

◆ 원 저 ◆

Elliptical Centric과 TRICKS 기법의 임상 적용에 관한 유용성 연구

김새씩¹ · 구은회^{1,2} · 동경래^{3,4} · 권대철⁵ · 이재승^{2,6} · 조재환^{7,8} · 박창희⁹

¹서울대학교병원 영상의학과 · ²순천향대학교 물리학과 · ³광주보건대학교 방사선과 ·
⁴조선대학교 원자력공학과 · ⁵신흥대학교 방사선과 · ⁶한동대학교 선린의료원 방사선종양학과 ·
⁷경산1대학교 방사선과 · ⁸순천향대학교 컴퓨터공학과 · ⁹대구보건대학교 방사선과

Elliptical Centric Techniques and Tricks About the Usefulness of the Clinical Application

Sae Ssak Kim¹ · Eun Hoe Goo^{1,2} · Kyung Rae Dong^{3,4} · Dae Chel Kweon⁵ ·
Jae Seung Lee^{2,6} · Jae Hwan Cho^{7,8} · Chang Hee Park⁹

¹Department of Radiology, Seoul National University Hospital ·

²Department of Physics, Soonchunhyang University ·

³Department of Radiological Technology, Gwangju Health College University ·

⁴Department of Nuclear Engineering, Chosun University ·

⁵Department of Radiologic Science, Shin Heung College University ·

⁶Department of Radiation Oncology, Sunlin Medical Center, Handong Global University ·

⁷Department of Radiological Science, Gyeongsan University College ·

⁸Department of Computer Engineering, Soonchunhyang University ·

⁹Department of Radiologic Technology, Daegu Health College

Abstract

To prospectively determine the diagnostic performance a combination of standard bolus-chase magnetic resonance (MR) angiography and MR angiography with time-resolved imaging of contrast kinetics (TRICKS) for depicting severity of the head and neck vascular diseases. Over a period of two months, A total of 100 patients(average ages : 50 ± 8 , male : 60, female : 40) with head and neck vascular diseases were performed on the GE excite 3.0 T units with 8-channel head coil and 4-channel NV coil. Imaging

Received April 07, 2011/ 1st Revised April 29, 2011/ 2nd Revised

May 15, 2011/ Accepted for Publication June 02, 2011

Corresponding Author: 구은회

(110-744) 서울시 종로구 연건동 28번지

서울대학교병원 영상의학과

Tel: 02) 2072-3947 Fax: 02) 831-2880

E-mail: eunhoegoo@gmail.com

parameters for a typical study were as follow: SBC(TR/ TE/ FA/ SliceThicken./ Slab/ Freq./ FOV/ BW/ Scan Time) = 5.4/ min/ 30/ 2/ zip2/ 70/ 224x448/ 30/ 62.50/ 28, TRICKS(TR/ TE/ FA/ Slice Thicken/ Slab/ Freq./ FOV/ BW/ Temp Res./ Scan Time = 3.6/ min/ 25/ 4/ 30/ 160 x 384, zip512/ 30/ 100/ 1 to 1.5/ 23). The analysis of all MR images, which have respect-ively classified two techniques into some diseases. The results of the former were divided into two groups(SBC, TRICKS)with 4 grading of two reader, respectively. Wilcoxon signed rank test was used to determine if a significant difference between imaging techniques existed($p < 0.05$). In 33 of 100 patients, arterio-venous malformation was 11% at TRICKS, subclavian vein stenosis : 8%, fistular sinus : 4%, jugular vein stenosis:6%, Middle Cerebral Artery bypass surgery : 4%, $p < 0.05$). The rest of 67 patients were considered as the results of SBC(14% in the basilar artery stenosis, carotid stenosis : 16%, vertebral stenosis : 17%, central neuro- cytoma : 5%, meningioma : 5%, Not appliable : 10%, $p < 0.05$). Sensitivity and specificity of TRICKS MR angiography in SVS, FS, JVS, MCABS were improved compared with those at standard MR angiography. In SBS MR angiography which were improved in BAS, CS, VS, CN, Meningioma. In conclusion, TRICKS MR angiography of the SVS, FS, JVS, MCABS is superior to standard MR angiography regarding the number of diagnostic grading. The SBS MR angiography were improved in BAS, CS, VS, CN, Meningioma, and assessment of the degree of luminal narrowing on both TRICKS and SBS.

Key Words : MR angiography, TRICKS, Vascular diseases, SBC

I. 서론

자기공명영상술(magnetic resonance imaging: MRI)의 임상이용이 보편화 된 이후 가장 활발한 발전을 보이는 분야가 자기공명혈관조영술과 급속 영상법(Fast Imaging)이라 할 수 있다. 그 중 자기공명혈관조영술은 기존의 혈관조영술이 갖는 단점인 침습성이 없어 합병증, 입원 등의 부담이 없이 쉽게 사용할 수 있다는 장점이 있으므로 앞으로 임상이용이 급속히 늘어가고 있는 추세이다. 유속신호 강조효과와 같이 혈관이 밝게 나오는 영상에서 혈관 이외의 곳에서 나오는 신호를 억제시키면 혈관만 보이는 영상이 된다. 인체 내의 혈관은 3차원 공간에 분포되어 있으므로 혈관영상을 3차원까지 확장시킨 것이 자기공명혈관조영술(magnetic resonance angiography: MRA)이다.^{1~2} 조영증강 MRA의 원리는 상자성물질 조영제 Gd-DTPA를 정맥주사하여 혈액의 T1 이완시간을 매우 짧게 만들고 GE 펄스시퀀스의 짧은 TR과 TE를 행하며 heavily T1 강조영상을 획득하는 것이다. 이때 주변조직들은 포화가 심하게 일어나서 아주 작은 신호를 만드는데 비해 혈액은 조영제에 의해 T1 이완시간이 수십 sec 정도로 짧아져 있으므로 상대적으로 포화가 적어 우수한 대조도 영상을 얻을 수 있다. 또한 TR을 아주 짧게 하므로 3D 기법을 적용하더라도 짧은 시간에 영상 획득이 가능하다(Fig. 1).

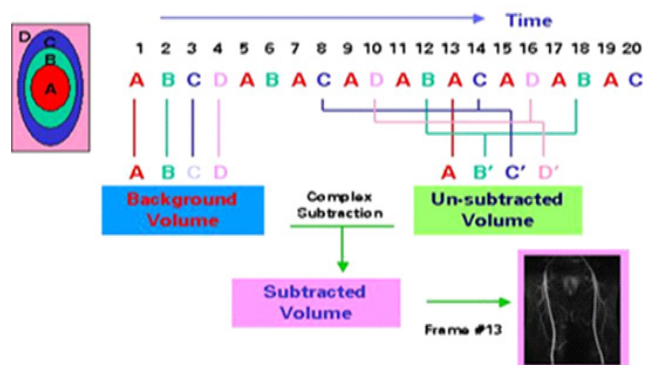


Fig. 1. TRICKS of the K-space filling technique. When I saw the scan time to 20 seconds background volume data are obtained and injection time of 4 seconds and a quarter of the total test time is two hours filled with K-space is at a time three seconds later. The final images after injection, drew images in the video before the subtraction is an imaging.

II. 대상 및 방법

자기공명혈관조영술의 기법은 크게 고식적 자기공명혈관조영술과 조영제를 사용하는 조영증강 자기공명혈관조영술이 있다. 고식적인 방법은 신호의 위상(Phase)를 이용한 위상차기법(phase contrast: PC)과 신호크기를 이용한 신호크기법(time-of-flight: TOF)이 있

다.^{3~7} 그리고 조영제 증강 자기공명혈관조영술기법 (contrast enhanced magnetic resonance angiography: CE-MRA)이 있다. 현재 자기공명혈관조영술의 유용성이 증가되는 추세이고 질병과 상관없이 임상의 기존 기법으로써 조영제를 주입한 기법으로 Elliptical Centric기법을 일반적으로 적용하고 있다. 따라서 본 연구에서는 질병에 따라 두 기법의 적용이 보고된바 없기 때문에 보다 정확한 정보를 제공하기 위하여 질병에 알맞은 TRICKS기법이나 Elliptical Centric기법의 적합한 기법을 선택하여 임상적 유용성에 대해 알아보고자 하였다.

III. 연구대상 및 방법

본원에 내원하는 환자로 평균 연령이 50±8세로 남성 60명, 여성 40명 총 100명을 대상으로 실시하였다. 대상자들의 검사 결과 뇌동정맥기형(AVM, artery venous malformation) 5명, 뇌종양(tumor) 10명, 뇌경색(infarct) 20명, 뇌혈관협착(stenosis) 30명, 중대뇌동맥(middle cerebral artery) Bypass 5명, 두개동 종양(sinus mass) 10명, 기타 20명의 결과가 나왔다. 장비는 3.0 Tesla 자기공명영상기기(Excite GE system)와 8채널 표면코일(8 channel head coil)과 4채널 표면코일(4 channel neck vascular coil)을 사용하였다. Elliptical Centric기법의 영상변수로는 TR/TE = 5.4/min, flip angle = 30°, matrix = 224 x 448, FOV = 30, slice thickness/slab = 2/70, bandwidth = 62.50, scan time = 28초로 영상을 얻었다. TRICKS기법의 영상변수는 TR/TE = 3.6/min, flipangle = 25°, matrix = 160 x 384, FOV = 30, slice thickness/slab = 4/30, bandwidth = 100, scan time = 23초로 얻었다. 조영제 주입방법은 flow rate 1.5 ml/sec로 일률적으로 조영제를 10 cc와 생리

식염수 1.5 ml/sec로 25 cc를 정맥 주입하였다. 정성적 영상평가는 대상자 100명 모두에서 영상의 artifact 유무, 혈관의 뚜렷한 경계 여부, 정확한 병변 묘출을 구분으로 판독 할 때에 아주 좋음 5점, 좋음 4점, 보통 3점, 나쁨 2점, 아주 나쁨 1점으로 나누어 평가하였다. 분석방법에는 재검사건수와 검사 전 판독의의 소견과 검사 후 영상에 대한 판독의의 소견으로 분석하였다. 유의성의 평가는 Student t-tset를 이용하였다.

IV. 결 과

대상자 100명의 정성적 평가에 있어서 인공물의 유무, 혈관 구별, 병변 묘출, 영상 감속을 점수로 나타내었다. 인공물 유무의 점수는 인공물이 없을수록 높은 점수를 나타내었고 인공물이 있을수록 낮은 점수를 나타내었다. 대상자의 전체 영상의 인공물 유무의 평균점수는 2.90±0.81이었다. TRICKS기법으로 검사한 영상의 인공물 유무의 평균점수는 4.20±0.85이었으며 Elliptical Centric기법으로 검사한 영상의 인공물 유무의 평균점수는 2.76±0.68로 TRICKS기법으로 검사한 영상의 인공물이 적었음을 알 수 있었다. 대상자의 전체 영상의 혈관 구별 평균점수는 2.74±0.72이었다. TRICKS기법의 영상의 혈관 구별 평균 점수는 3.60±0.89이었고 Elliptical Centric기법 영상의 혈관 구별 평균점수는 2.64±0.65로 TRICKS기법 영상의 혈관 구별이 우수성을 알 수 있었다. 영상 전체의 병변의 묘출의 정도 평균 점수는 3.88±0.77로 나타났다. TRICKS 기법 영상의 병변 묘출 평균 점수는 4.85±0.45이었고 Elliptical Centric기법 영상의 병변 묘출 평균점수는 3.78±0.74로 나타났다. TRICKS기법 영상의 병변 묘출 평균점수가 Elliptical Centric기법 영상의 병변 묘출 평균점수보다 높게 나타났지만 두 기법 모두 높은 점수로 나타났다. 영상 전체의 영상 감속(Subtraction)의

Table 1. Subjects the entire video, TRICKS imaging techniques, Elliptical Centric imaging techniques the average score of

	Artifacts	Blood vessels	Lesions	Subtraction
Average score	2.90±0.81	2.74±0.72	3.88±0.77	2.32±0.96
TRICKS	4.20±0.85	3.60±0.89	4.85±0.45	4.40±0.54
Elliptical Centric	2.76±0.68	2.64±0.65	3.78±0.74	2.09±0.67

Table 2. Disease, according to the presence of image artifacts, vascular differentiation, myochul lesions, the average scores of video slow

	Artifacts	Blood vessels	Lesions	Subtraction
AVM(5%)	4.50±0.71	3.00±0.00	5.00±0.00	4.50±0.71
Tumor(10%)	3.00±0.71	2.60±0.55	3.80±0.84	2.40±0.55
Infact(10%)	3.20±0.84	2.60±0.55	4.00±0.71	2.00±0.71
Stenosis(30%)	2.80±0.68	2.40±0.51	3.47±0.63	2.07±0.70
MCA bypass(5%)	4.00±1.00	4.00±1.00	4.67±0.58	4.33±0.58
Sinu smass(10%)	2.60±0.55	3.20±0.84	4.00±1.00	2.00±0.71
Other(20%)	2.53±0.64	2.73±0.70	3.93±0.70	2.07±0.70

정도를 나타내는 평균점수는 2.32±0.96로 나타났다. TRICKS기법 영상의 영상 감속 정도의 평균점수는 2.32±0.96로 나타났고 Elliptical Centric기법 영상의 영상 감속 정도의 평균점수는 2.09±0.67로 나타났다. 결과로 보아 TRICKS기법의 영상이 Elliptical Centric 기법의 영상보다 영상 감속이 잘됨을 알 수 있었다 (Table 1).

대상자의 질병에 따라 인공물 유무, 혈관 구별, 병변 묘출, 영상 감속의 평균 점수를 알아보았다. 그 결과 AVM환자는 전체 대상자의 5%로 인공물 유무의 평균점수 4.50±0.71, 혈관 구별의 평균 점수 3.00±0.00, 병변 묘출의 평균점수 5.00±0.00, 영상 감속의 평균점수 4.50±0.71로 나타났다. Tumor환자는 전체 대상자의 10%로 인공물 유무의 평균점수 3.00±0.71, 혈관 구별의 평균점수 2.60±0.55, 병변 묘출의 평균점수 3.80±0.84, 영상 감속의 평균점수 2.40±0.55로 나타났다. Infact 환자의 경우 전체 대상자의 10%로 인공물 유무의 평균점수 3.20±0.84, 혈관 구별의 평균점수 2.60±0.55, 병변 묘출의 평균점수 4.00±0.71, 영상 감속의 평균점수 2.00±0.71로 나타났다. Stenosis 환자의 경우는 전체 대상자의 30%로 인공물 유무의 평균점수 2.80±0.68, 혈관 구별의 평균점수 2.40±0.51, 병변 묘출의 평균점수 3.47±0.63, 영상감속의 평균점수 2.07±0.70로 나타났다. MCA bypass환자는 전체의 5%로 인공물 유무의 평균점수 4.00±1.00, 혈관 구별의 평균점수 4.00±1.00, 병변 묘출의 평균점수 4.67±0.58, 영상 감속의 평균점수 4.33±0.58로 나타났다. Sinus mass환자는 전체의 10%로 인공물 유무의 평균점수 2.60±0.55, 혈관 구별의 평균점수 3.20±0.84, 병변

묘출의 평균점수 4.00±1.00, 영상 감속의 평균점수 2.00±0.71로 나타났다. 기타병변의 환자들의 인공물 유무의 평균점수 2.53±0.64, 혈관 구별의 평균점수 2.73±0.70, 병변 묘출의 평균점수 3.93±0.70, 영상 감속의 평균점수 2.07±0.70로 나타났다. 종합적으로 보았을 때 인공물 유무의 평균점수는 AVM > MCA bypass > Infact > Tumor > Stenosis > Sinus mass > 기타 질병 순으로 낮아졌다. 혈관 구별의 평균점수는 MCA bypass > Sinus mass > AVM > Tumor, Infact > 기타 > Stenosis 순으로 낮아졌다. 병변 묘출의 평균점수는 AVM > MCA bypass > Infact > Sinus mass > 기타 > Stenosis 순으로 낮아졌다. 마지막으로 영상 감속의 평균점수는 AVM > MCA bypass > Tumor > Stenosis, 기타 > Infact > Sinus mass 순으로 낮아졌다 (Table 2)(Fig. 2,3,4,5,6,7).

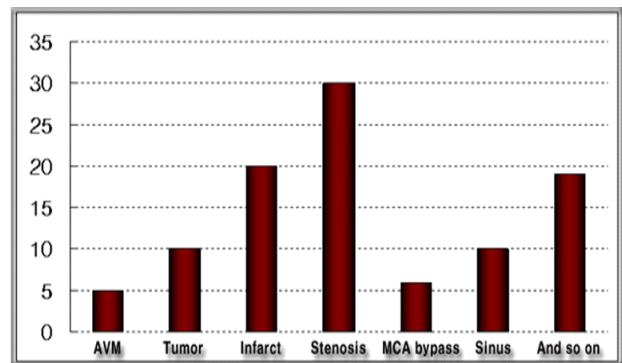


Fig. 2. Distribution of subjects with disease AVM 5 of a total of 100 patients, Tumor 10 patients, Infact 20 patients, Stenosis 30 patients, MCA bypass 5 patients, Sinus 10 patients were other 20 patients.

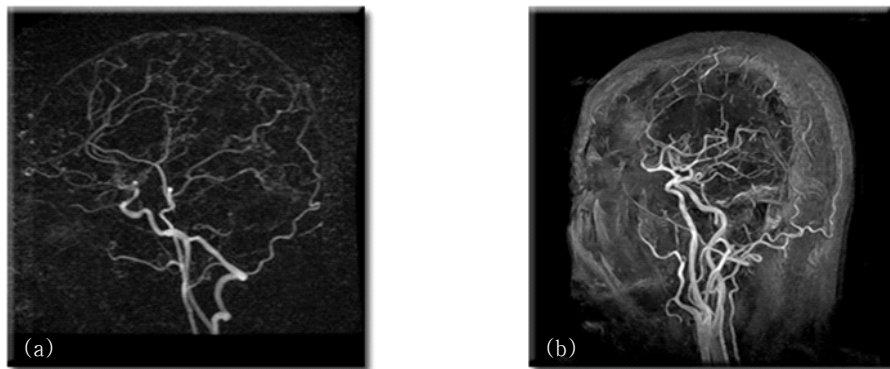


Fig. 3. Normal patients (a) TRICKS technique and (b) Elliptical Centric Technique comparison video. (a) imaging technique video slow TRICKS (subtraction) was done well to acquire data continuously looks small blood vessels leads. While (b) Scheme of the images in the Elliptical Centric (a) SNR than imaging (SNR) to obtain a higher data continuously Since the injection point, if I meet seems to cut off the small blood vessels. And images do not fare so well around the deceleration appears unnecessary signal.

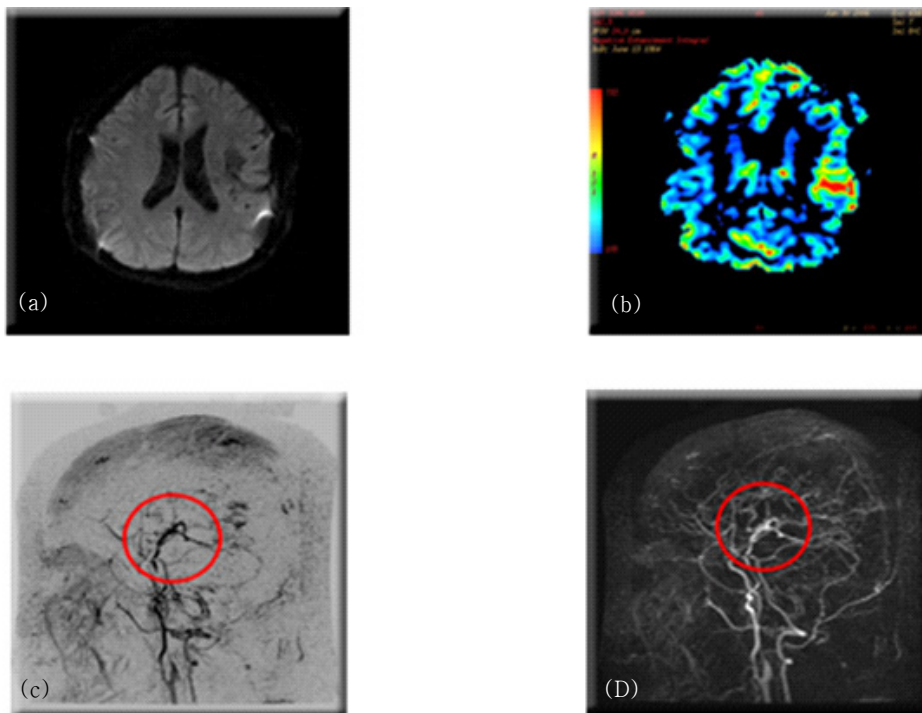


Fig. 4. TRICKS MCA bypass patients scanned imaging techniques. (a) DWI (diffusion weighted imaging) diffusion coefficient of the organization as a way to get an image according to the blood supply to the initial stroke as well if not T2, T1 can not detect whether a special or DWI The site contains more than fly through. (b) perfusion imaging (perfusion) as a brain hemodynamics can easily observe the phenomenon in order to ensure rapid gadolriumgwa paramagnetic contrast agent is injected contrast material in the brain by measuring the change in susceptibility over time through the day (fast pass) and the technique is difficult to diagnose early stages of cerebral infarction is useful for. (c) TRICKS Invert a video image, (d) TRICKS imaging observations of the middle cerebral artery was well.



Fig. 5. TRICKS imaging of AVM patients. (a) that the injection of contrast imaging to examine cerebral arteries as well IS observed (b) imaging contrast agent over time as the delayed image as the flow of small blood vessels and the entire cerebral venous enhancement is still observed Can.

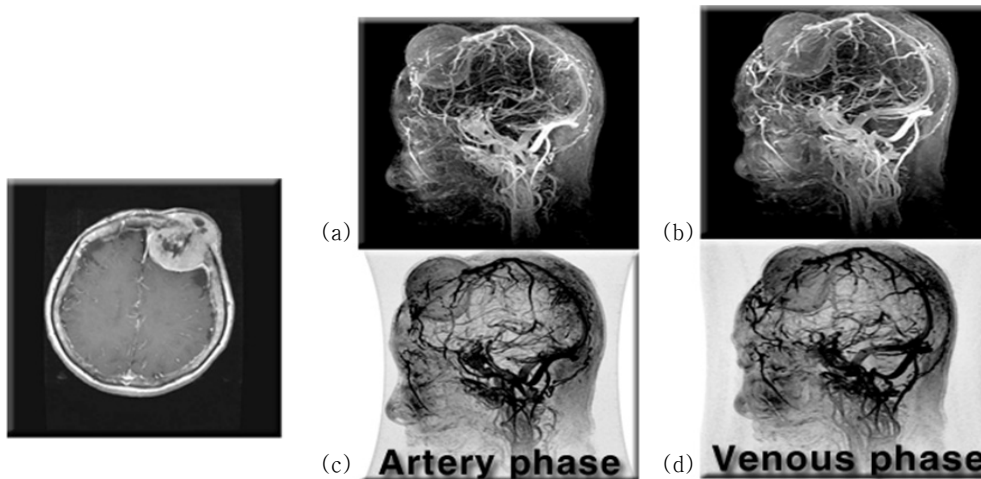


Fig. 6. Sinus mass Elliptical Centric images of patients (a) video image which is the artery phase (c) images of (a) Invert the image is the image was. (b) venous phase images are projected (d) images (b) Invert the image is the image was.

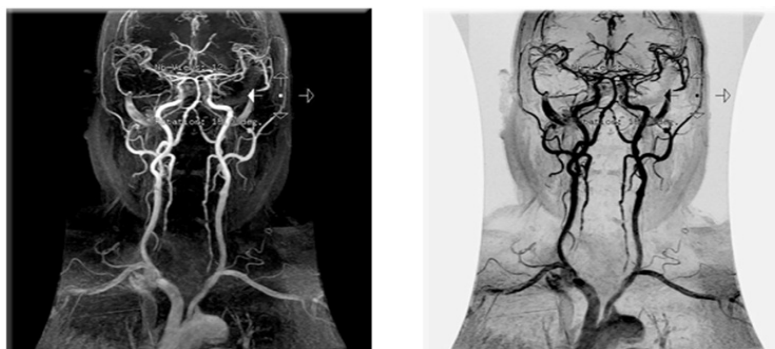


Fig. 7. VS Elliptical Centric images of the patient. Stenosis in Patients with Elliptical Centric image (a) images of common carotid artery (common carotid artery), outside the neck arteries (external carotid artery), sokmokdongmaek (internal carotid artery), vertebral artery (vertebral artery), Jangmitdongmaek (subclavian artery) is a good show enhancement. (b) images of (a) Invert the image is the image was.

V. 고찰

뇌혈관질환이 의심될 때 기존에는 침습적인 혈관조영술로 검사를 많이 하였다. 그러나 자기공명혈관조영술의 기술 발달로 비침습적으로 뇌혈관을 검사하여 자기공명혈관조영술에 집중되는 추세이다. 특히 뇌경색환자의 대부분이 고령이며 혈관의 굴곡이 심하고 동맥경화의 요인이 기저질환으로 있을 가능성이 높아 뇌혈관조영술의 부작용으로 뇌색전증을 유발할 위험도 있어 쉽게 뇌혈관조영술을 실시하지 못한다.^{8~10} 따라서 자기공명혈관조영술이 유용해짐에 따라 기존의 TOF, PC기법 이외의 기존에 Elliptical Centric기법으로 대부분의 질병을 검사하였다면 이 연구에서는 질병에 따라 Elliptical Centric기법과 TRICKS기법을 선택적으로 하여 환자에게 더욱더 정확한 검사를 제공하여 재검사를 줄이는 방법을 고안하였다. 그리고 더욱 정확한 정보를 제공하기 위해서는 조영제 주입시점도 중요하다. 고화질의 조영증강 자기공명혈관조영술 영상을 얻기 위해서는 조영제의 양(dose)과 조영제 주입시간을 적절하게 선택하여야 한다. 일반적으로 조영제의 양을 증가할수록 혈액의 T1이 더 짧아져서 혈액이 더 고신호 강도로

보이게 된다. 하지만 과도한 양의 조영제를 사용하는 경우 상자성 조영제의 T2효과가 증가하여 오히려 혈액의 신호 강도가 감소하게 된다.^{11~12} 결정된 조영제의 양을 주입하는 시간은 혈액의 T1을 효과적으로 짧게 하기 위해서는 해당 혈관에 조영제가 고농도를 유지한 상태로 전달되어야 하므로 일반적으로 bolus 형태로 빠르게 주입하여야 한다.^{5~8}

MCA bypass환자의 경우 천측두동맥에 있는 작은 혈관을 중대뇌동맥에 연결해주는 시술은 받은 환자로 작은 혈관들의 연결을 잘 관찰하여 하는데 TRICKS기법의 장점인 연속적인 데이터를 얻는 방식으로 작은 혈관들이 끊어져 보이지 않고 연결되어 MCA bypass환자의 병변을 관찰하기 용이하였다. Fig. 8의 영상은 판독실에서 재검사가 요청된 환자로써 판독실의 요구 사항이 JVS(jugular vein stenococclusive)질병인 경우는 Artery를 보기 위해 사전포화방향을 아래로 하여 2D TOF를 받아 정맥이 나오게 검사하고 TRICKS검사를 요구하였다. 2D TOF기법은 정맥과 같이 상대적으로 혈류의 속도가 느린 경우에도 포화에 의한 혈류 신호의 감소 없이 혈관조영을 할 수 있어 유속이 느린 혈관의 조영에 매우 유용하다.

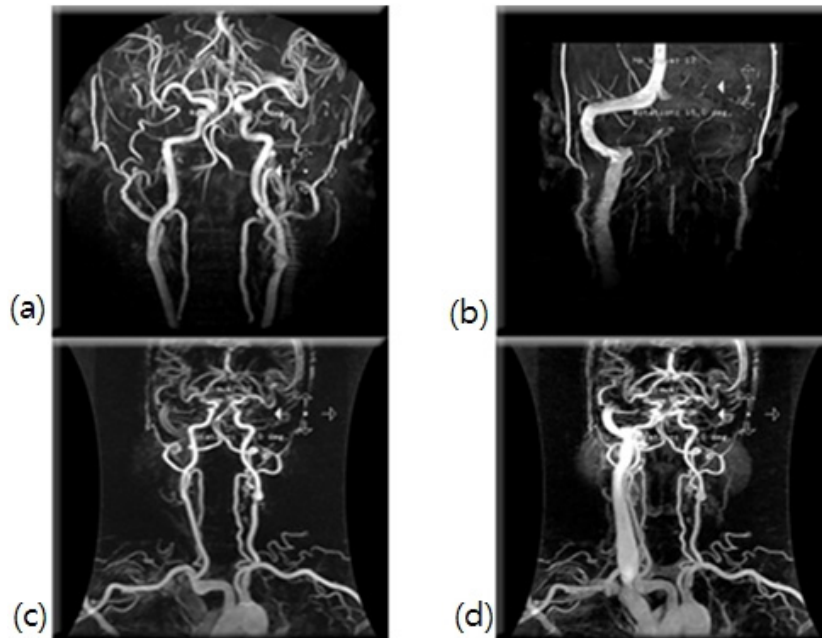


Fig. 8. 2-D TOF (a, b) and three-dimensional TRICKS (c, d) images. Jugular vein stenococclusive patient (a) 2D TOF imaging in the artery phase images and (b) venous phase images in the video image is a 2D TOF. (c) artery phase imaging using the TRICKS technique, and (d) venous phase imaging using the TRICKS technique is visual. Taken together it can be seen that the left does not flow noejeongmaekyi.

V. 결론

뇌혈관 질병에 따라 Elliptical Centric 기법과 TRICKS 기법의 임상 적용의 유용성을 알아보고자 하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. AVM 질병과 MCA bypass 질병의 경우 TRICKS 기법이 유용하였다.
2. Tumor, Infact, Stenosis, Sinus mass 질병의 경우 Elliptical Centric 기법이 유용하였다.

TRICKS 기법은 영상 감속이 잘되어 인공물을 최소화할 수 있었으며 신호대 잡음비는 감소하지만 Phase 영상을 얻을 수 있다. 그리고 기존의 Elliptical Centric 기법만을 이용하는 것이 아니라 질병에 따라 TRICKS 기법을 사용한다면 재검사 건수를 줄이고 더욱더 정확한 검사 정보를 제공 할 수 있을 것이라 사료된다.

참고문헌

1. Laub G. Displays for MR angiography. *Magn Reson Med* 1990; 14: 222-9.
2. Chung TS, JOO JY, LEE SK. Evaluation of cerebral aneurysms high-resolution MR angiography using a section interpolation technique : correlation with digital subtraction angiography. *AM J Neuroradiol* 1999; 20: 229-35.
3. Yamamoto M, Jimbo M, Kobayashi M, Toyoda C, Ide M, Tanaka N, et al. Long-term results of radiosurgery for arteriovenous malformation: neurodiagnostic imaging and histological studies on angiographically-confirmed nidus obliteration. *Surg Neurol* 1992; 37: 219-30.
4. Newell DW, Schuster JM, Avellino AM. Intracranial-to-intracranial vascular anastomosis created using a microanastomotic device for the treatment of distal middle cerebral artery aneurysms. *J Neurosurg* 2002; 97: 486-91.
5. Keller PJ, Drayer BP, Fram EK, Williams KD, Dumoulin CL, Souza SP. MR angiography with two-dimensional acquisition and three-dimensional display: work in progress. *Radiology* 1989; 173: 527-32.
6. Wilman A H, Riederer S J, King B F, Debbins J P, Rossman P J, Ehman R L. Fluoroscopically triggered contrast-enhanced three-dimensional MR angiography with elliptical centric view order: application to the renal arteries. *Radiology* 1997; 205: 137-46.
7. Snidow J J, Johnson M S, Harris V J, Margosian P M, Aisen A M, Lalka S G, et al. Three-dimensional gadolinium-enhanced MR angiography for aortoiliac inflow assessment plus renal artery screening in a single breath hold. *Radiology*. 1996; 198: 725-32.
8. Zhitong Z, Lin M, Liuquan C, Youquan C, Xianghui M. Time-resolved contrast-enhanced MR angiography of intracranial lesions. *J Magnetic Resonance Imaging* 2008; 27: 692-9.
9. Leung D A, Davis G C, Pfammater T, Krestin G P, Debaton J E. Contrast-enhanced, three-dimensional MR angiography. *Radiology* 1996; 200: 569-71.
10. Lee K E, Choi C G, Choi J W. Detection of residual brain arteriovenous malformations after radiosurgery : diagnostic accuracy of contrast-enhanced three-dimensional time of flight MR angiography at 3 Tesla. *Korean Journal of Radiology* 2009; 10: 333-9.
11. Anzalone N, Scotti R, Ladanza A. MR angiography of the carotid arteries and intracranial circulation : advantage of a high relaxivity contrast agent. *Neuroradiology* 2006; 48: 9-17.
12. Menke J. Carotid MR angiography with traditional bolus timing : clinical observations and Fourier-based modeling of contrast kinetics. *European radiology* 2009; 19: 2654-62.