▸원 저◂

ISSN 1226-2854

뇌종양의 등급분류를 위한 관류 자기공명영상을 이용한 투과성영상 (Permeability Map)의 유용성 평가

— Usefulness of Permeability Map by Perfusion MRI of Brain Tumor the Grade Assessment —

계명대학교 동산의료원 영상의학과 · GE healthcare[1] · 계명대학교 의과대학 영상의학교실[2]

배성진 · 이영주[1] · 장혁원[2]

— 국문초록 —

목 적 : 관류 자기공명영상(perfusion MRI)을 이용하여 대뇌(cerebral)에서 혈액뇌장벽의 파괴로 인하여 조영제가 혈관내에서 조직으로 빠져 나가는 투과성과 상대적 뇌혈류량을 영상화 해보고, 이 영상을 이용하여 구한 투과성비와 상대적 뇌혈류량비가 종양의 악성등급 평가와 감별진단에 어떠한 유용성이 있는지 알아보고자 하였다.

대상 및 방법 : 영상의학진단과 병리조직검사로 진단된 29명을 대상으로 뇌종양이 포함된 550(11 silce × 50 image)관류 자기공명영상을 3T기기에 장착된 프로그램으로 상대적 뇌혈류량을 영상화 하였고, 다른 한 방법은 개인 컴퓨터에 영상을 전송 후 IDL 6.2 프로그램을 이용하여 상대적 뇌혈류량(relative cerebral blood volume-reformulated singular value decomposition, rCBV-rSVD)과 투과성을 영상화 하였다. 그 영상을 이용하여 동일한 관심영역으로 화소별 평균 신호강도를 정량적(quantitative analysis)으로 측정하여 비모수적 통계인 Kruskal-wallis test를 통해 뇌종양별로 평균비교 분석을 하였다.

결과 : 상대적 뇌혈류량영상과 투과성영상을 이용하여 동일한 관심영역으로 정상부위와 종양부위의 정량적으로 분석한 상대적 뇌혈류량 비 와 (3T 기기자체 분석한 값, IDL 6.2로 분석한 값) 투과성비에서 고등급 성상세포종(n=4)의 경우 (14.75, 19.25) 13.13, 저등급 성상세포종(n=5) (14.80, 15.90) 11.60, 아세포종(n=5) (10.90, 18.60) 22.00, 전이성 뇌종양(n=6) (11.00, 15.08) 22.33, 수막종(n=6) (18.58, 7.67) 5.58, 핍돌기 신경교종(n=3) (23.33, 16.33) 15.67로 나타났다

결론 : 종양별로 상대적 혈류량영상을 이용하여 측정한 상대적 뇌혈류량 비는 등급을 분류하기에 용이하지 않았지만, 투과성영상으로 측정한 투과성비는 종양 악성정도가 높을수록 높은 것으로 나타나 종양의 등급 평가와 감별진단에 유용하였다.

중심 단어: 관류, 뇌종양, 뇌혈관장벽, 투과성, 상대적 뇌혈류량

*접수일(2009년 4월 14일), 1차심사(2009년 5월 8일), 2차심사(2009년 8월 7일), 확정일(2009년 9월 3일)

책임저자 : 배성진, (700-712) 대구광역시 중구 달성로 216
계명대학교 동산병원 영상의학과
TEL : 053-250-7860 FAX : 053-250-7766
E-mail : sjbaert@hanmail.net

Ⅰ. 서 론

뇌종양을 발견 할 수 있는 방법으로는 고식적인 자기공명영상(magnetic resonance image, MRI)과 기능적 자기공명영상(functional magnetic resonance image, fMRI), 자기공명 분광영상(magnetic resonance spectroscopy, MRS), 확산강조 자기공명영상(diffusionweieighted magnetic resonance image, DW-MRI), 관류 자기공명영상(perfusion-weighted magnetic resonance image, PW-MRI)이 있다[1-3].

고식적인 자기공명영상은 대부분의 신경계 병변을 진단하는데 활용되고 그 외 방법들은 뇌조직의 생리학적 기전을 어느 정도 명확하게 알 수 있는 방법이다[4-6]. 특히 관류 자기공명영상은 허혈성 뇌경색의 조기 발견뿐만 아니라 뇌의 혈류 역학적 정보를 얻을 수 있기 때문에 임상에서 많이 활용되고 있으며[7-9] 두개 내 종양의 발견에도 도움이 되는 것으로 보고되고 있어 많은 연구가 활발히 이루어지고 있다[10-13]. 고식적인 자기공명영상 방식은 수술 후 병리조직과 방사선 치료요법에 의해서 조직 손상이나 괴사가 생길 경우에 명확한 병변을 구별하는데 무리가 있었지만[9] 기존의 관류 자기공명영상은 상대적 뇌혈류량(relative cerebral blood volume, rCBV) 평가로 종양 감별진단에 어느 정도의 유용성이 있다고 입증되었다[11-13]. 대부분 악성종양 병변들은 신생혈관(neovascularity)과 미세혈관(micro vascularity)증가로 상대적 뇌혈류량의 증가를 야기 시키는 것으로 알려져 있지만 전형적인 양성 수막종(meningioma)의 경우 대뇌 혈액량 증가가 오히려 혈관에 의한 생물학적 기전에 의한 것이라고 알려져 있다[10-15]. 정상 뇌조직에는 혈액뇌장벽(blood-brain barrier)이 있어 조영제가 혈관내에서 뇌조직으로 빠져나갈 수 없으나, 병변으로 인해 혈액뇌장벽이 파괴 되었을 경우에 조영제가 뇌조직으로 유출이 가능한 것으로 알려져 있다[11].

본 연구는 관류 자기공명영상으로 대뇌조직에서 혈액뇌장벽의 파괴로 인하여 조영제가 혈관내에서 조직으로 빠져 나가는 투과성과 상대적 뇌혈류량 영상을 이용하여 투과성비, 상대적 뇌혈류량비를 구한 값이 종양의 악성등급 평가와 감별진단에 어떠한 유용성을 가지고 있는지 알아보고자 하였다.

Ⅱ. 대상 및 방법

2006년 10월부터 2008년 1월까지 본원을 내원하여 뇌종괴에 대한 평가로 관류 자기공명영상을 시행한 환자 중 수술 후 병리조직검사와 영상의학으로 진단된 29명을 대상으로 하였다. 연령 분포는 30세에서 79세(평균 54세)였고 남자가 17명, 여자가 12명이었다. 29명의 환자들은 고등급 성상세포종(high grade astrocytoma) 4명, 저등급 성상세포종(low grade astrocytoma) 5명, 아세포종(glioblastoma)5명, 전이성 뇌종양(metastasis) 6명, 수막종(meningioma) 6명, 핍돌기 신경교종(oliogodendroglioma) 3명으로 하였다.

관류 자기공명영상은 3.0 Tesla 자기공명영상기기(Signa VHi, GE. Medical system, MW, USA.)와 뇌전용 8채널 코일(8 channel high resolution brain array)을 사용하여 뇌종양이 잘 관찰되는 위치에서 상하 11slice을 영상화 하였다.

조영제 주입방법은 초당 3.5 ml로 조영제 10 cc와 생리식염수 5 cc로 희석한 15 cc를 요골정맥에 20게이지로 주입한 후 생리식염수 10 cc를 추가적으로 주입하였다.

고식적인 자기공명영상인 T2강조영상, 조영전 후 T1강조영상, FLAIR영상으로 병소부위를 확인한 후, Gradient Echo EPI 기법(TR=2000 msec, TE=34.8 msec, Flip angle=90, Bandwidth=100 kHz, Matrix=256×256, FOV=210 mm, Slice Thickness/spacing=5/2 mm, Phase per Location=50, NEX=1)으로 1분 41초에 걸쳐 관류 자기공명영상을 획득하였다. 뇌종양이 포함 된 총 550 관류 자기공명영상을(11silce×50 image) 3.0 T 기기에 장착된 프로그램(Functool PF; GE Medical Systems)을 사용하여 상대적 뇌혈류량(relative cerebral blood volume, rCBV)을 영상화 하였다. 다른 분석방법으로는 개인 컴퓨터에 영상을 전송 후 영상 분석 프로그램인 IDL 6.2 (Interactive data language, research systems Inc. CO. USA)에서 식[1][11,16]을 이용하여 상대적인 뇌혈류량(relative cerebral blood volume-reformulated singular value decomposition, rCBV-rSVD)을 영상화 하였고 식[2]와 같이 투과성을 영상화 하였다[16].

$$S_t = S_0\, e^{\frac{-TE}{T2^*}},\quad \frac{1}{T2^*} = R2^* = -\frac{\ln\left(\frac{S_t}{S_0}\right)}{TE},$$

$$rCBV = \int R2^*\, dt \qquad \text{식[1]}$$

$$C_t(t) = K_1 \overline{\Delta R2^*}(t) - K_2 \int_0^t \overline{\Delta R_2^*}(t')\,dt' \qquad \text{식[2]}$$

여기서 S_0는 조영 전 신호강도, S_t는 조영 후 시간에 따른 신호강도의 변화, K_1은 perfusion weighting value, K_2는 permeability weighting value이다.

조영 전 후 T1강조영상에서 조영 증강되는 종양범위를 확인한 후 정성적(qualitative analysis) 방법인 상대적 뇌혈류량 영상과 투과성 영상을 완성하였고 그 영상을 이용하여 동일한 관심영역으로 화소별 평균 신호강도를 정량적(quantitative analysis)으로 측정하여 상대적 뇌혈류량비와 투과성(투과성비= 병소부위 평균 신호강도/병소부위와 동일한 영역의 대측방향의 정상부위 평균 신호강도)을 비모수적 통계인 Kruskal-wallis test를 통해 뇌종양별로 평균비교 분석을 하였다.

Ⅲ. 결 과

병리조직검사로 병변이 확진된 29명을 대상으로 원천 관류 자기공명영상을 후 처리하여 상대적 뇌혈류량과 투과성을 영상화 하였고, 그 영상에서 동일한 관심영역으로 화소별 평균 신호강도를 정량적으로 측정한 상대적 뇌혈류량비와 투과성비를 뇌종양별로 비교 분석한 결과를 나타내었다(Table 1).

뇌종양 별로 rCBV-rSVD, permeability의 차이를 확인한 결과 Permeability Ratio에서 유의한 차이 ($p>0.006$)를 보였다. 뇌혈류량의 정량적 분석(rCBV Ratio, rCBV-rSVD Ratio)에서 고등급 성상세포종(n=4)은 (14.75, 19.25), 저등급 성상세포종(n=5)은 (14.80, 15.90), 아세포종(n=5)은 (10.90, 18.60), 전이성 뇌종양(n=6)은 (11.00, 15.08), 수막종(n=6)은 (18.58, 7.67), 핍돌기 신경교종(n=3)은 (23.33, 16.33)이였다. 3T 기기의 분석 프램그램 분석에서는 상대적인 뇌혈류량비가 높은 것은 수막종과 핍돌기 신경교종이였고, IDL 6.2 분석 프로그램으로 분석한 상대적 뇌혈류량비는 저급 신경교종에서 혈류량이 높게 나타났으며, 투과성의 경우는 아세포종과 전이성 종양에서 높게 나타났다(Table 2).

Table 1. Relative Cerebral Blood Volumes Ratio and Permeability Ratio of 29 Brain Tumors

Pathological diagnosis	rCBV	permeability	rCBV-rSVD
Glioblastoma (gradeIV)	1.16	4.13	3.37
	3.39	3.64	2.37
	1.85	5.90	3.40
	1.52	5.50	1.61
	1.60	6.17	4.60
High grade astrocytoma (grade Ⅲ)	2.20	1.98	1.83
	1.79	4.65	3.39
	2.83	3.31	3.23
	1.75	2.01	3.57
Low grade astrocytoma (grade Ⅰ~Ⅱ)	1.03	1.67	1.82
	2.58	4.92	3.28
	2.34	2.05	2.08
	2.98	1.98	2.29
	2.75	2.24	3.65
Meningioma	5.05	1.02	2.91
	4.60	1.08	1.05
	2.82	4.2	1.34
	1.60	1.67	1.53
	3.70	1.10	3.17
	1.28	1.19	1.15
Metastasis	5.20	4.68	3.02
	1.46	7.3	1.96
	2.18	16.8	6.85
	1.08	3.18	1.72
	1.63	4.37	2.71
	1.40	5.42	2.08
Oligodendroglioma	4.22	2.00	1.81
	4.40	5.53	4.14
	2.77	2.80	2.60

[1] rCBV;3.0T System (Signa VHi, GE. Medical system)
[2,3] rCBV-rSVD, Permeability; IDL6.2 (Interactive data language, research systems Inc. CO. USA)

투과성영상으로 정상부위와 종양부위를 측정한 투과성비는 고등급 성상세포종(n=4)은 13.13, 저등급 성상세포종(n=5)은 11.60, 아세포종(n=5)은 22.00, 전이성 뇌종양(n=6)은 22.33, 수막종(n=6)은 5.58, 핍돌기 신경교종(n=3)은 15.67이였다. 성상세포종, 전이암, 아세포종, 신경교종 등의 종양에서는 수막종보다 투과성비가 모두 높은 것으로 나타났다(Table 2).

그림1의 수막종은 국소적으로 조영제가 혈액뇌장벽을 투과되는 것으로 나타났고, 악성종양은 종류에 따라 혈액뇌장벽으로 투과되는 양상이 다르게 보였다(Fig. 1-6).

저등급 성상세포종에서는 T1강조영상에서 조영증강 되지 않아서 명확한 범위를 확인할 수 없었지만 상대적 뇌혈류량과 투과성영상으로 범위를 확인 할 수 있었다. 고등급 성상세포종의 경우 조영 후 T1강조영상과 상대적 뇌혈류량영상을 투과성영상과 혈액뇌장벽 파괴된 범위를 비교 했을 때 투과성영상에서는 종양범위가 다소 줄어들어 보였으나 투과성비는 저등급 성상세포종 보다는 높았다(Fig. 2, 3).

저등급 성상세포종은 고등급 성상세포종보다 상대적 뇌혈류량비와 투과성비에서 낮은 수치를 보였다(Table 2, Fig. 3). 전이암은 투과성비가 아세포종과 다른 악성종양보다 높게 나타났고 투과성영상과 조영 후 T1영상에서 균질한 조영증강을 보였다(Fig. 2-6).

Table 2. Means of Relative Cerebral Blood Volumes and Permeability in Various Tumor Groups

Pathological diagnosis		rCBV Ratio[1)]	rCBV-rSVD Ratio[2)]	Permeability Ratio[3)]
GradeIV	Glioblastoma(n=5)	10.90	18.60	22.00
GradeIII	High grade astrocytoma (n=4)	14.75	19.25	13.13
Grade I. II	Low grade astrocytoma (n=5)	14.80	15.90	11.60
	Metastasis(n=6)	11.00	15.08	22.33
	Meningioma(n=6)	18.58	7.67	5.58
	Oligodendroglioma (n=3)	23.33	16.33	15.67
	Asymp.sig	0.267	0.263	0.006

(n)=Number of patients. Kruskal-wallis Test, P=0.05

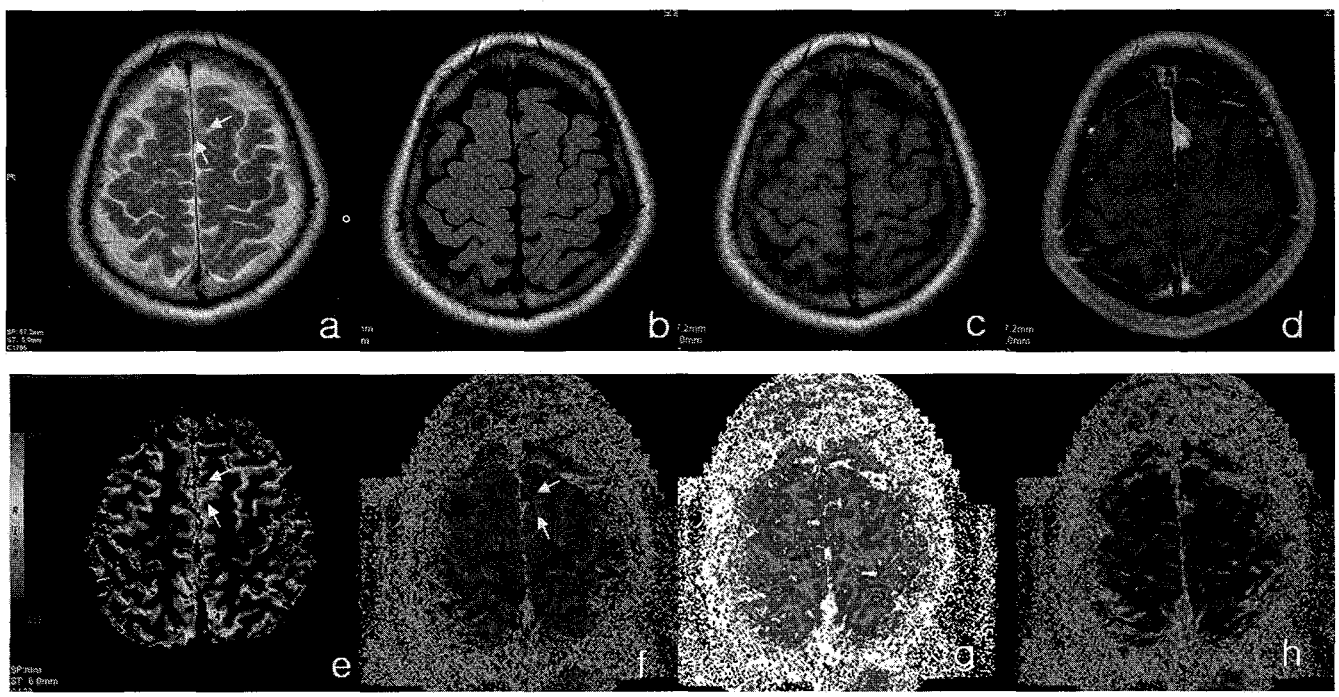

Fig. 1. Meningioma in a 57 year old man. Conventional T2-weighted image(a), FLAIR image(b), pre T1-weighted image(c), post contrast T1-weighted image(d), rCBV(e), Permeability map image(f), rCBF-rSVD image(g), rCBV-rSVD image(h). The Permeability ratio of the lesion was 5.58.

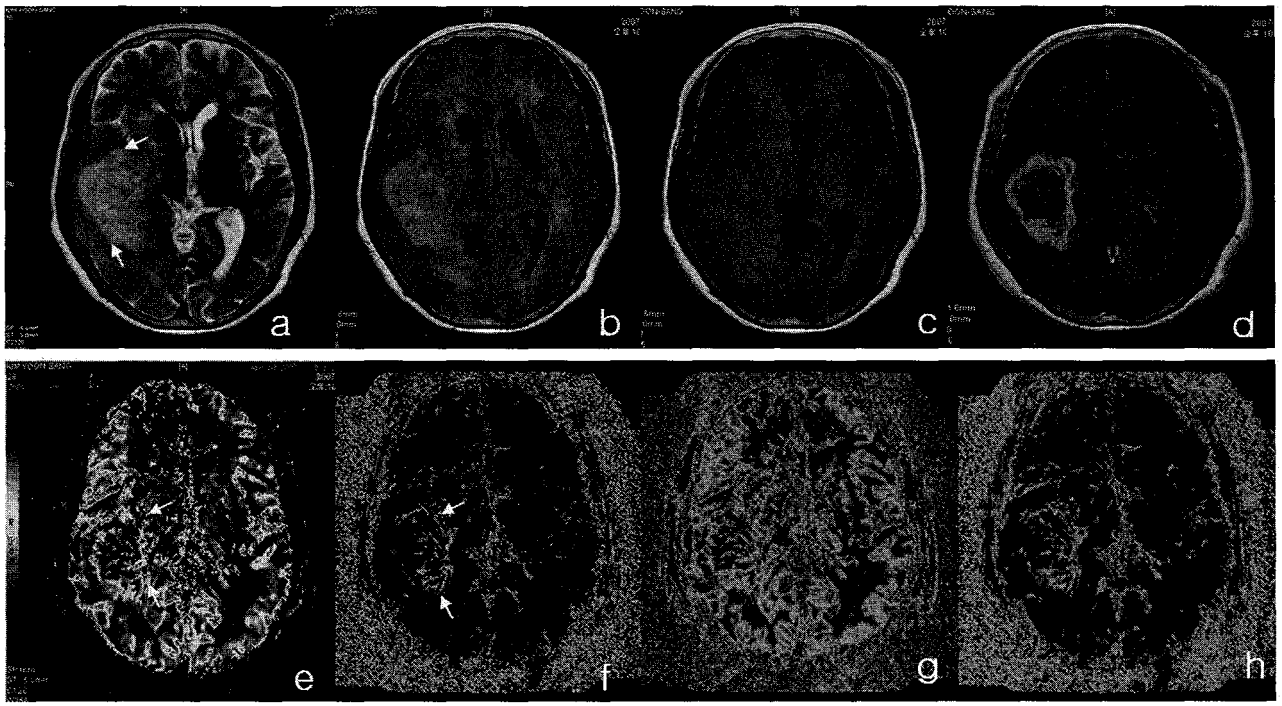

Fig. 2. High grade astrocytoma in a 78 year old woman. Conventional T2-weighted image(a), FLAIR image(b), pre T1-weighted image(c), post contrast T1-weighted image(d), rCBV(e), Permeability map image(f), rCBF-rSVD image(g), rCBV-rSVD image(h). The Permeability ratio of the lesion was 13.13.

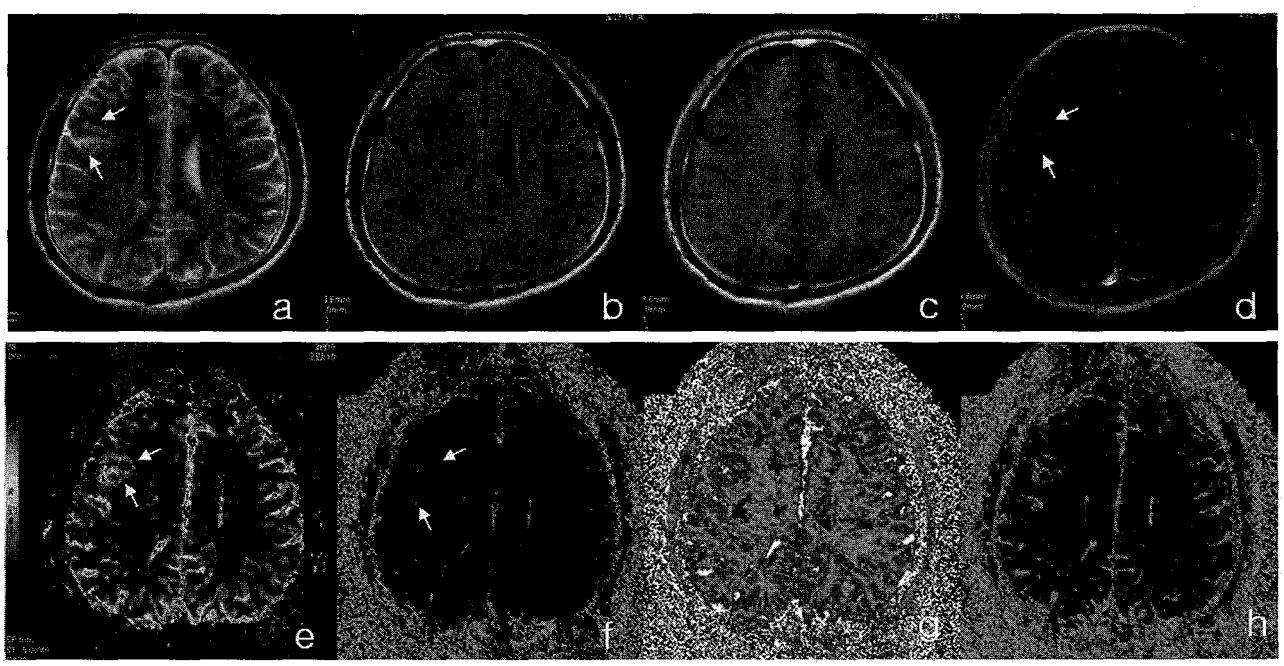

Fig. 3. Low grade astrocytoma in a 35 year old man. Conventional T2-weighted image(a), FLAIR image(b), pre T1-weighted image(c), post contrast T1-weighted image(d), rCBV image(e), Permeability map image(f), rCBF-rSVD image(g), rCBV-rSVD image(h). The Permeability ratio of the lesion was 11.60.

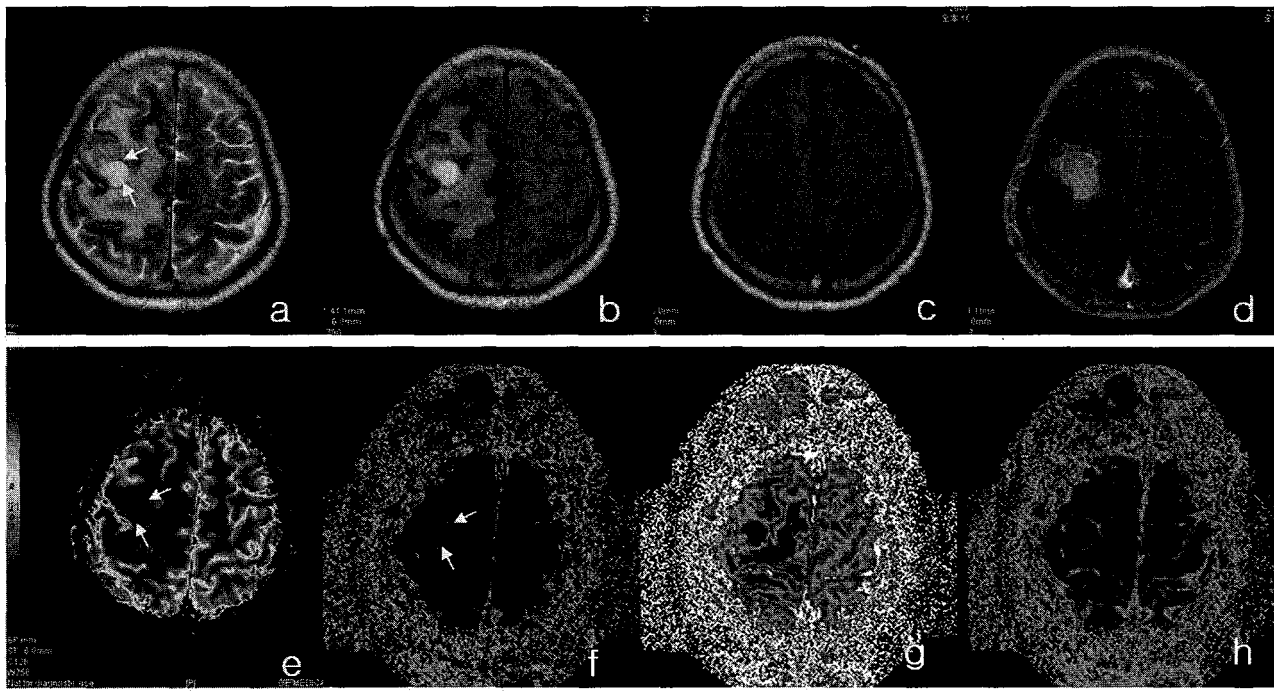

Fig. 4. Metastasis in a 64 year old man. Conventional T2-weighted image(a), FLAIR image(b), pre T1-weighted image(c), post contrast T1-weighted image(d), rCBV image(e), Permeability map image(f), rCBF-rSVD image(g), rCBV-rSVD image(h). The Permeability ratio of the lesion was 22.33.

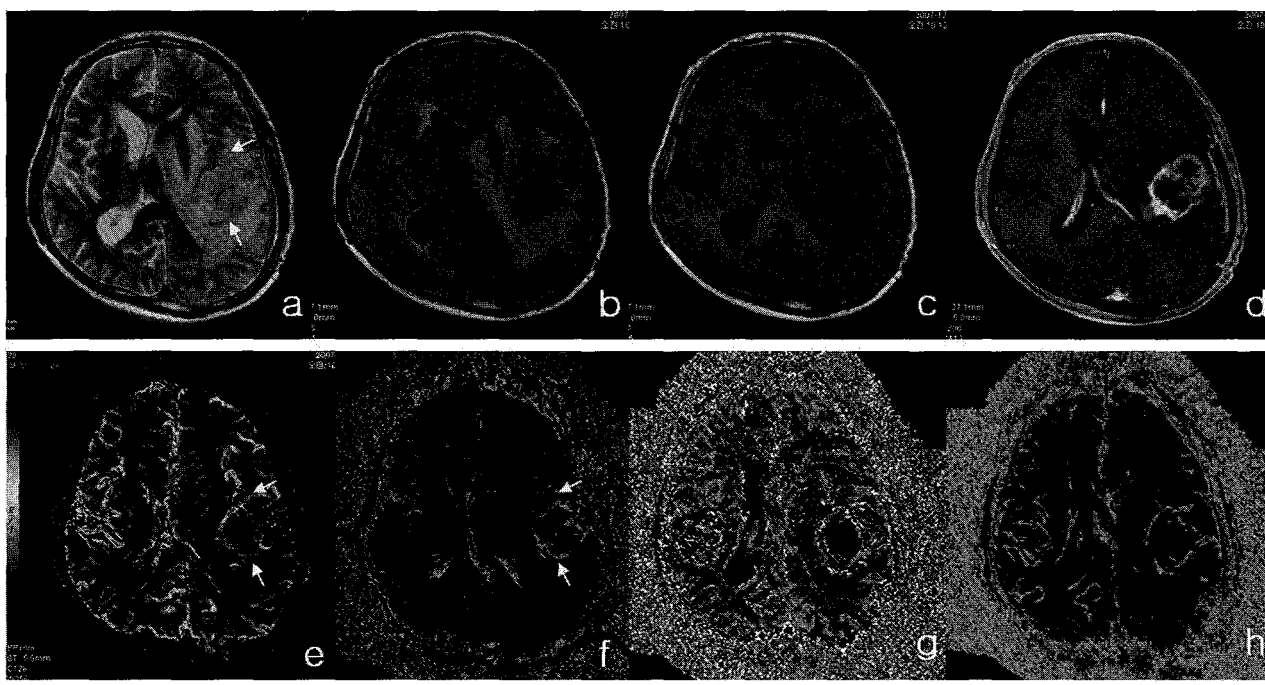

Fig. 5. Gliobrastoma in a 70 year old man. Conventional T2-weighted image(a), FLAIR image(b), pre T1-weighted image(c), post contrast T1-weighted image(d), rCBV(e), Permeability map image(f), rCBF-rSVD image(g), rCBV-rSVD image(h). The Permeability ratio of the lesion was 22.00.

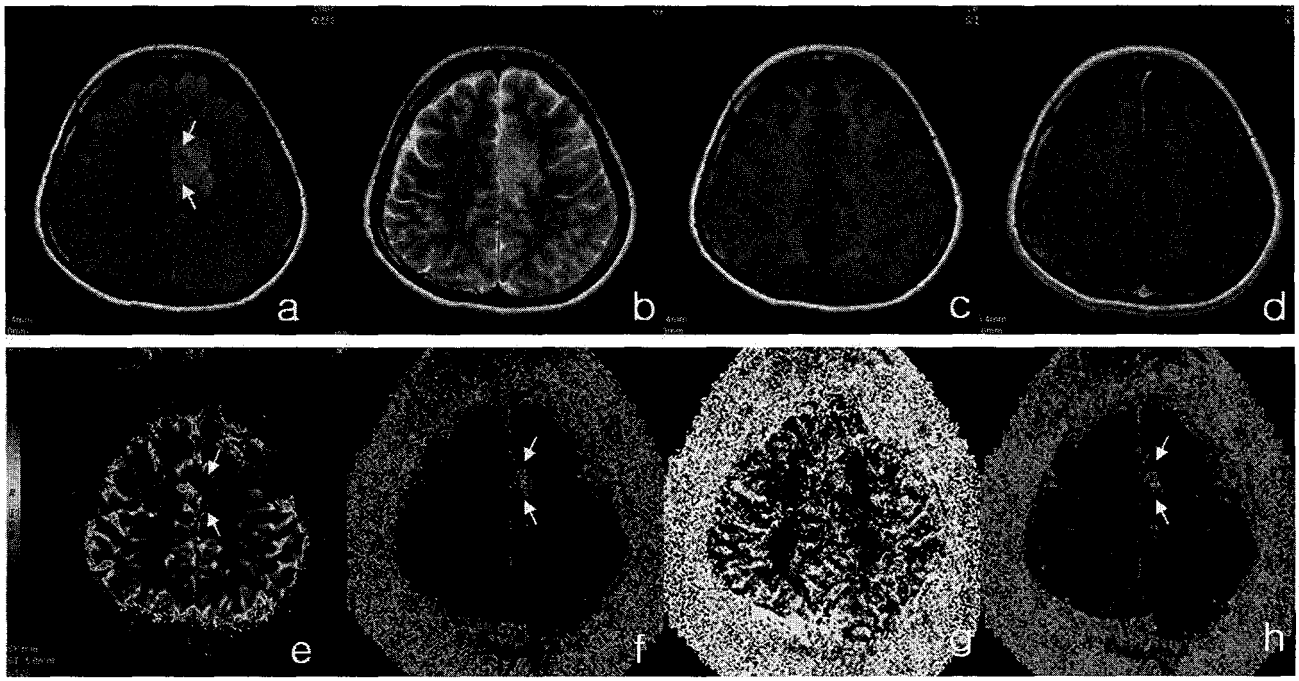

Fig. 6. Oligodendroglioma in a 36 year old woman. Conventional T2-weighted image(a), FLAIR image(b), pre T1-weighted image(c), post contrast T1-weighted image(d), rCBV image(e), Permeability map image(f), rCBF-rSVD image(g), rCBV-rSVD image(h). The Permeability ratio of the lesion was 15.67.

Ⅳ. 고 찰

관류 자기공명영상은 허혈성 뇌경색의 조기 발견뿐만 아니라 뇌의 혈류역학적 정보도 얻을 수 있기 때문에 임상적인 연구가 활발히 이루어지고 있다. 악성 종양병변들의 경우 신생혈관과 미세혈관증가로 인해 상대적 뇌혈류량을 시킨다고 보고되고 있지만 혈관벽을 통과한 조영제가 투과되는 투과성을 Gradient-Echo EPI로 관류영상을 이용한 영상 기법에서는 밝혀진 바가 없어[11,16,17] 본 연구에서 투과성을 확인 할 수 있도록 영상화하였고 추가적으로 정량적인 분석을 할 수 있었다.

일반적인 자기공명영상에서 사용하는 상자성체 조영제는 조직의 T1, T2 이완시간을 단축시켜 T1, T2 강조영상에 신호변화를 일으킨다. 관류 자기공명영상에서 이용한 조영제는 T2 효과뿐만 아니라 $T2^*$을 촉진시켜 혈관내 혈액과 주위 조직의 신호를 감소시키는 특징이 있다. 혈관내의 상자성체 조영제 농도가 높을수록 국소 자장의 비균질성을 증가시켜 조직의 $T2^*$신호가 더욱 감소하게 되며, 이러한 자화율(magnetic susceptibility)에 의한 신호감소는 뇌조직의 혈류량에 비례하게 되므로 이를 이용하여 혈류역학적 변화에 대한 정보를 얻을 수 있었다.

조영민 등[11]과 Bahattin H et al[14]은 상대적 뇌혈류량을 정량적으로 평가하였는데, 저등급 성상세포종 경우 균일하게 낮은 혈관성을 나타낸 반면, 고등급 성상세포종은 넓은 범위에 걸쳐 높게 나타났는데 이는 고등급의 성상세포종이 저등급에 비해 악성종양의 과혈관성이 있음을 잘 반영한 것으로 보여진다. 이러한 사실로 미루어 보아 뇌종양의 악성도가 신생혈관의 분포와 밀접한 관계가 있으며 조직학적 등급을 나누는 한 지표로 사용할 수 있다. 그리고 전이성 종양도 고등급의 아세포종과 비슷하게 내부괴사부분의 양에 따라 혈관성이 다양하고 넓은 범위에서 비교적 높게 나타나서 악성종양의 과혈관성과 불균일성을 나타내었고, 전형적인 양성수막종은 비교적 균일하게 높은 수치를 보였는데 이것은 경막동맥(meningeal artery)과 대뇌동맥의 연막분지(pial branch of cerebral artery)에 의한 이중 혈관공급을 받는 과혈관성 종양임을 잘 반영하는 것으로 본 연구결과와 일치 하였다. 조영민 등[11]과 Bahattin H et al[14]은 뇌혈류량으로 종양의 악성등급을 알 수 있다고 보고하였지만 본 연구 결과로는 정상적인 뇌조직에는 혈액뇌장벽이 있어서 조영제가 혈관내에서 뇌조직으로 빠져 나갈 수 없기 때문에 상대적 뇌혈류량으로는 혈관장벽 파괴를 알 수 없을 뿐만 아니라

상대적 뇌혈류량만으로 종양등급을 결정하기에는 다소 문제가 있는 것으로 나타났다(Table 2). 조영제가 혈관내에서 조직으로 빠져나가는 투과정도를 이전까지는 Gradient Echo EPI 관류 자기공명영상기법으로 한것이 없었으나 저자들은 Gradient Echo EPI 관류 자기공명영상을 영상 분석 프로그램인 IDL 6.2을 이용하여 영상화를 하였고 또한 투과성비를 구하여 종양종류를 구별 할 수 있었다. 그림 1의 수막종의 경우에는 그림 1(d)의 T1강조영상에서 조영증가와 상대적인 혈류량영상 그림1(e, h)에서도 혈류량이 증가되어 보였다. 하지만 그림1(f)의 투과성영상에서는 혈액뇌장벽의 파괴 정도가 다른 종양에 비하여 낮게 나타나 보였고, 표2에서 양성 종양인 수막종의 혈류량은 (18.58, 7.67) 투과성비는 5.58, 악성 종양중 고등급인 성상세포종의 혈류량은 (10.90, 18.60) 투과성비는 22.00로 혈류량에서는 서로 상이한 결과를 보이지만 투과성비에서 양성종양과 악성종양으로 구별이 용이하였다. 수막종의 경우에는 WHO tumor grade에 의거한 분류를 하지 않은 제한 점이 있었다. 또한 표1, 2의 고등급 아세포종에서는 rCBF-rSVD와 투과성비가 저등급 세포종보다 모두 높게 나타났지만 저등급의 성상세포종은 균일한 뇌혈액장벽 파괴를 투과성영상 그림 3(f)에서 나타내는 반면 고등급 성상세포종 그림 2(f)에서는 불균일한 뇌혈액장벽 파괴를 보여 투과성영상에서의 균질정도가 뇌종양의 악성 등급과 관계가 있다고 생각되었다. 그림3 저등급 아세포종의 상대적 뇌혈류량은 정상과 병소부위의 비교에서 병소부위가 (14.80, 15.90) 높아 신생혈관 증가를 알 수 있었고, T1강조영상에서 조영증강 되는것이 없어 혈액뇌장벽의 파괴가 없는 것으로 판단 할수 있지만 그림 3(f)의 투과성영상과 병소부위의 조영제 투과성비 11.60으로 혈액뇌장벽의 파괴 되었다는 것을 알 수 있었다(Table 1. 2). 전이암과 아세포종의 상대적 뇌혈류량은 다른 뇌종양보다 동등하거나 적어 조영민 등[11]과 Bahattin H et al[14]의 연구결과와 다른 결과를 보여 주었지만 투과성비는 같은 결과를 보였다. 수막종의 경우 상대적 뇌혈류량만으로 볼 때는 혈류량이 증가되어 종양등급이 높은 것으로 판단 할 수 있지만 투과성비는 낮을 경우 종양등급이 낮으므로 종양등급의 분류에는 투과성비가 정확하였다(Table 2). 전이암의 투과성영상 그림 4(f)에서 신호강도는 균질하였지만 아세포종의 투과성영상인 그림 5(f)에서는 비균질하게 나타나 종양등급 구별에서 정량적 분석 뿐만 아니라 정성적 분석도 도움이 되는것을 알 수 있었고, 세포의 종류가 다르기 때문에 악성정도를 비교하기 어려운 점이 있지만 표2에서 아세포종보다 전이성종양이 투과성비가 높게 나타나 전이성 종양이 뇌혈관 장벽의 파괴가 높은것으로 추정할 수 있지만 병리학적으로 확인할 수 없었다.

V. 결 론

임상에서 널리 이용하고 있는 관류 자기공명영상으로 뇌혈류량 측정을 통하여 기존에 연구 보고된 뇌종양의 혈관성 관계와 이전까지 영상화 하지 못했던 투과성을 영상으로 구현하므로 종양별에 따른 혈액뇌장벽의 손상정도와 양상을 명확히 알 수 있었다.

종양별에 따른 상대적 혈류량영상을 이용하여 측정된 상대적 혈류량비로는 등급을 분류하기가 용이하지 않았지만, 투과성영상으로 측정된 투과성비는 종양 악성정도가 높을수록 높은 것으로 나타나 병리학적 등급분류와 같이 종양의 등급 평가와 감별진단에 유용하였다. 대상자수가 매우 적은 제한점을 가지고 있었지만 투과성영상과 투과성비를 통한 종양 구별이 해부병리 조직검사 결과와 일치하여서 종양감별진단과 등급 분류에 정확한 정보를 제공 할 수 있었다. 앞으로 임상에서 종양등급의 분류에 있어 투과성영상과 투과성비가 많은 도움을 줄 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

1. Wong JC, Provenzale JM, Petrella JR : Perfusion MR imaging of brain neoplasms. AJR Am J Roentgenol, 174, 1147-1157, 2000
2. Poptani H, Gupta RK, Roy R, Pandey R, Jain VK, Chhabra DK : Characterization of intracranial mass lesions with in vivo proton MR spectroscopy. AJNR Am J Neuroradiol, 16, 1593-1603, 1995
3. Burnetti A, Alfano B, Soricelli A, et al : Functional characterization of brain tumors; an overview of the potential clinical value. Nucl Med Biol, 23, 699 -715, 1996
4. Petrella JR, Provenzale JM : MR perfusion imaging of the brain ; techniques and applications. AJR Am J Roentgenol, 175, 207-219, 2000

5. Wong JC, Provenzale JM, Petrella JR : Perfusion MR imaging of brain neoplasms. AJR Am J Roentgenol, 174, 1147-1157, 2000
6. Poptani H, Gupta RK, Roy R, Pandey R, Jain VK, Chhabra DK : Characterization of intracranial mass lesions with in vivo proton MR spectroscopy. AJNR Am J Neuroradiol, 16, 1593-1603, 1995
7. Runge VM, Kirsch JE, Wells JW, Woolfolk CE : Assessment of cerebral perfusion by first-pass, dynamic, contrast-enhanced, steady-state free-precessional MR imaging ; an animal study. AJR Am J Roentgenol, 160, 593-600, 1993
8. 제환준, 장기현, 송인찬 등 : 급성 뇌경색 환자에서 관류MR 영상; T2강조영상과 확산강조영상과의 비교. 대한방사선의학회지, 43, 1-8, 2000
9. Felix R, Schorner W, Laniado M, et al : Brain tumors; MR imaging with gadolinium-DTPA. Radiology, 156, 681-688, 1985
10. Lev M, Rosen B : Clinical applications of intracranial perfusion MR imaging. Neuroimaging Clin N Am, 9, 309-31, 1999
11. 조영민, 고은혜, 정광우 등 : 뇌종양환자에서 관류자기공명 영상의 유용성. 대한방사선 의학회지, 43, 265-271, 2000
12. Lee SJ, Kim JH, Kim YM, et al. Perfusion MR imaging in gliomas: comparison with histologic tumor grade. Korean J Radiol, 2(1), 1-7, 2001
13. Cho KS, Na GD, Ryoo WJ, et al. Perfusion MR imaging: clinical utility for the differential diagnosis of various brain tumors. Korean J Radiol, 3, 171-79, 2002
14. Bahattin H, Cuneyt E, Naile B,Nalan Y, Gokhan G and Mufit P.Evaluation of Different Cerebral Mass Lesions by Perfusion-Weighted MR Imaging. J Magn Reson Imaging, 24, 817-824, 2006
15. Cha S, Knopp EA, Johnson G, Wetzel SG, Litt AW, Zagzag D. Intracranial mass lesions: dynamic contrast-enhanced susceptibility-weighted echo-planar perfusion MR imaging. Radiology, 223, 11-9, 2002
16. Ka-Loh Li, Xiao Ping Zhu, John Waterton, Alan Jackson. Improved 3D quantitative mapping of blood volume and endothelial permeability in brain tumors. J Magn Reson Imaging, 12, 347-357, 2000
17. Bahattin Hakyemez, Cuneyt Erdogan, Naile Bolca, et al. Evaluation of Different Cerebral Mass Lesions by Perfusion-Weighted MR Imaging. J Magn Reson Imaging, 24, 817-824, 2006

• Abstract

Usefulness of Permeability Map by Perfusion MRI of Brain Tumor the Grade Assessment

Sung-Jin Bae · Joo-Young Lee[1] · Hyuk-Won Chang[2]

Dept. of Radiology, Dongsan hospital, Keimyung University

[1] GE healthcare

[2] Dept. of Radiology, Keimyung University College of Medicine

Purpose : This study was conducted to assess how effective the permeability ratio and relative cerebral blood volume ratio are to tumor through perfusion MRI by measuring and reflecting the grade assessment and differential diagnosis and the permeability and relative cerebral blood volume of contrast media plunged from blood vessel into organ due to breakdown of blood-brain barrier in cerebral.

Subject and Method : Subject of study was 29 patients whose diagnosis were confirmed by biopsy after surgery and 550 (11 slice×50 image) perfusion MRI were used to make image of relative cerebral blood volume with the program furnished on instrument. The other method was to transmit to private computer and the image analysis was made additionally by making image of relative cerebral blood volume-reformulated singular value decomposition, rCBV-rSVD and permeability using IDL.6.2. In addition, Kruskal-wallis test tonggyein non numerical average by a comparative analysis of brain tumors

Results : The rCBV ratio (Functool PF; GE Medical Systems and IDL 6.2 program by analysis) and permeability ratio of tumors were as follows; high grade glioma(n=4), (14.75, 19.25) 13.13. low grade astrocytoma(n=5) (14.80, 15.90) 11.60, glioblastoma(n=5) (10.90, 18.60), 22.00, metastasis(n=6) (11.00, 15.08). 22.33. meningioma(n=6) (18.58, 7.67), 5.58. oliogodendroglioma(n=3) (23.33, 16.33, 15.67.

Conclusion : It was not easy to classify the grade with the relative cerebral blood volume ratio measured by using the relative cerebral blood image by type of tumors, however, permeability ratio measured by permeability image revealed that the higher the grade of tumor, the higher the measured permeability ratio, showing the assessment of tumor grade is more effective to differential diagnosis.

Key Words: perfusion, brain tumor, blood-brain barrier, permeability