

대뇌 교종의 관류 자기 공명 영상: 조직학적 종양등급과의 비교

최충곤¹ · 정애경¹ · 김정훈² · 강신광³ · 이호규¹

목적: 대뇌 교종(glioma)에서 상대적 뇌혈액용적(relative cerebral blood volume, rCBV)과 종양의 조직학적 등급(grade)을 비교하고자 하였다.

대상 및 방법: 대뇌 교종으로 진단된 총 16명의 환자에서 수술 전에 고식적 T1 및 T2 강조 자기 공명영상 및 조영제를 이용한 관류 자기공명영상을 시행하였다. 교종은 교아세포종(glioblastoma)이 7예, 역형성 성상세포종(anaplastic astrocytoma)이 2예, 역형성 핍지교세포종(anaplastic oligodendroglioma)이 1예, 저등급 성상세포종(low-grade astrocytoma)이 5예, 저등급 핍지교종(low-grade oligodendroglioma)이 1예 있었다. 관류 자기공명영상으로 얻은 교종의 최대 rCBV를 종양의 조직학적 진단 및 등급과 비교 하였다.

결과: 교아세포종의 최대 rCBV는 반대편 정상 백질과 비교하여 433%-1330% (평균 790%)로 현저히 증가되어 있었다. 강한 조영증강을 보인 역형성 핍지교종 1예의 최대 rCBV는 502%로 증가되어 있었으나 조영증강되지 않는 역형성 성상세포종 2예의 최대 rCBV는 각각 66%, 284%로 비교적 낮았다. 저등급 성상세포종의 최대 rCBV는 80%-369% (평균 202%)였다. 저등급 핍지교종 1예는 최대 rCBV이 1450%로 교아세포종 보다 높았다.

결론: 관류 자기공명영상을 이용한 rCBV 수치는 교아세포종과 저등급 성상세포종은 분명히 구분되었으나 조영증강되지 않는 역형성 성상세포종과 저등급 성상세포종 간에는 차이가 없었다.

서 론

뇌 종양은 가장 중요한 뇌 질환의 하나로 여러 가지 조직학적 형태가 있지만 뇌조직의 교세포(gliar cell)에서 발생하는 교종(glioma)이 가장 흔하다. 교종의 진단에는 보통 방사선학적 영상진단 특히 자기공명영상(magnetic resonance imaging, MRI)이 많이 이용되며 종양의 침범 부위, 범위, 등급(grade)에 관한 수술 전 정보를 제공한다. 교종을 가진 환자의 예후(prognosis)에는 여러 가지 인자가 관여하나 조직학적 소견에 의한 등급판정(grading)이 예후와 밀접한 관계가 있음은 잘 알려져 있다 (1). 보고된 바에 의하면 일반적인 MRI 기법으로 교

종을 촬영하였을 경우 종양 내 괴사, 종양 주위 부종 및 종괴 효과 등이 등급판정에 중요한 방사선학적 소견이며 고등급(high-grade)과 저등급(low-grade)의 2단계로 나눈 세포조직학적 등급판정과 비교하였을 때 76-77%에서 일치하였다고 한다 (2). 뇌 교종의 최종 등급판단은 조직학적 소견이 가장 중요하나 잘 알려진 바와 같이 한 종양 내에서도 다양한 등급을 나타낼 수 있으므로 생검된 조직이 충분하지 않거나 종양의 고등급 부분을 포함하지 않으면 저등급으로 잘못 판단할 수도 있다 (3). 따라서 수술 전 방사선학적 검사에서 종양의 어느 부위가 고등급 부분인가를 예측 함으로서 이 부위로 조직 생검 및 조직학적 진단을 유도하고 정확한 등급판정을 내리게 하는 것은 환자의 치료계획을 수립하는데 매우 중요하다.

대한자기공명의과학회지 5:130-137(2001)

¹울산대학교 의과대학 아산재단 서울중앙병원 방사선과

²울산대학교 의과대학 아산재단 서울중앙병원 신경외과

³울산대학교 의과대학 아산재단 서울중앙병원 병리과

*본 연구는 2000년도 아산생명과학연구소 연구비 지원(2000-0115)으로 이루어 졌음.

접수: 2001년 7월 20일, 채택: 2001년 9월 17일

통신저자: 최충곤, (138-736) 서울 송파구 풍납동 388-1 아산 재단 서울중앙병원 방사선과

Tel. 82-2-2224-4400, 4374 Fax. 82-2-476-4719 E-mail: cgchoi@www.amc.seoul.kr

이런 노력의 일환으로 최근에는 조영제를 이용한 관류 자기공명영상 기법(perfusion MRI)으로 기존 MRI의 미흡한 부분을 해결하고자 하는 시도가 있었다 (4, 5). Aronen 등 (4)은 종양 내 최대 뇌혈액용적(maximum cerebral blood volume, maximum CBV)이 세포분열도(mitotic activity)와 혈관분포상태(vascularity)와 관련이 있다고 하였고 Sugahara 등 (5)은 maximum CBV이 조직학적 및 혈관조영술상의 혈관분포상태(vascularity)와 관계 있다고 하였고 양자 모두 이런 결과가 수술 전에 교종의 등급을 예측하는 기준이 될 가능성을 제시하였다. 그러나 관류영상이 고등급 교종과 저등급 교종을 얼마나 확실하게 구분할 수 있는지는 좀 더 많은 경험이 필요한 것으로 보인다.

본 연구에서는 관류영상이 고등급 교종과 저등급 교종을 구분하는데 얼마나 유용한지 알아보기 위해 대뇌 교종의 maximum CBV 과 조직학적 등급을 비교해 보았다.

대상 및 방법

대상

2000년 7월부터 2001년 4월 사이에 뇌 종양이 의심되어 관류영상을 포함한 자기공명영상을 시행하고 병리학적 검사에서 뇌 교종으로 확진된 16명의 환자를 대상으로 하였다. 연령분포는 26세에서 71세 (평균 45세)였으며 남자가 9명 여자가 7명이었다. 총 16명의 환자중 15명은 수술로 종양의 일부 또는 전부를 제거하였고 시상(thalamus)에 종양이 생긴 한 환자에서는 입체정위적 조직생검을 시행하였다. 교종의 병리학적 진단 및 등급 판정은 World Health Organization (WHO) 기준에 의거하였다 (6). 고등급 교종은 10예로 교아세포종(glioblastoma)이 7예, 역형성 성상세포종(anaplastic astrocytoma)이 2예, 역형성 핍지교종(anaplastic oligodendroglioma)이 1예 있었고 저등급 교종은 6예로 원섬유성 성상세포종(fibrillary astrocytoma)이 5예, 저등급 핍지교종(low-grade oligodendroglioma)이 1예 있었다.

자기공명영상

자기공명영상은 1.5 tesla 초전도형 MR 기기 (Signa CVI, GE Medical Systems, Milwaukee, WI, U.S.A.)와 두부코일(circularly polarized head coil)을 이용하여 시상면 spin-echo T1 강조영상 (TR/TE=400/8)을 얻고 나서 횡단면 spin-echo T1 강조영상 (TR/TE=450/8, slice number=10, slice thickness/gap=5/1 mm, field of view=25 cm) 및 fast spin-echo T2 강조영상 (TR/TE= 4000/118, slice number=10, slice thickness/gap=5/1 mm, field of view=25 cm)을 얻었다. 관류영상은 gradient-echo echo-planar 펄스파형을 이용하여 2 초 간격으로 10개의 절편을 40 회 반복하여 80 초 동안 촬영하였다. 이때 영상변수는 TR/TE/flip angle=2000/60/900, slice number=10, slice thick-

ness/gap=5/1 mm, field of view=25 cm 이었다. 조영제는 관류영상을 촬영하기 시작한 10초 후에 자동주입장치(automated power injector)를 이용하여 상지정맥으로 gadopentetate dimeglumine(Magnevist, 469 mg/ml; Shering, Berlin, Germany; 이하 Gd-DTPA) 15 cc를 5 cc/sec의 속도로 급속히 주입하였다. 관류영상을 촬영한 후 종양의 조영증강 유무를 확인하기 위해 횡단면 T1 강조영상을 조영제 주입전과 같은 조건으로 촬영하였다.

관류영상의 후처리 및 분석

위와 같은 방법으로 얻어진 400개의 관류영상을 Advantage Windows Workstation(AW 3.1; GE Medical Systems, Milwaukee, U.S.A.)으로 전송한 후 FuncTool 프로그램 (GE Medical Systems, Milwaukee, U.S.A.)을 이용하여 분석하였다. 관류영상의 분석기법으로는 FuncTool 내의 negative enhancement integral 기법을 이용하였다. 이 기법은 Fig. 1에 표시된 바와 같이 조영제가 뇌혈관을 처음 통과하는 경우 신호강도 감소의 시간에 따른 변화를 이완을 변화 ((R2*)로 치환한 후 이를 적분하여 CBV에 비례하는 수치로 나타내는 것이다 (7). FuncTool에서 negative enhancement integral 기법을 선택한 후 종양이 침범하지 않은 정상 뇌피질(주로 후두엽 피질) 부위에 관심구역(region of interest, ROI)을 설정하여 적절한 조영제 주입이 이루어 졌는지 육안으로 확인한 후 조영제가 주입되지 않은 상태에서 촬영된 영상의 번호와 조영제에 의한 신호감소 효과가 소실된 영상의 번호를 입력하여 CBV map을 만들었다. 그 다음 ROI 기능을 이용하여 종양과 반대편 정상 뇌백질에서 CBV를 측정하였다 (Fig. 1). 종양이 포함된 모든 절편에서 종양고형성분에서 최대 CBV를 측정하고 이를 반대측 정상 백질의 CBV으로 나누어 relative CBV(rCBV)라고 하였으며 백분율(%)로 표시하였다. 이때 종양 내 ROI 크기는 70-100 mm²로 하였고 반대측 정상 백질내 ROI 크기는 가능하면 뇌 피질(cerebral cortex)을 피하여 크게 하였으며 가능하면 2곳 이상을 측정한 후 그 평균치를 정상 백질의 CBV로 하였다. 총 10개의 절편 중 종양의 최상단과 최하단이 일부 포함된 절편은 제외하였고 종양이 뇌기저부에 가까이 위치하여 자화율 효과(susceptibility effect)로 CBV map 심하게 왜곡된 절편도 분석대상에서 제외하였다.

자기공명영상 소견과 조직학적 진단의 비교

여러 절편의 CBV map에서 측정된 종양의 rCBV 중 최대값과 조직학적 진단, 수술 전 자기공명영상 소견 및 진단을 서로 비교하였다. 종양의 조직학적 진단 및 등급 판정은 관류영상 소견을 모르는 상태에서 신경병리의사가 독립적으로 판단한 결과인 정식 병리보고서의 결과를 인용하였다. 수술 전 방사선학적 소견 및 진단도 관류영상 소견을 모르는 상태에서 방사선과 의사 2 명이 함께 판독한 결과인 고식적 자기공명영상 보고서의 결과를 인용하였다.

결 과

대상이 된 총 16 예의 나이, 성별, 종양의 위치, 수술 전 고식

적 MRI 소견, 방사선학적 진단, 병리학적 진단 및 종양이 포함된 관류영상의 각 절편에서 측정된 rCBV를 Table 1에 정리하였다. 먼저 교아세포종(glioblastoma)으로 진단된 7예 (Table 1에서 환자 1-7)는 모두 수술 전 고식적 자기공명영상에서 고

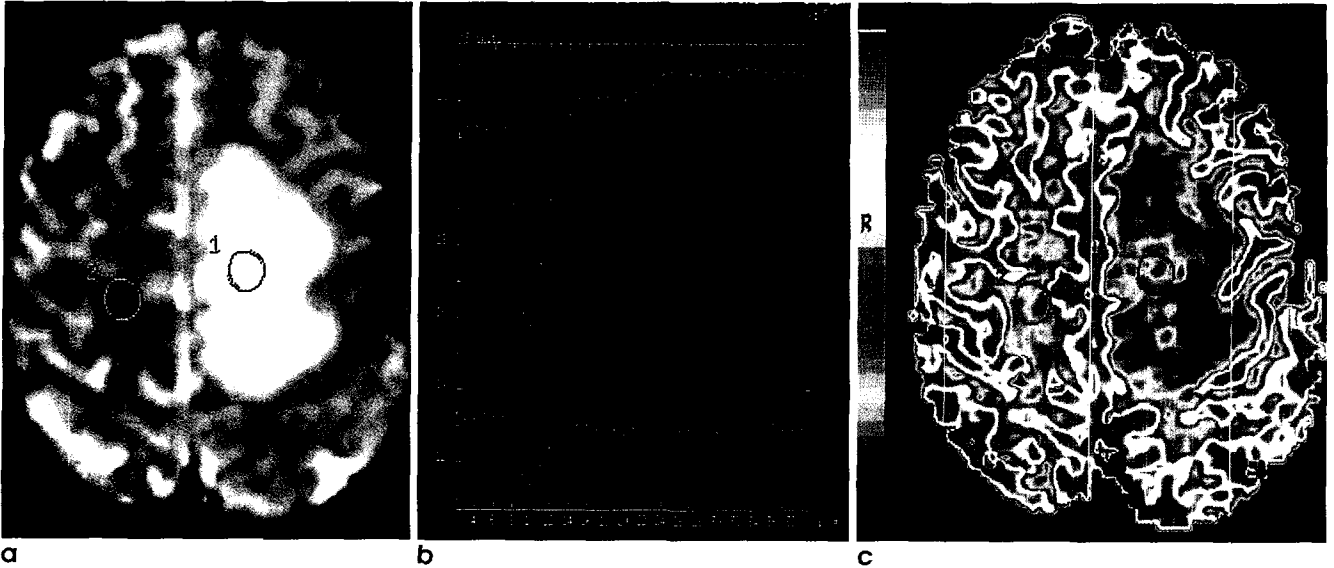


Fig. 1. Time-signal intensity curve and CBV map.

a. Axial image of T2*-sensitive gradient-echo echo-planar pulse sequence (TR/TE/flip angle = 2000/60/900) shows a focal solid mass surrounded by peritumoral edema in left centrum semiovale (ROI 1). ROI 2 represents a control area of contralateral normal white matter. b. Time-signal intensity curves after intravenous bolus injection of Gd-DTPA show sharp decrease of signal intensities of the tumor and contralateral white matter. c. CBV map is generated by the numerical integration of $\Delta R2^*$ on a voxel-voxel basis.

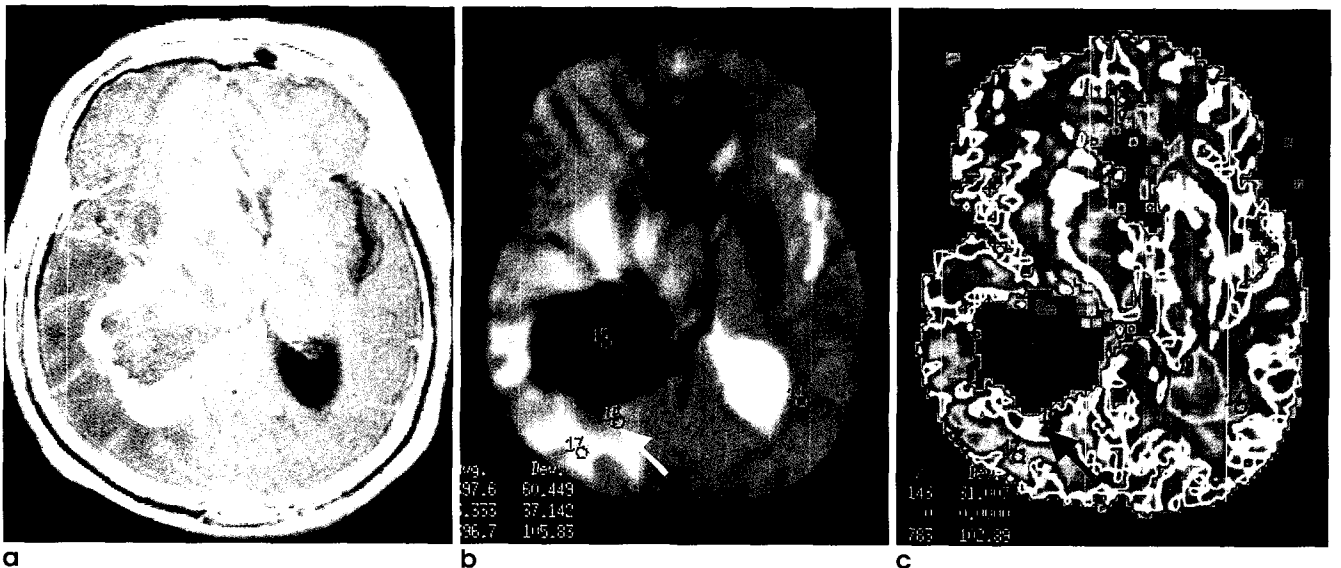


Fig. 2. Glioblastoma with central hemorrhage (Patient 7).

a. Contrast-enhanced axial T1-weighted image shows a necrotic mass with irregular rim enhancement in right trigonal area. b. Axial image of T2*-sensitive perfusion sequence reveals very low signal intensities which may be caused by the presence of hemorrhage in the central portion of the tumor. White arrow indicates peripheral solid portion of the tumor. c. CBV map shows an increase of rCBV in the solid portion of the tumor (black arrow).

등급 교종 또는 교아세포종으로 진단되어 방사선학적 진단과 병리학적 진단이 잘 일치하였다. 관류영상은 7예 모두에서 종양내 최대 rCBV가 433-1330% (평균 790%)로 정상 백질에 비해 400% 이상 증가된 비교적 높은 rCBV 를 보였다. rCBV는 주로 종양의 주변부에서 증가되어 있었고 종양의 중심부는 감소되어 있는 양상이 많았는데 이는 종양 중심부의 조직괴사나 출혈로 인한 것 이었다 (Fig. 2). 역형성 교종(anaplastic glioma)으로 진단된 3예 (Table 1에서 환자 8-10) 중 역형성 편지교종으로 진단된 1예 (환자 8)는 수술 전 자기공명영상에서도 불규칙한 띠 모양의 강한 조영증강을 보여 고등급 종양으로 진단되었고 관류영상에서도 종양내 최대 rCBV 가 502%로 증가되어 있었다. 역형성 성상세포종으로 진단된 나머지 2예 (환자 9, 10)는 모두 수술 전 자기공명영상에서 조영증강되지 않아 저등급 교종으로 판단한 경우로 종양내 최대 rCBV는 각각 284%, 66%였다. 환자 9는 신경섬유종증(neurofibromatosis) 환자로 우측 시상에서 기원한 종양이 주변 지주막하 공간(sub-arachnoid space)으로 돌출하였고 어느 정도 종괴효과가 있어 고등급 교종의 가능성을 완전히 배제할 수는 없었으나 (Fig. 3), 환자 10은 좌측 도(insular) 부위를 침범하는 경계가 비교적 좋은 종양으로 전형적인 저등급 교종의 자기공명영상 소견을 가지고 있었다.

저등급 교종으로 진단된 6예 (Table 1에서 환자 11-16) 중 저등급 성상세포종으로 진단된 5예 (환자 12-16)에서는 종양

내 최대 rCBV가 80 %-369 % (평균 202%)였으나 (Fig. 4), 저등급 편지교종으로 진단된 1예 (환자 11)에서는 rCBV가 1450%로 매우 증가되어 있었다 (Fig. 5). 환자 11은 경련발작이 주요 증상 이었고 종양이 주변 뇌 피질을 침범하고 있었는데 rCBV 은 주로 침범된 뇌 피질 부위에서 주로 증가되어 있었다. 조영증강 정도와 rCBV를 비교하였을 때 환자 11을 제외하면 조영증강이 되지 않거나 약하게 되는 종양들 (환자 9, 10, 12-16)의 최대 rCBV 는 66-369%로 400% 이하 였으나 조영증강이 잘 되는 종양들 (환자 1-8)의 최대 rCBV는 433-1330% 사이로 모두 400% 이상 증가되어 있었다.

고 찰

본 연구의 결과, 종양내 최대 rCBV는 교아세포종은 모두 400% 이상, 저등급 성상세포종은 모두 400% 이하로 양자는 뚜렷하게 구분되었다. Aronen 등 (4) 이 spin-echo echo-planar 펄스파형을 이용하여 교종의 등급과 rCBV의 관계를 연구한 결과에 의하면 교아세포종에 해당하는 4등급 (grade 4) 교종 6예의 최대 rCBV는 1예를 제외하고는 모두 저등급 성상세포종 (grade 2)보다 높았다. Sugahara 등 (5)이 gradient-echo echo-planar 펄스파형을 이용한 연구에 의하면 교아세포종 12예의 최대 rCBV는 400-1620%였고 저등급 성상세포종의 최대 rCBV는 64-201%여서 양자는 뚜렷이 구분 되었다.

Table 1. Summary of 16 Patients with Cerebral Gliomas

No	Age/Sex	Location	MRI Findings	Radiologic Diagnosis	Pathologic Diagnosis	Range of rCBV values (%)
1	33/M	L occipital	Irregular rim CE, mild focal hemorrhage	High-grade glioma	Glioblastoma	866-1330
2	59/F	R parietal	Irregular rim CE, central necrosis	Glioblastoma	Glioblastoma	857-1042
3	52/M	R temporal	Irregular rim CE, central necrosis	Glioblastoma	Glioblastoma	785-1026
4	60/M	L thalamus	Irregular rim CE, central necrosis	Glioblastoma	Glioblastoma	379-548
5	41/M	L temporal	Irregular rim CE, mild central hemorrhage	Glioblastoma	Glioblastoma	290-510
6	35/F	L temporal	Irregular rim CE, central necrosis	Glioblastoma	Glioblastoma	512-638
7	71/F	R occipital	Irregular rim CE, central hemorrhage	Glioblastoma	Glioblastoma	260-433
8	65/F	L temporal	Irregular rim CE, central necrosis	Glioblastoma	Anaplastic oligodendroglioma	370-502
9	32/F	R thalamus	No tumor CE, bulging contour	Low-grade astrocytoma	Anaplastic astrocytoma	258-284
10	33/F	L insular	No tumor CE, well defined mass	Low-grade astrocytoma	Anaplastic astrocytoma	33-66
11	43/F	L frontal	Focal CE, cortical invasion	Low-grade glioma	Low-grade oligodendroglioma	163-1450
12	26/M	L thalamus	Mild focal or thin rim CE of cystic portion	Undetermined tumor grade	Low-grade astrocytoma	250-369
13	40/M	R frontal	Mild focal irregular CE, cortical invasion	Low-grade glioma	Low-grade astrocytoma	66-220
14	55/M	L insular	No tumor CE	Low-grade glioma	Low-grade astrocytoma	80-196
15	40/M	R insular	No tumor CE	Low-grade glioma	Low-grade astrocytoma	85-145
16	31/M	R insular	No tumor CE	Low-grade glioma	Low-grade astrocytoma	40-80

Note.- CE; contrast enhancement, rCBV; relative cerebral blood volume

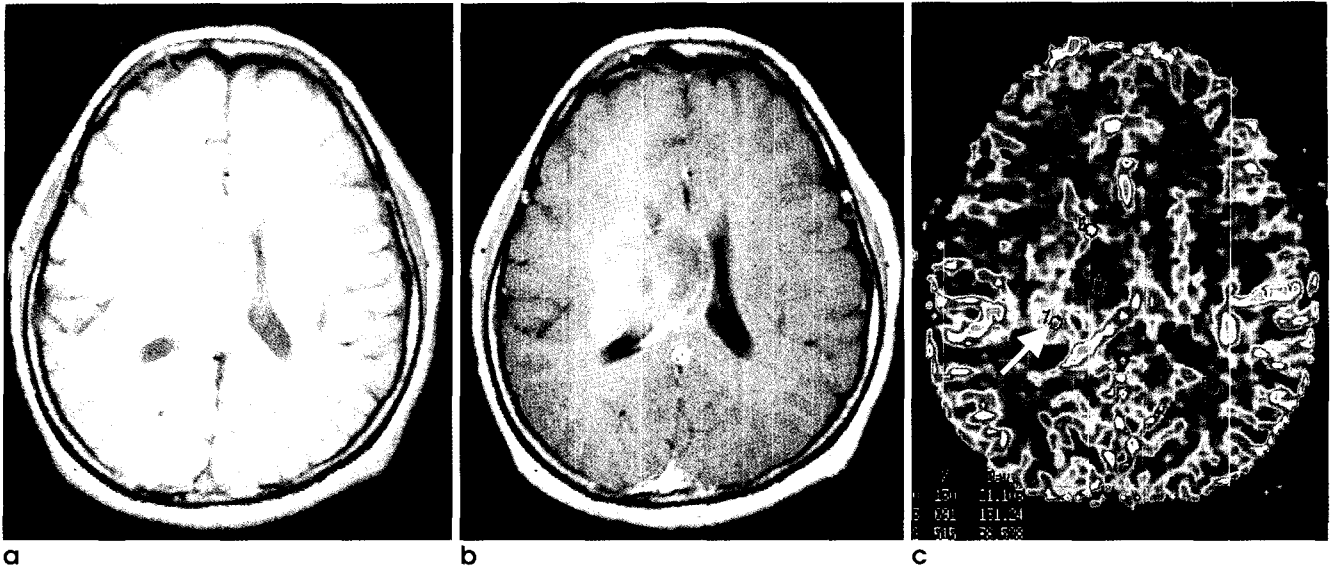


Fig. 3. Anaplastic astrocytoma without contrast enhancement (Patient 9).
a, b. Axial T1- weighted images before (a) and after (b) contrast infusion, respectively, show a bulging mass without contrast enhancement in right thalamus. **c.** CBV map reveals a mild increase of rCBV in the posterior portion of the tumor (white arrow).

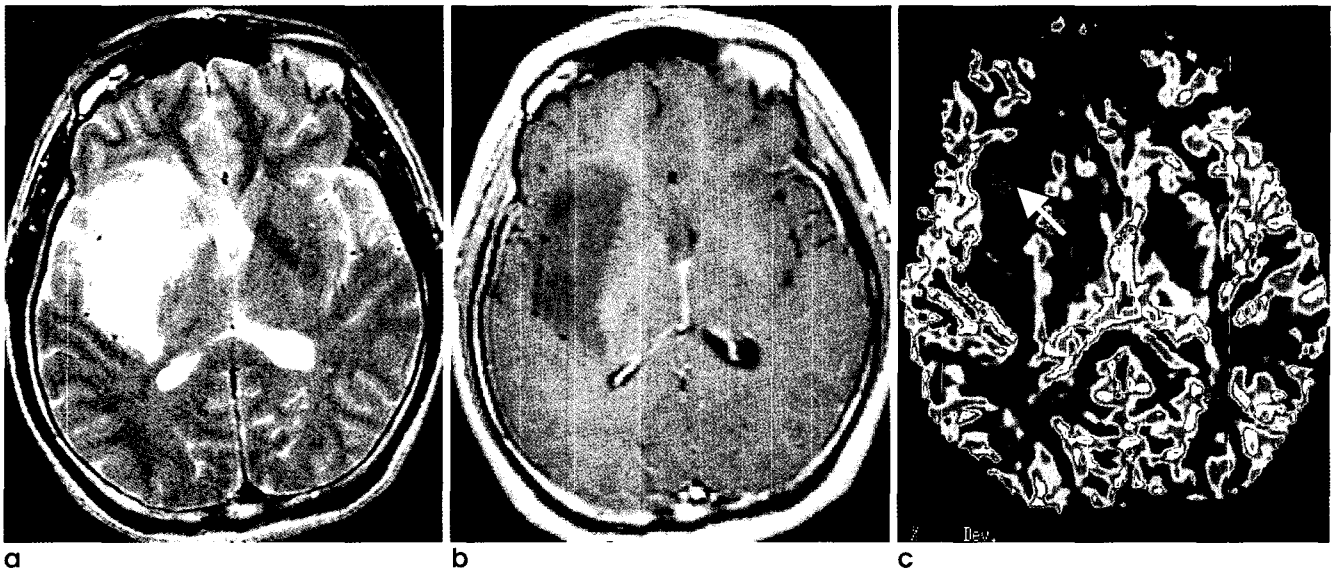


Fig. 4. Low-grade astrocytoma without contrast enhancement (Patient 16).
a. Axial T2- weighted image shows a mass of homogeneous hyper-intensity in right insular and external capsule area. **b.** A contrast-enhanced axial T1-weighted image shows no definite enhancement in the tumor. **c.** CBV map reveals a mild decrease of rCBV in the tumor (white arrow).

Lee 등 (8) 이 gradient-echo 펄스파형을 이용한 연구에서는 교아세포종 9예의 최대 rCBV 은 375-626%였고 저등급 성상세포종 4예의 최대 rCBV 은 97-385%로 통계적으로 유의한 차이가 있었고 저등급 성상세포종 중 1예만이 고등급 종양에 가까운 rCBV (385 %)을 보였다. 본 연구에서도 교아세포종은 모두 최대 rCBV이 400% 이상으로 저등급 성상세포종과 중복

되는 경우가 없었고 기존의 보고와 잘 일치하였다.

본 연구에 포함된 3예의 역형성 교종 (환자 8-10) 중 조영증강이 잘 되었던 1예 (환자 8)는 종양내 최대 rCBV이 502%로 증가되어 있었으나 조영증강이 되지 않았던 2예 (환자 9, 10)의 역형성 성상세포종은 모두 종양내 최대 rCBV가 300% 이하로 저등급 성상세포종에 해당하는 수치를 보였다. 일부 연구에

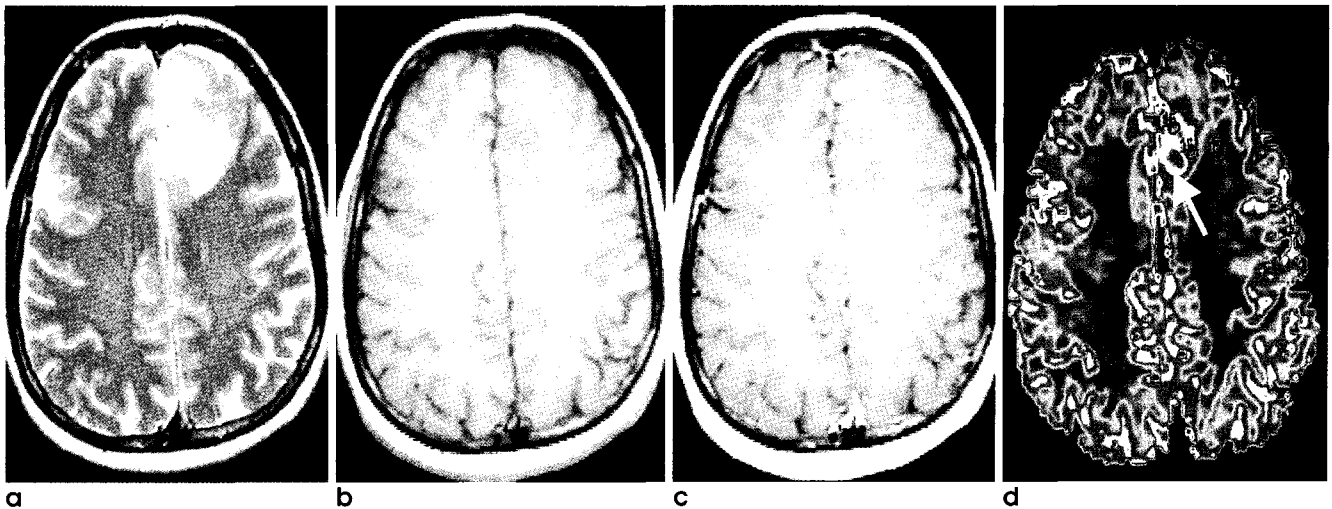


Fig. 5. Low-grade oligodendroglioma with focal contrast enhancement (Patient 11).

a. An axial T2-weighted image shows an ill-defined mass of hyper-intensity in left frontal lobe. **b, c.** Axial T1-weighted images before (b) and after (c) contrast infusion, respectively, show a small foci of contrast enhancement at anterior portion of the tumor. **d.** CBV map reveals a remarkable increase of rCBV at the cortical portion of the tumor (white arrow), which is not correspond to the foci of contrast enhancement.

의하면 관류영상에서 얻어지는 rCBV이 역형성 교종과 저등급 교종 사이에 유의한 차이가 있어 양자의 구분에 도움이 될 것이라고 하였다 (8, 9). 그러나 Sugahara 등 (5) 의 연구에 의하면 조영증강되지 않는 역형성 교종 4 예의 최대 rCBV는 저등급 교종과 유의한 차이가 없다고 하였고 이는 본 연구의 결과와 잘 일치되는 것이다. 이런 결과는 종양내 신생혈관은 충분히 발달하지 않아서 관류영상에서 뚜렷한 rCBV의 증가는 보이지 않지만 신경병리학적으로는 세포분열도(mitotic activity)의 증가, 다형성증(pleomorphism), 핵의 비정형성(nuclear atypia)이 있어 역형성 교종으로 판단하였기 때문일 것이다. 신경병리학자들은 정상세포종에서 신생혈관의 증식이 없어도 이런 세포학적 이상 소견이 보이면 역형성 정상세포종으로 진단하고 이런 환자들의 예후가 저등급 정상세포종 보다 나쁘다고 한다 (10). 그러나 이런 병리학적 판단이 종양의 생물학적 행동양상(biologic behavior)을 예측하는 유일한 지표인지는 의심스럽다. 병리학적으로 역형성 정상세포종으로 판단된 1예 (환자 10)는 자기공명영상에서 전형적인 저등급 교종의 소견을 보이고 rCBV도 매우 낮아서 (66%) 방사선학적으로는 고등급 종양으로 진단하기 어렵다. 이렇게 방사선학적 등급과 병리학적 등급간에 뚜렷한 차이를 보이는 증례는 추적 검사를 통하여 이 종양의 생물학적 행동양상을 확인할 필요가 있을 것으로 보인다.

환자 11은 경련발작을 주소로 내원한 저등급 핼지교종 증례로 수술 전 자기공명영상에서 국소적으로 조영증강되는 부분이 있었으나 조직학적으로는 고등급 종양을 시사할만한 소견이 없었다. 관류영상에서는 종양에 의해 침범된 뇌 피질을 중심으로 매우 높은 rCBV (1450 %)를 나타내어 교아세포종보다 높은

수치를 보였다 (Fig. 5). 김 등 (11)의 연구에 포함된 1 예의 저등급 핼지교종에서는 주위 정상 백질과 비슷하거나 오히려 낮은 rCBV로 보였는데 본 연구의 증례는 반대의 결과를 보였다. 핼지교종은 저등급이라 할지라도 정상세포종보다는 혈관이 풍부하여 종양내 출혈도 좀 더 흔한 것으로 알려져 있다 (12). 따라서 핼지교종은 관류영상에서 정상세포종과 다른 양상을 나타낼 가능성도 있을 것이다. 환자 11에서 관찰된 현상이 핼지교종이 뇌 피질을 침범하고 경련발작을 초래했을 때 나타나는 현상인지는 잘 알 수 없으며 앞으로 더 많은 경험이 필요할 것이다.

뇌 교종의 조영증강 정도와 rCBV의 관계를 보면 환자 11을 제외한 나머지 15예에서는 뚜렷이 조영증강되는 종양의 rCBV가 조영증강이 되지않거나 약하게 되는 종양의 rCBV 보다 현저히 높아서 서로 밀접한 관련이 있을 것으로 추정된다. 뇌 교종은 고등급 종양일수록 조영증강이 잘 되는 경향이 있으며 (2, 12) 이것은 주로 종양을 공급하는 신생혈관의 뇌 혈관 장벽(Blood Brain Barrier)이 치밀하지 않아 조영제가 간질공간(interstitial space)로 누출되어 나타나는 현상으로 이런 비정상적 신생혈관은 고등급 교종에서 많이 보인다고 한다 (13). 한편 관류영상에서 측정하는 rCBV치는 종양내에 위치하는 혈관의 용적, 즉 종양내에 혈관이 얼마나 풍부한가를 나타내므로 조영증강의 기전과 직접적 관계는 없으나 고등급 종양일수록 비정상적 종양혈관이 잘 발달하므로 rCBV도 증가할 것이다. 그러나 기존의 보고에 의하면 조영증강되는 부분이 반드시 rCBV이 증가된 부분과 일치하지는 않는다고 하였다 (9).

본 연구에서 사용한 gradient-echo echo-planar 펄스파형은 자화율 변화에 매우 예민한 펄스파형으로 종양내 심한 출혈이 있거나 자화율 변화가 심한 뇌기저부에 종양이 위치하면 관

최충근 외

류영상의 왜곡이 심해져 rCBV 측정이 어려운 경우가 있었다. 종양주위의 뇌동맥이나 정맥은 매우 높은 rCBV를 나타내었고 이들을 종양자체의 rCBV로 오인하지 않도록 각별한 주의를 기울일 필요가 있었다. 특히 뇌실주위에 위치한 종양은 뇌실주변에 정상적으로 존재하는 맥락총(choroid plexus)이나 상의 정맥(ependymal vein)을 잘 구분하여야 하였다. 정상 백질의 CBV 측정은 주변 뇌 피질과의 중복을 피하여야 하고 정상 백질도 부위 및 ROI의 크기에 따라 CBV 수치에 차이가 있으므로 가능하면 ROI를 크게 하고 2부위 이상을 측정하여 그 평균치를 사용하는 것이 좋을 것이다.

본 연구는 저자들의 초기 경험을 반영하는 것으로 대상의 숫자가 충분하지 않아 통계적 유의성을 가지기는 어렵다. 대뇌 교종의 등급판정에 있어 관류영상의 유용성은 앞으로 좀 더 많은 증례를 연구하여야 할 것으로 보이며 특히 조영증강되지 않거나 약하게, 또는 국소적으로 조영증강되어 고식적 자기공명영상에서 등급판정이 어려운 증례에서 rCBV의 변화를 알아보고 이를 병리소견과 연관 지어 분석하는 연구가 필요할 것이다. 또한 교종의 방사선 치료 후 생길 수 있는 방사선 괴사는 고식적 자기공명영상에서는 종양의 재발과 구분이 어려운데 관류영상을 이용하여 양자를 구분하는 연구도 유망한 분야로 판단된다.

결론

관류 자기공명영상을 이용한 rCBV은 교아세포종과 저등급 성상세포종은 분명히 구분되었으나 조영증강되지 않는 역형성 성상세포종과 저등급 성상세포종 간에는 차이가 없었다.

감사의 글

본 연구에 많은 도움을 준 자기공명영상실 방사선사 여러분과 자료정리에 수고한 조정혜씨에게 감사를 드린다.

참고 문헌

1. Burger PC, Vogel FS, Green SB, Strike TA. Glioblastoma multi-

forme and anaplastic astrocytoma: pathologic criteria and prognostic implications. *Cancer* 1985;56:1106-1111

2. 장기현, 최충근, 서정호 외 7명. 성인 성상세포종의 자기공명영상에 의한 악성도 판정. *대한방사선의학회지* 1994;31(3):377-384

3. Glantz MJ, Burger PC, Herndon II JE, et al. Influence of the type of surgery on the histologic diagnosis in patient with anaplastic gliomas. *Neurology* 1991;41:1741-1744

4. Aronen HJ, Gazit IE, Louis DN, et al. Cerebral blood volume maps of gliomas: comparison with tumor grade and histologic findings. *Radiology* 1994;191:41-51

5. Sugahara T, Korogi Y, Kochi M, et al. Correlation of MR imaging-determined cerebral blood volume maps with histologic and angiographic determination of vascularity of gliomas. *AJR* 1998;171(6):1479-1486

6. Kleihues P, Burger PC, Scheithauer BW. *Histologic typing of tumors of the central nervous system*. 2nd ed. Berlin, Germany: Springer-Verlag, 1993;11-30

7. Rosen BR, Belliveau JW, Buchbinder BR, et al. Contrast agents and cerebral hemodynamics. *Magn Reson Med* 1991;19:285-292

8. Lee SJ, Kim JH, Kim YM, et al. Perfusion MR imaging in gliomas: comparison with histologic tumor grade. *Korean J Radiol* 2000;2:1-7

9. Knopp EA, Cha S, Johnson G, et al. Glial neoplasms: dynamic contrast-enhanced T2*-weighted MR imaging. *Radiology* 1999; 211:791-798

10. Fulling KH, Garcia DM. Anaplastic astrocytoma of the adult cerebrum: prognostic value of histologic features. *Cancer* 1985; 55(5):928-931

11. 김홍대, 장기현, 송인찬 외 5명. 뇌종양의 관류 자기공명영상: 예비보고. *대한자기공명의과학회지* 1997;1: 119-124

12. 최충근, 장기현, 한문희, 윤현기, 지세근. 대뇌의 꺾지고종: 역형성 변화의 자기공명영상 소견. *대한방사선의학회지* 1995;33(4): 495-500

13. Long DM. Capillary ultrastructure and the blood-brain barrier in human malignant brain tumors. *J Neurosurg* 1970;32:127-144

Perfusion MR Imaging of Cerebral Gliomas: Comparison with Histologic Tumor Grade

Choong-Gon Choi¹, Ae-Kyung Jung¹, Jung-Hoon Kim², Shin Kwang Kang³, Ho Kyu Lee¹

¹Department of Radiology, Asan Medical Center, Univeristy of Ulsan College of Medicine

²Department of Neurosurgery, Asan Medical Center, Univeristy of Ulsan College of Medicine

³Department of Pathology, Asan Medical Center, Univeristy of Ulsan College of Medicine

Purpose : Our purpose was to compare maximum relative cerebral blood volume (rCBV) with histologic grade of cerebral gliomas.

Materials and methods : First-pass perfusion MR imaging was performed preoperatively in 16 patients with pathologically proven cerebral gliomas (7 glioblastoma, 2 anaplastic astrocytoma, 1 anaplastic oligodendroglioma, 5 low-grade astrocytoma, and 1 low-grade oligodendroglioma). Maximum rCBV was compared with histologic diagnosis and grade of the tumor.

Results : Maximum rCBVs of glioblastomas were in the range of 433 %-1330 % (average, 790 %), as compared with those of contra-lateral normal white matters. Maximum rCBVs of two non-enhancing anaplastic astrocytomas were 66 % and 284 %, respectively. Maximum rCBV of one well-enhancing anaplastic oligodendroglioma was 502 %. Maximum rCBVs of low-grade astrocytomas were in the range of 80 %-369 % (average, 202 %). Maximum rCBV of one low-grade oligodendroglioma was 1450 %, even higher than those of glioblastomas.

Conclusion : Maximum rCBV was higher in glioblastoma than in low-grade astrocytoma without overlapping. However, there was no difference of maximum rCBV between non-enhancing anaplastic astrocytoma and low-grade astrocytoma.

Index words : Brain, perfusion; Brain, MR; Brain, tumor

Address reprint requests to : Choong-Gon Choi, Department of Radiology, Asan Medical Center,
Univeristy of Ulsan College of Medicine,
Tel. 82-2-2224-4400, 4374 Fax. 82-2-476-4719 E-mail: cgchoi@www.amc.seoul.kr