발달에 따라 열공성 증후군을 임상양상에 따라 분류하는 것은 그 의미가 적어지는 것으로 보인다.

이에 본 연구는 응급실에 내원한 열공성 뇌경색이 의심되는 환자에서 초기 검사로써 DWI를 시행하였으며 그 유용성에 대해 알아보고 열공성 증후군의 분류에 따른 DWI의 소견을 비교하여 임상양상에 따른 분류가 유용한지를 알아보고자 하였다.

대상과 방법

2001년 1월부터 10월까지 본원 응급센터에 내원한 환자 중 신경학적 검사 상 열공성 뇌경색이 의심되는 환자를 대상으로 하였다. 우선 편측마비나 편측감각의 저하, 안면근의 마비, 안면부 감각의 이상, 구음장애, 운동실조, 복시 등의 증상이 있으면서 뇌출혈의 증상인 두통이나 오심, 구토 등의 증상이 없고 의식의 변화가 없는 환자를 선택하였다. 또한 증상이 24시간 이상 지속되지 않는 경우, 즉 일과성허혈발작의 경우나 정신적인 문제로 증상이 발생하여 열공성 증후군과 유사한 증상이 발생하였으나 증상의 변화가 지속되는 경우도 대상에서 제외하였고 최종적으로 72명이 대상에 포함되었다.

환자의 성별과 나이, 그리고 위험인자로 당뇨병, 고혈압, 흡연력, 심부정맥, 고지혈증, 뇌졸중이나 일과성 허혈발작, 척추기저동맥 순환부전 등의 과거력의 유무를 조사하였고, 신경학적 검사소견에 따라 PMS와 AH, SMS, DCH, PSS와 그 밖의 기타로 분류를 하였으며 DWI를 시행하였다. PMS와 AH는 검사자에 따라 구분이 다른 경우가 있어 한 가지로 분류를 하였다.

DWI는 Signa MR/i 1.5T (GE, Milwakee, WI, USA)를 이용하여 echo planar imaging 기법으로 영상을 얻었다. DWI의 판독결과에 따라 열공성 뇌경색과 열공성 뇌출혈 등으로 구분하였고, 병변의 위치와 크기도 측정을 하였다. 병변의 위치와 각 증후군의 분류간의 연관성을 조사하였고 경색의 크기는 고신호강도로 보이는 여러 병변의 영상 중 병변이 가장 큰 영상을 선택하여 이 영상의 고신호강도로 보이는 병변의 장축을 기준으로 하였으며, 출혈의 크기는 계산식을 통해 계산된 부피를 기준으로 하였는데 이 때의 계산식은 a×b×c/2 (a:병변의 장축, b:병변의 단축, c:병변의 높이)로 하였고 주위에 부종에 의해 동반된 고신호강도의 부위는 크기측정에서 제외시켰다 (Fig. 1). 입원 후에 필요한 경우 추가적으로 MRI를 시행하기도 하였으며 추후에 다시 신경학적 검사 소견을 시행하였고 그에 따른 최종진단이 이루어졌다.

수집된 자료에 대한 통계처리는 SPSSWIN (ver 10.0)

통계프로그램을 이용하였고 연령, 나이, 위험인자, 열공성 증후군, 병변의 위치, 최종진단 등에 대해서 빈도 분석을 시행하였다.

결 과

연구 대상의 기본적인 특성을 보면 대상은 총 72명이었고, 평균 연령은 64.9±10.3 (mean±SD)세였으며 60세 미만에서 21명, 60세 이상에서 51명으로 나타났다. 성별분포는 남자가 44명 (61.1%), 여자가 28명 (38.9%)로 남자가 여자에 비해 더 많은 것으로 나타났다. 위험인자는 고혈압 46례 (63.9%), 당뇨병 25례 (34.7%), 흡연력 22례 (29.2%), 뇌혈관성질환 8례 (11.1%), 고지혈증 2례 (2.8%), 심장질환 2례 (2.8%)였고 이 중 위험인자를 2개 이상 가진 경우는 34례였다 (Table 1).

최종 진단은 뇌경색이 60례, 뇌출혈이 12례였으며, 임상증후군별로는 PMS와 AH가 42례 (58.3%), SMS가 17례 (23.6%), DCH가 8례 (11.1%), PSS가 3례 (4.2%), 기타 2례 (2.8%)로 나타나 PMS와 AH, 그리고 SMS가 전체 열공성 증후군 중 약 82%를 차지하고 있다 (Table 2). 병변의 위치는 교뇌 (pons) 19례, 시상 (thalamus) 13례, 기저핵 (basal ganglia) 17례, 속섬유막 (internal capsule) 3례, 대뇌부챗살 (corona radiata) 11례, 기타 2례였고, 2군데 이상에서 병변이 관찰되는 경우가 5례, 병변이 확인되지 않은 경우가 2례였다. 병변의 위치는 각 증후군 별로 보았을 때 PMS와 AH는 교뇌 12례, 기저핵 10례, 대뇌부챗살 6례, 시상 6례, 속섬유막 3례, 두 군데 이상에서 병변이 관찰되는 경우가 3례 있었고, SMS는 교뇌 5례, 시상 5례, 대뇌부챗살 3례, 기저핵 2례, 기타 1례, 확인되지 않은 경우 1례 있었으며, PSS는 시상 2례, 시상과 대뇌부챗살 1례 있었고, DCH는 기저핵 5례, 대뇌부챗살 2례, 기저핵과 대뇌부챗살 1례 등으로 나타났다. PSS가 시상에 국한되어 나타나는 경향이 있는 것을 제외하면 나머지 증후군에서는 다양한 위치에서 병변이 발생하는 것으로 보인다 (Table 3).

증후군별로 DWI 양성은 66명으로 그 각각의 비율은 PMS와 AH가 95.2% (40례), SMS가 82.4% (14례), DCH가 100% (8례), PSS가 100% (3례), 기타 1례로 나타났고, 전체 열공성 증후군에 대한 양성비율은 91.7% (66/72)였다. 출혈성 병변은 혼합신호강도나 저신호강도로 관찰되며 증후군별로는 PMS가 8례, SMS가 4례 있었다 (Table 4).

열공성 뇌경색은 72명 중 60명으로 약 83%의 비율을 차지하고 있다. 이 60명 중 6명 (10%)이 DWI에서 병변이 관찰되지 않았다. 6명 중 2명은 각각 증상발현 시간이 7일과 20일이 지난 후에 검사를 시행하였고 같이 시행한 T2강조영상에서는 병변이 확인되었다. 2명은 추후에 시행한 MRI에서도 병변이 관찰되지 않았으나 증상이 남아있어 열공성 뇌경색으로 최종 진단이 이루어졌다. 나머지 중 한 명은 추적 검사한 MRI에서 병변이 관찰되었고, 나머지 한 명은 의심되는 병변의 위치가 확실하나 그 크기가 작아 DWI에서 병변이 관찰되지 않은 것으로 보인다. 결국 DWI에서 관찰되지 않은 경우는 병변이 너무 작은 경우와 병변이 오래되어 확실히 관찰되지 않으나 T2강조영상에서는 보인 경우, 시간이 지난 후에 관찰된 경우, 확인되지 않은 경우 등으로 볼 수 있겠다 (Table 5).

Table 1. Basic characteristics of the study subjects

Variables	Results (%)
Age (Mean±SD)	64.9±10.3
Sex	
Male	44 (61.1)
Female	28 (38.9)
Risk factor (n=72)	
Hypertension	46 (63.9)
Diabetes	25 (34.7)
Smoking	21 (29.2)
Cerebrovascular disorder	8 (11.1)
Heart disease	2 (2.8)
Hyperlipidemia	2 (2.8)

SD : Standard deviation

Table 2. Relationship between clinical diagnosis and lacunar syndrome

Syndrome	Infarction	Hemorrhage	Total (%)
PMS*AH†	34	8	42 (58.3)
SMS‡	13	4	17 (23.6)
PSS§	3	0	3 (4.2)
DCH‖	8	0	8 (11.1)
Other	2	0	2 (2.8)
Total	60	12	72 (100.0)

PMS* : Pure motor stroke,
SMS‡ : Sensory motor stroke,
DCH‖ : Dysarthria-clumsy hand syndrome
AH† : Ataxic hemiparesis
PSS§ : Pure motor stroke

Table 3. Relationship between the location of the lesion and lacunar syndrome

Location	Syndrome					Total
	PMS+AH	SMS	PSS	DCH	Other	
BG*	10	2		5		17
BG+CR†				1		1
CR	6	3		2		11
IB‡	1	1				2
PLIC§	3					3
PLIC+BG	1					1
PLIC+TH	1					1
PO‖	12	5			2	19
PO+CR	1					1
TH¶	6	5	2			13
TH+CR			1			1
Unknown	1	1				2
Total	42	17	3	8	2	72

BG* : Basal ganglia, CR† : Corona radiata, IB‡ : Internal border,
PLIC§ : Posterior limb of internal capsule, PO‖ : Pons, TH¶ : Thalamus

Table 4. Result of diffusion-weighted MRI

DWI	Syndrome					Total
	PMS+AH	SMS	PSS	DCH	Other	
Negative	2	3	0	0	1	6
Positive						
High* SI	32	10	3	8	1	54
Mixed SI	8	4	0	0	0	12
Sum	40	14	3	8	1	66
(%)	(95.2)	(82.4)	(100.0)	(100.0)	(50.0)	(91.7)
Total	42	17	3	8	2	72

SI* : Signal intensity

초기 DWI에서 병변이 확인된 54례의 열공성 뇌경색의 크기는 평균 11.90±5.04 mm였으며 42례에서 15 mm 이하였고 이를 초과하는 경우는 12례였다. 또한 출혈성 병변의 부피는 평균 4.70±2.08 ml로 나타났다.

고 찰

Schonewille 등[9]과 Lindgren 등[10]의 연구에 의하면 특정한 위치의 병변에서 다양한 증후군의 증상을 유발시키는 것으로 보여지며, 한 부위에 국한되기보다는 근접한 다른 부위에도 영향을 주는 것으로 보여지고 증후군과 병변 사이의 연관성은 없다 하였다. 본 연구에서도 PSS에서 시상에 국한되어 나타나지만 시상에 병변이 있다고 해서 다른 증후군이 발생하지 않는 것은 아닌 것으로 보아 병변의 위치와 각 증후군과의 연관성은 없는 것으로 보여진다. 또한 PMS와 SMS는 병변의 위치에서 유의한 차이가 없고 잘못 진단이 내려져도 환자의 치료에 대한 계획에 변화되는 것은 없다고 하며 ECASS I 연구에서 각 증후군을 분류하고 초기 검사로써 CT를 시행하였는데 이것으로 열공성 뇌경색을 구별하기는 어려웠으며 각 증후군의 분류가 치료에 영향을 주지 못하는 것으로 보여졌다고 한다[1-13]. 이와 같이 열공성 증후군을 임상양상에 따라 분류하는 것은 진단과 치료에 그리 큰 영향을 주지 못하는 것으로 보인다.

DWI는 열공성 뇌경색의 진단에 있어 좋은 진단 도구로 보여지는 몇 가지 장점을 가지고 있다. 우선 Lai 등[14]의 연구에 의하면 DWI는 ADC map과 동반하여 판독하게 되면 급성 열공성 경색에 대해 민감도와 특이도가 각각 95%와 94%로 나타났고 기존의 고식적인 MRI에서 감별이 어려웠던 급성병변과 만성병변의 감별이 쉬워졌다고 한다. 이에 덧붙여 DWI는 뇌경색 후 경과된 시간에 따라 경색부위의 신호강도가 달라지므로 급성과 만성 경색을 구분할 수 있게 해주고, T2WI에서는 감별이 되지 않는 세포독성부종과 혈

Table 5. Undetected infarcts in the initial DWI

No.	Syndrome	Location	Interval*	Confirm
1	SMS	TH	20 days	T2WI
2	SMS	CR	5 hours	F/U MRI
3	SMS		6 hours	×†
4	PMS		6 hours	×
5	PMS	CR	7 days	T2WI
6	Other	PO	8 hours	Clinical

T2WI : T2 weighted MRI F/U MRI : Follow up MRI
* Interval : Interval from the symptom onset to DWI
† × : Cannot find the lesion, neurologist confirm

관 부종을 감별할 수 있다는 장점이 있다[15]. 본 연구에서는 총 열공성 증후군 중 열공성 뇌경색이 60례였는데 이중 초기 DWI에서 양성으로 나온 경우가 54례로 열공성 뇌경색으로 최종진단이 내려진 환자의 90%에서 DWI를 통해 병변이 확인되고 진단이 이루어졌고 초기 DWI에서 확인이 되지 않은 6례 중 2명은 각각 증상발현 시간이 7일과 20일이 지난 후에 검사를 시행하였고 같이 시행한 T2강조영상에서는 병변이 확인되었다. 2명은 추후에 시행한 MRI에서도 병변이 관찰되지 않았으나 증상이 남아있어 열공성 뇌경색으로 최종 진단이 이루어졌다. 나머지 중 한 명은 추적검사한 MRI에서 병변이 관찰되었고, 나머지 한 명은 의심되는 병변의 위치가 확실하나 그 크기가 작아 DWI에서 병변이 관찰되지 않은 것으로 보인다. 결국 추후에 정확한 위치가 추가로 확인된 경우는 2례 밖에 되지 않았으며 시간에 따른 병변의 변화가 같이 시행된 T2WI에서 확인되고 있어 열공성 뇌경색의 진단에 있어 DWI가 큰 역할을 하는 것을 볼 수 있겠다. 이때 시간에 따라 급성기에는 DWI에서 고신호강도로 병변이 관찰되었고 시간이 오래된 병변에서는 저신호강도로 영상이 나타나고 T2강조영상에서는 고신호강도로 나타나고 있었다.

또한 DWI는 뇌출혈에 대한 진단이 가능한 것으로 보인다. Wiesmann 등[16]은 초기 뇌출혈에서도 deoxyhemoglobin이 충분하기 때문에 T2WI과 DWI에서 저신호강도로 나타나 초기의 뇌출혈을 감별할 수 있다고 하였고, 강 등[17]은 급성뇌졸중에서 DWI의 출혈성 병변에 대한 소견을 이해하고 있으면 뇌경색과 감별이 가능하다고 하였다. 그리고 정 등[18]은 실제적으로 응급실에서 임상양상이 뇌경색이 의심되어 시행한 DWI를 통해 뇌출혈로 진단된 경우를 보여주고 뇌경색과 뇌출혈이 감별됨을 6례을 통해 보여주었으며 이에 대한 판독 능력을 향상 시켜야 함을 기술하였다. 실제로 이번 연구를 통해 출혈성 병변이 DWI에서 판독이 가능하였고, 급성 허혈성 병변과는 다른 혼합신호강도를 보이는 병변으로 관찰되었다. 또한 출혈의 부피 또한 측정할 수 있었는데 이에 대한 연구는 더 필요할 것으로 생각된다.

임상적으로 뇌경색과 뇌출혈의 감별에 있어서 열공성 뇌경색에 비해 출혈은 위험인자로써 고혈압이 더 많고 수 분 내에 발생하는 급작스런 증상이 있으면서 두부손상이나 두통 등의 기왕력이 있는 경우가 더 많고 병변이 기저핵에 더 잘 발생하는 경향이 있으며 당뇨병의 기왕력이 더 적고 구음장애가 적은 것으로 나타났다[19]. 그러나 임상 양상만으로는 그 감별이 불가능하기 때문에 과거에는 뇌출혈의 가능성이 떨어지는 환자에서도 뇌경색에 대한 민감도와 특이도가 떨어지는 CT를 먼저 시행하였다. 그러나 DWI는 뇌경색과 뇌출혈을 감별할 수 있기 때문에 그 유용성이 있겠다. 또한 전체 뇌졸중 중에 약 80%가 뇌경색에 의한 것이기 때문에 비율이 더 높은 뇌경색에 대한 진단에 도움이 되는 도구를 이용하는 것이 더 타당할 것으로 보인다.

하지만 이 연구에는 제한점이 있다. 첫째로 연구의 대상이 한 병원에 국한되어져 있다는 것이다. 그러나 이 점은 이 병원이 지역을 대표하는 병원으로써 역할을 하고 있고 많은 수의 뇌경색 환자들이 내원을 하고 있으며 환자의 병원에 대한 선택이 연구자에 의한 것이 아니므로 그 오차는 적을 것으로 보인다.

둘째로 DWI를 시행할 수 있는 병원이 아직까지는 많지 않다는 것이다. 대부분의 뇌졸중 환자들은 2차병원 이상의 진료환경에서 진료를 받게 되지만 많은 병원에서 아직까지 CT만이 가능하고 MRI를 시행할 수 있다 하더라도 DWI를 시행할 수 있는 시설이 보급된 곳은 제한적이기 때문에 그런 진료 환경에 있는 경우에서는 적용하기 어렵기 때문이다.

셋째로 전체 열공성 증후군으로 분류된 환자 72명 중 12명에서 뇌출혈이 발견되었고 이들에 대해서는 추가적으로 CT를 시행하게 되었다는 것이다. 환자를 좀 더 주의를 기울여 선택했어야 할 것으로 보이고, 추가적인 CT 시행으로 인해 환자의 비용 부담이 증가된 것을 볼 수 있겠다. 그러나 본 연구에서는 뇌출혈이 DWI에서 모두 구분이 되었고 그 양 또한 측정할 수 있는 것으로 보여진다. 또 출혈의 양이 적어 수술적 처치의 적응증이 되지 않아 대부분의 환자들이 약물치료와 CT의 추적검사만이 필요하였다. 이는 진단 초기에 CT를 추가적으로 시행하지 않아도 되었음을 의미하겠다. 하지만 이를 증명하기 위해서는 뇌출혈과 뇌경색

의 감별 및 뇌출혈의 DWI소견에 대한 연구가 더 필요할 것으로 생각된다.

결 론

본 연구는 열공성 증후군에 따른 분류가 환자의 진단이나 치료에 영향을 주지 못하는 것을 보여주었으며 DWI가 열공성 뇌경색이 의심되는 환자에게 있어 유용한 초기 진단 도구가 될 수 있음을 보여주고 있음에 그 의의가 있겠다.

참고문헌

1. Mohr JP. Lacunes. Neurol Clin 1983;1(1):201-21.
2. Bamford J, Sandercock P, Jones L, Warlow C. The natural history of lacunar infarction: the Oxfordshire Community Stroke Project. Stroke 1987;18(3):545-51.
3. Gan R, Sacco RL, Kargman DE, Roberts JK, Boden-Albala B, Gu Q. Testing the validity of the lacunar hypothesis: the Northern Manhattan Stroke Study experience. Neurology 1997;48(5):1204-11.
4. Fisher CM. Pure sensory stroke involving face, arm and leg. Neurology 1965;15:76.
5. Fisher CM. A lacunar stroke. The dysarthria-clumsy hand syndrome. Neurology 1967;17(6):614-7.
6. Fisher CM. Thalamic pure sensory stroke: a pathologic study. Neurology 1978;28(11):1141-4.
7. Fisher CM. Ataxic hemiparesis. A pathologic study. Arch Neurol 1978;35(3):126-8.
8. Fisher CM. Lacunar strokes and infarcts: a review. Neurology 1982;32(8):871-6.
9. Schonewille WJ, Tuhrim S, Singer MB, Atlas SW. Diffusion-weighted MRI in acute lacunar syndromes. A clinical-radiological correlation study. Stroke 1999; 30(10):2066-9.
10. Lindgren A, Staaf G, Geijer B, Brockstedt S, Stahlberg F, Holtas S, et al. Clinical lacunar syndromes as predictors of lacunar infarcts. A comparison of acute clinical lacunar syndromes and findings on diffusion-weighted MRI. Acta Neurol Scand 2000;101(2):128-34.
11. Toni D, Del Duca R, Fiorelli M, Sacchetti ML, Bastianello S, Giubilei F, et al. Pure motor hemiparesis and sensorimotor stroke. Accuracy of very early clinical diagnosis of lacunar strokes. Stroke 1994;25(1):92-6.
12. Toni D, Fiorelli M, De Michele M, Bastianello S, Sacchetti ML, Montinaro E, et al. Clinical and prognostic correlates of stroke subtype misdiagnosis within 12 hours from onset. Stroke 1995;26(10):1837-40.
13. Toni D, Iweins F, von Kummer R, Busse O, Bogousslavsky J, Falcou A, et al. Identification of lacunar infarcts before thrombolysis in the ECASS I study. Neurology 2000;54(3):684-8.
14. Lai PH, Li JY, Chang CY, Wu MT, Lo YK, Chung PC. Sensitivity of diffusion-weighted magnetic resonance imaging in the diagnosis of acute lacunar infarcts. J Formos Med Assoc 2001;100(6):370-6.
15. Schaefer PW, Buonanno FS, Gonzalez RG, Schwamm LH. Diffusion-Weighted imaging discriminates between cytotoxic and vasogenic edema in a patient with eclampsia. Stroke 1997;28:1082-1085.
16. Wiesmann M, Mayer TE, Yousry I, Hamann GF, Bruckmann H. Detection of hyperacute parenchymal hemorrhage of the brain using echo-planar T2-weighted and diffusion-weighted MRI. Eur Radiol 2001;11:849-53.
17. Kang BK, Na DG, Ryoo JW, Byun HS, Roh HG, Pyeun YS. Diffusion-weighted MR Imaging of Intracerebral Hemorrhage. Korean J Radiol 2001;2:183-9.
18. Chung SP, Ha YR, Kim SH, Yoo IS. Diffusion-weighted MRI of intracerebral hemorrhage clinically undifferentiated from ischemic stroke. Am J Emerg Med 2003;21:236-40.
19. Arboix A, Garcia-Eroles L, Massons J, Oliveres M, Targa C. Hemorrhagic lacunar stroke. Cerebrovasc Dis 2000;10(3):229-34.