

A Study on Selection of Optimal Imaging Diagnostic Device for Cerebral Angiography: Focusing on MRA, CTA, and DSA Imaging Diagnosis Devices

Jung-Su Byun, Eun-Hoe Goo*

Department of Radiological Science, Cheongju University

Received: October 16, 2017. Revised: December 11, 2017. Accepted: December 31, 2017

ABSTRACT

The objective of this study was to find the optimum test device for the cerebral blood vessels by comparing and analyzing the SNR and CNR methods for images of three devices (i.e., MRA, CTA, and DSA). The study targeted 90 patients who underwent cerebral angiography from November 2016 to May 2017. The measuring parts were measured by using Rt MCA, Lt MCA, and ACA Image J. The results of quantitative analysis showed that the mean SNR of MRA, the CNR of MRA, the signal strength of MRA, the mean SNR of CTA, the CNR of CTA, the signal strength of CTA, the SNR of DSA, the CNR of DSA, and the signal strength of DSA were evaluated as 254.87, 178.13, 326.81, 74.75, 62.2, 356.66, 26.85, 25.89, and 4400.69, respectively ($p < 0.05$). As a result, both SNR and CNR methods measured it in the order of MRA > CTA > DSA. Statistical significance was determined by using ANOVA analysis at $p < 0.05$ and Bonferroni method was used as a post-hoc analysis SPSS. In conclusion, the results of this study revealed that the optimum imaging devices were MRA, CTA, and DSA after evaluating randomly selected patients with cerebrovascular disease.

Keywords: Signal to Noise Ratio, Contrast to Noise Ratio, Digital Subtracted Angiography, Magnetic Resonance Angiography, Computed Tomography Angiography

I. INTRODUCTION

뇌혈관 질환은 노년층에서 전 세계적으로 사망이나 불구를 유발하는 가장 흔한 질병이다.^[1] 미국에서는 사망원인 3위에 해당되며, 매년 500,000명의 환자가 발생하고 이중 150,000명 정도가 사망한다.^[2] 우리나라의 경우 뇌혈관질환은 3대 사망원인(암, 심장질환, 뇌혈관질환) 중 하나이며 사망률은 2013년 50.3%에서 2014년 48.2%로 2.1% 하락했으나 여전히 높은 사망률을 보이고 있다.^[3] 뇌혈관 질환은 죽상 동맥경화성 뇌경색증, 고혈압성 뇌 실질내 출혈, 모야모야병, 두개강 내 동정맥 기형, 두개강 내 동, 정맥 염증, 뇌동맥류, 심인성 색전증 등으로 분류할 수 있으며, 고혈압, 당뇨병, 심장질환, 심

근경색, 심방세동 환자에게서 뇌경색 발병률이 높은 것으로 알려져 있다.^[4] 뇌는 체중의 약 2%를 차지하며 체내 산소 공급의 20%를 소비한다.^[5] 뇌혈관은 뇌에 산소와 영양소를 공급하는 중요한 역할을 하기 때문에 다른 장기를 지나는 혈관과는 다른 독특한 구조를 가지며,^[6] 뇌 조직은 특히 산소의 공급에 민감하기 때문에 뇌 조직에 충분한 산소가 공급되지 못하면 해당 부분의 활동은 정지되어 버리고 산소 공급이 5분 이상 중단되면 뇌 조직은 손상을 받고 이러한 상태가 수 시간 지속되면 뇌 조직은 회복이 불가능할 정도로 손상된다.^[7] 뇌혈관 질환이란 우리의 뇌에 혈액을 공급하는 혈관이 막히거나 터짐으로써 그 부분의 뇌가 손상되어 나타나는 신경학적 증상을 말한다.^[8] 디지털 감산 혈관 조영

* Corresponding Author: Eunhoe Goo

E-mail: eunhoegoo@gmail.com

Tel: +82-10-8750-5092

술(DSA; Digital Subtracted Angiography)은 조영제 주입 직후에 영상을 디지털 처리하여 마스크 상을 기억시키고 X선 조사 시간이 진행되면서 마스크 상과 조영상이 중복되어 감산(Subtraction) 된 혈관 상만을 관찰하는 방식이다.^[9] 2000년 이후 DSA는 검사 방법이 용이해지고 검사 종류가 다양해졌으며, 고해상력과 다양한 기능이 추가되면서 미세한 병변의 식별이 가능해지고 중재적 시술에 대한 접근이 매우 용이해졌다.^[10] 최근까지 뇌혈관 질환을 진단하는데 가장 정확하고 유용한 검사는 DSA로 알려져 왔으나,^[11] DSA는 침습적인 방법으로 동맥의 직접 천자, 카테터의 삽입, 조영제 주입에 따른 부작용 등이 단점으로 지적 되어왔다.^[12] 2000년 이후 기존 1.5T MRI에 비해 약 2배의 신호 대 잡음비(SNR; Signal to Noise Ratio)를 가진 3T MRI가 보급되어, 공간분해능의 증가와 짧은 TE 값으로 높은 해상력의 영상을 얻을 수 있게 되었고 MRI는 뇌혈관 질환 검사에 큰 역할을 하게 되었다.^[13] 자기 공명 혈관 조영술이란 MR 현상을 이용해 인체의 혈관을 영상화하는 방법 말하며 MRA 검사는 혈류의 속도나 위상 변화를 이용하여 혈관의 형태학적 묘사가 가능하고, 조영제를 사용하지 않고도 검사가 가능하여 환자의 부담이 적고 반복 검사가 가능할 뿐 아니라, 디지털 감산 혈관 조영술이나 전산화 단층 혈관 조영술에 비해 방사선 피폭이 없다는 장점이 있다.^[14,15] CT 또한 1990년대 후반 X선관 1회의 회전으로 2장 이상의 영상을 얻을 수 있는 다중 검출기 전산화 단층 촬영장치(MDCT; Multi Detector Computed Tomography)가 개발 됨에 따라,^[16] 검사 시간을 획기적으로 단축시켰으며, 고해상도의 영상과 진단 영역에서의 많은 정보를 제공할 수 있게 되었다.^[17] 체적 정보 수집이 가능하여 혈관만을 선택적으로 영상화한 3D Volume Data를 만들어내며 CTA가 가능해졌으며,^[18] 기존 혈관 조영 검사에 비해 비침습적이며 검사시간이 짧고 DSA에 비해 위험성이 적다는 장점이 있다.^[19] 안전도면에서는 MRA보다 떨어지나 검사시간이 1~2분 사이로 짧아 환자 움직임으로 인한 Artifact를 최소화할 수 있어 최근 검사 건수가 늘어나는 추세이다.^[20] 이처럼 영상 의학이 발달함에 따라 영상의 질에 대한 관심도가 나날이 높아가고 있으며 Noise

와 영상 화질 평가에 대한 중요성이 대두되고 있다.^[21]

이에 본 연구에서는 뇌혈관질환에 대한 대표적인 검사 방법인 유체 속도 강조 자기 공명 혈관 조영술(TOF MRA)과 전산화 단층 촬영 혈관 조영술(CTA), 디지털 혈관 조영술(DSA)의 SNR과 CNR을 측정하고 정량적 평가를 통해 뇌혈관 영상검사의 질적 향상에 유용한 정보를 제공하고자 하였다.

II. MATERIAL AND METHODS

1. 연구대상

2016년 11월부터 2017년 5월까지 충남 소재 대학병원에서 실시한 MRA, CTA, DSA 검사 90건을 대상으로 데이터를 분석하였으며, 성별은 남자 53(59%) 명, 여자 37(41%) 명이었으며 연령대는 30대가 7(7%) 명, 40대가 12(13%) 명 50대가 16명(17%) 60대가 29(32%) 명 70대가 26(28%) 명으로 60대가 가장 많았다. 연령은 32세부터 77세까지로 평균 연령은 65.2세였다.

2. 자료수집

자료 수집을 위해 사용된 영상 획득 DSA 장비는 FPD 혈관 조영장치(Axiom Artis Zee, Siemens medical solution, Erlangen, Germany)를 사용하였고, 검사에 적용된 매개변수(Parameter)는 kVp=auto, mAs=auto, detector type=FPD, mode=pulse mode로 Table 1과 같다.

Table 1. Scan parameters used for the DSA test among the test methods used in this study.

Parameters	Description
kVp	auto
mAs	auto
detector type	FPD [†] type
mode	pulse mode

FPD[†]; Flat Panel Dectector

MRA는 3.0T 초전도 자기공명영상장치(Ingenia 3.0T, Philips Medical System, The Netherlands)를 사용하여 영상을 얻었고, 20 ch, 두부(Head) Coil을 사용하였다. 검사에 적용된 매개변수(Parameter)는 TR=22ms, TE=3.5ms, flip angle(degree)=18, slice thickness=30mm, gap=20mm, NEX=1, matrix=368x235,

slice=190, chunk=5로 Table 2와 같다.

Table 2. Scan parameters used for the MRA test among the test methods used in this study.

Parameters	Description
TR*(ms)	22
TE**(ms)	3.5
FA***(degree)	18
slice thickness(mm)	30
gap(mm)	20
NEX	1
matrix	368 x 235
Slice	190
chunk	5

TR*: Repetition Time, TE**: Echo Time, FA***: Flip Angle

CTA는 256채널 컴퓨터단층촬영기(Brilliance iCT Elite, Phillips, The Netherlands)를 이용하여 영상을 획득하였으며, 스캔 매개변수(Parameter)는 kVp=100, mAs=350, scan time=5.6sec, filter=brain smooth(UA), slice thickness=2.5mm, increment=2.5mm, matrix=512x512로 Table 3와 같다.

Table 3. Scan parameters used for the CTA test among the test methods used in this study.

Parameters	Description
kVp	100
mAs	350
scan time(sec)	5.6
filter	brain smooth(UA)
thickness(mm)	2.5
increment(mm)	2.5
matrix	512 x 512

3. 분석방법

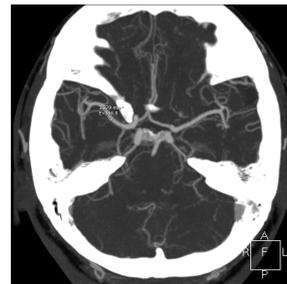
측정 방법은 수집된 DICOM File을 PACS(Picture Achieving Communication System, ViewRex of Techheim, KOR)를 사용하여 우중대뇌동맥(Right Middle Cerebral Artery), 좌중대뇌동맥(Left Middle Cerebral Artery), 전대뇌동맥(Anterior Cerebral Artery)의 중앙 부위에 3 mm²의 관심 질환 영역(ROI; Region Of Interest)를 Fig. 1과 같이 설정하였고, 측정의 정확도를 높이기 위해 혈관 측정이 어려운 부분은 혈관을 확대하여 측정하였다. SNR은

MIP로 재구성한 혈관의 측정된 신호 강도(SI; Signal Intensity)를 영상의 백그라운드 신호 강도의 표준편차(SD; Standard Deviation)값의 평균으로 나누어 계산하였고, 백그라운드 표준편차는 SNR 값을 보다 정확하게 하기 위해 Fig. 2와 같이 영상의 좌상단, 우상단, 좌하단, 우하단 4곳을 측정하여 표준편차의 평균값으로 구하였고 그 식은 Eq. (1)과 같다.

$$SNR = \frac{\text{measurement SI} \times 0.655}{\text{background noise SD}} \quad (1)$$

CNR은 MIP로 재구성한 혈관 영상 부위의 측정된 신호 강도와 인접한 조직의 신호 강도의 차를 영상의 백그라운드 신호 강도의 표준편차의 평균값으로 나누어 계산하였고 그 식은 Eq. (2)와 같다.

$$CNR = \frac{(\text{measurement SI} - \text{adjacent SI}) \times 0.655}{\text{background noise SD}} \quad (2)$$



(a) MCA measurement of MRA



(b) MCA measurement of CTA



(c) MCA measurement of DSA

Fig. 1 Measurement of signal strength of each device.

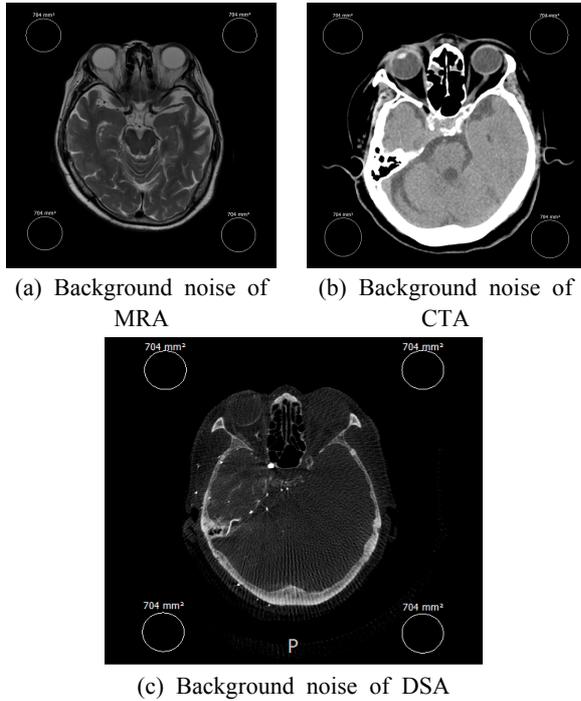


Fig. 2. Background standard deviation measurements at the four points of each device.

4. 통계분석

본 연구의 데이터 분석에는 SPSS ver. 18.0 통계 프로그램을 사용하여 통계학적 분석을 실행하였다. MRA, CTA, DSA 군의 SNR, CNR 값의 차이는 ANOVA test를 사용하였으며, 사후분석으로는 bonferroni method를 사용하였고 정량적 분석에는 Image J를 사용하였다. 모든 실험 데이터의 통계적 유의성은 p 값이 0.05 이하일 때 통계적 유의성을 두었다.

III. RESULT

1. SNR에 대한 결과

본 연구에서 측정한 총 90례의 SNR에 대한 결과는 Table 4와 같다. Rt MCA, Lt MCA, ACA의 모든 SNR 값은 MRA가 가장 높게 나타났으며 MRA>CTA>DSA 순으로 나타났다. MRA는 CTA, DSA에 비해 통계적으로 유의하게 높게 나타났다 ($p<0.001$).

2. CNR에 대한 결과

본 연구에서 측정한 총 90례의 CNR에 대한 결과는 Table 5와 같다. Rt MCA, Lt MCA, ACA의 모든 SNR 값은 MRA가 가장 높게 나타났으며 MRA>CTA>DSA 순으로 나타났다. MRA는 CTA, DSA에 비해, CTA는 DSA에 비해 통계적으로 유의하게 높게 나타났다($p<0.001$).

Table 4. Quantitative analysis value of measured SNR

Measurement Site	Device	Mean Value	Min/Max	P value
Rt MCA	MRA ^{a)}	269.36 ± 64.22	min 207.96 max 333.58	0.000
	CTA ^{b)}	78.1 ± 28.14	min 60.69 max 106.24	
	DSA ^{c)}	27.03 ± 4.68	min 22.35 max 29.97	
Lt MCA	MRA ^{a)}	265.13 ± 76.87	min 202.14 max 342	0.000
	CTA ^{b)}	77.87 ± 26.22	min 59.5 max 104.09	
	DSA ^{b)}	26.42 ± 4.61	min 21.81 max 29.82	
ACA	MRA ^{a)}	230.12 ± 76.79	min 187.23 max 306.91	0.000
	CTA ^{b)}	68.3 ± 32.38	min 42.33 max 100.68	
	DSA ^{b)}	27.11 ± 4.02	min 23.09 max 29.79	

MCA: Middle Cerebral Artery, ACA: Anterior Cerebral Artery (ANOVA test, $p<0.001$, $p\leq 0.001$ (MRA^{a)}, CTA^{b)}, DSA^{c)})

Table 5. Quantitative analysis value of measured CNR

Measurement Site	Device	Mean Value	Min/Max	P value
Rt MCA	MRA ^{a)}	191.15 ± 47.02	min 150.76 max 238.17	0.000
	CTA ^{b)}	65.13 ± 27.75	min 47.71 max 92.88	
	DSA ^{c)}	26.13 ± 4.74	min 21.39 max 29.17	
Lt MCA	MRA ^{a)}	187.79 ± 62.5	min 130.92 max 247.49	0.000
	CTA ^{b)}	65.19 ± 23.16	min 48.58 max 88.35	
	DSA ^{b)}	25.39 ± 3.06	min 23.33 max 28.45	
ACA	MRA ^{a)}	155.5 ± 62.05	min 118.72 max 217.55	0.000
	CTA ^{b)}	56.28 ± 32.09	min 31.67 max 88.37	
	DSA ^{b)}	26.17 ± 2.94	min 26.32 max 29.11	

MCA: Middle Cerebral Artery, ACA: Anterior Cerebral Artery (ANOVA test, $p<0.001$, $p\leq 0.001$ (MRA^{a)}, CTA^{b)}, DSA^{c)})

3. Back Ground Noise에 대한 결과

본 연구에서 측정된 총 90례의 Back Ground Noise에 대한 결과는 Table 6와 같다. Back Ground Noise는 SNR이나 CNR과는 반대로 107.73으로 DSA가 월등히 높았고 DSA>CTA>MRA 순으로 나타났다. DSA는 CTA, MRA에 비해, CTA는 MRA에 비해 통계적으로 유의하게 차이가 있는 것으로 나타났다($p<0.001$).

4. 신호강도에 대한 결과

본 연구에서 측정된 총 90명의 신호강도에 대한 결과는 Table 6과 같다. 신호강도 또한 DSA가 평균 4400.69로 가장 높았고 DSA>CTA>MRA 순으로 나타났다. 오차 범위는 Rt MCA에서 DSA가 ± 561.4 로 가장 컸으며 Rt MCA에서 MRA가 ± 50.94 로 가장 작았다. F값이 1084.827, 925.477, 1443.884, $p=0.000$ 으로 세 개의 그룹 중에서 적어도 하나의 그룹에서 차이가 있는 것으로 나타났다.

5. 사후분석 결과

본 연구에서 측정된 총 90명의 SNR에 대한 세 개 그룹의 Rt. MCA 사후분석 결과 MRA를 기준으로 CTA, DSA 모두 유의한 차이가 있었다($p<0.001$). Lt. MCA는 MRA에서 유의하게 높은 차이를 보였고($p<0.001$), CTA, DSA는 MRA와 유의한 차이를 보였으나 DSA, CTA는 통계적 차이는 보이지 않았다.

CNR은 세 개 그룹의 Rt. MCA에서 모두 유의한 차이를 보였으나($p<0.001$), Lt. MCA, ACA는 DSA, CTA와 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. Noise에 대한 사후분석은 세 그룹 모두 유의성 있는 차이를 보였고($p<0.001$), 신호 강도는 MRA, CTA를 기준으로 했을 때 DSA는 유의한 차이가 있었으나($p<0.001$), CTA와 MRA는 차이가 없었다.

결론적으로 본 데이터 분석에서 SNR은 MRA가 가장 높았고 CTA, DSA 순으로 차이를 보였고 통계적 MRA가 CTA, DSA에 비해, CTA는 DSA에 비해 유의하게 높은 차이가 있었다($p<0.001$). CNR은 MRA가 가장 높았고 CTA, DSA 순으로 차이를 보였다. MRA는 CTA, DSA에 비해 통계적으로 유의

하게 높은 차이를 보였다($p<0.001$).

Table 6. Quantitative analysis value of measured background noise

Measurement Site	Device	Mean Value	Min/Max	p value
Back Ground Noise	MRA ^{a)}	0.85	min 0.65 max 1.2	0.000
	CTA ^{b)}	3.15	min 2.82 max 3.55	
	DSA ^{c)}	107.73	min 102.7 max 113.3	

MCA: Middle Cerebral Artery, ACA: Anterior Cerebral Artery(ANOVA test, $p<0.001$), $p\leq 0.001$ (MRA^{a)}, CTA^{b)}, DSA^{c)})

Table 7. Quantitative analysis value of measured signal intensity

Measurement Site	Device	Mean Value	Min/Max	p value
Rt MCA	MRA ^{a)}	344.56 \pm 50.94	min 295 max 395.5	0.000
	CTA ^{b)}	371.91 \pm 89.29	min 296.5 max 461.2	
	DSA ^{b)}	4428.62 \pm 561.4	min 3867.22 max 4906.33	
Lt MCA	MRA ^{a)}	340.02 \pm 86.29	min 264 max 426.3	0.000
	CTA ^{b)}	371.69 \pm 86.2	min 295.6 max 463.8	
	DSA ^{b)}	4329.33 \pm 555.11	min 3774.22 max 4881.11	
ACA	MRA ^{a)}	295.85 \pm 94.01	min 226.5 max 389	0.000
	CTA ^{b)}	326.39 \pm 106.74	min 216.5 max 433.5	
	DSA ^{b)}	4444.12 \pm 449.71	min 3994.41 max 4876.64	

MCA: Middle Cerebral Artery, ACA: Anterior Cerebral Artery (ANOVA test, $p<0.001$), $p\leq 0.001$ (MRA^{a)}, CTA^{b)}, DSA^{c)})

IV. DISCUSSION

본 연구에서는 뇌혈관을 검사하는 대표적인 방법들인 MRA, CTA, DSA에 대한 영상의 화질적 평가 중 SNR과 CNR에 대해 분석하였다. 화질 평가에 있어서 SNR과 CNR은 중요한 결정 요소가 된다.^[22] 측정된 신호 강도의 평균은 DSA가 4400.69

로 MRA는 326.81, CTA: 356.66보다 약 12~13배 높았으나 Background Noise가 107.73으로 MRA(0.85), CTA(3.15)보다 약 34배 이상 높았기 때문에 SNR과 CNR이 가장 낮은 수치로 나왔다. 또한 MRA와 CTA의 비교 역시 MRA의 신호 강도는 326.81로 CTA의 신호 강도 356.66보다 29.85가 낮았으나 Background Noise가 0.85로 CTA(3.15)보다 3.7배 이상 차이가 났기 때문에 SNR에서도 평균 254.87로 CTA(74.75)보다 약 3.4 배 높은 결과가 나왔다. CNR 역시 MRA(178.13), CTA(62.2)로 2.86배 MRA가 높았다.

기존 연구에 따르면 뇌혈관 질환을 검사하기에 가장 믿을만한 검사는 DSA로 알려져 있다.^[23] 그러나 본 연구에서 측정된 화질 적 평가 요소인 SNR과 CNR의 평가에서 본다면 MRA>CTA>DSA 순으로 기존 연구들과는 상반된 결과를 보였다. TOF-MRA의 기본 원리는 혈류의 흐름 자체로 측정시 혈류의 속도가 빠르면 빠를수록 직접적 신호를 얻을 수 있는 반면 CTA와 DSA는 혈류의 흐름을 따라가는 조영제를 사용하여 신호를 검출해야 하는 한계를 가지고 있다는 점에서 MRA의 영상 획득 신호 효율이 다른 실험 장비들보다 좋아 SNR이 높은 것으로 분석된다.

진단 영상 장치 기기는 일반적으로 전자기파를 획득하여 영상신호를 획득한다. 전기가 흐른다는 것은 noise가 발생한다는 의미이기도 하다. DSA는 연속된 투시 촬영이기에 투시량이 많으면 noise가 많이 발생할 수밖에 없으며, DSA는 영상의 농도를 계수적으로 디지털화하여 뼈와 연부 조직을 소거하고 혈관만을 나타낸 감산 영상이기 때문에 PACS 상에서 Background Noise가 측정되지 않았다. 때문에 장비에 남아있는 Raw Data를 이용하여 Background Noise를 측정하였고 PACS에서 Background Noise를 측정된 MRA나 CTA와는 달리 비정상적으로 높은 수치가 나온 것으로 사료된다. Noise는 SNR과 CNR을 측정하는데 중요한 요소로 이로 인해 수치가 크게 바뀌는 요인이 된다.

이번 실험을 통해 MRA 영상이 SNR과 CNR의 평가에서 가장 질적으로 우수한 영상으로 확인되었다. 그러나 MRA는 동맥 류 내부에 느린 혈류나

와류가 있는 경우, 신호 강도가 감소할 수 있고,^[24] 폐소공포증이 있는 환자나 심장 박동기 시술을 받은 환자에게는 검사 자체를 할 수 없으며, 장시간의 검사시간과 고가의 검사 비용은 환자에게 부담으로 작용한다.^[25] CTA 영상은 MRA 영상보다 높은 공간분해능을 가지고 있고,^[26] 뇌혈관의 협착 정도를 평가함에 있어 정확도가 높으며, 후뇌 순환계의 경우 저속의 혈류속도를 가진 혈관에서는 DSA보다 우월한 것으로 보고되고 있으나, 방사선의 노출, 조영제의 사용 등은 아직 해결되지 못한 단점으로 지적된다.^[27]

본 연구의 제한점은 첫째, 대뇌동맥고리(Willis Circle)의 다양한 혈관들을 비교하지 못하였고, 둘째, 동일한 scan 영상이 아니기에 동일한 좌표에서 비교할 수 없었으며, 셋째, 동일 환자 데이터를 분석할 수는 없어 연구 대상의 확보를 통한 통계적으로 보완을 하였고, 넷째, 진단평가를 통한 정성적인 평가는 이루어지지 않아 향후 추가적인 후속 연구가 필요하다.

본 실험에 대한 제한점을 보완하여 영상 화질평가의 다른 여러 요소들과 비교, 분석한다면 향후 뇌혈관 질환 검사 영상의 질적 향상을 높이고 관독의 정확성을 높이는데 기여할 수 있을 것으로 생각된다.

V. CONCLUSION

본 연구에서는 뇌혈관 검사 시 최적의 영상진단 장치를 선택하는데 있어 MRA, CTA, DSA의 SNR과 CNR을 평가하였다. 그 결과 MRA>CTA>DSA 순으로 나타났지만 CTA, DSA는 유의성 있는 결과를 얻지 못했다. 이러한 점을 고려할 때 각 검사의 특징과 환자의 상태, 질병을 고려하여 최적의 검사 장비를 선택한다면 검사의 질적 향상을 도모하며 유용한 정보를 제공할 것으로 사료된다.

Reference

- [1] S. I. Oh, H. Oh, S. S. Oh, "A Study on the Sustainable Effects of Reeducation on cardiopulmonary Resuscitation on Nurses Knowledge and Skills," Journal of Korean Academy of Nursing, Vol. 38, No. 3, pp. 38

- 3-392, 2008.
- [2] S. R. Lee, "A Study on Factors Related to the Health Habit Practice in Stroke Patients of Some Area," *Journal of academia-industrial technology*, Vol. 12, No. 2, pp. 783-787, 2011.
- [3] M. C. Kang, Y. H. Kim "Aging in place Considerations for Focusing Youth and Middle-aged 2015 Cause of Death Statistics," *journal of the architectural institute of korea*, Vol. 37, No. 1, pp. 53-54, 2017.
- [4] K. N. Kim, M. Ji. Choi, Y. H. Lee, S. H. Cho, "The Protective and Recovery Effects of Peucedanum Japonicum Thunberg for Vascular Dementia," *Journal of Oriental Neuropsychiatry*, Vol. 24, No. 1, pp. 123-130, 2013.
- [5] H. J. Lee, U. Koo, H. J. Lee, D. H. Lee, W. C. Marr, "Neuroprotective Effects of Some Plant Extracts against Oxygen-Glucose Deprivation (OGD)-Induced Oxidative Cell Death on Neuronal Cell," *Korean Journal of Medicinal Crop Science*, Vol. 17, No. 5, pp. 341-345, 2009
- [6] D. J. Kim, H. S. Kim, H. I. Kang, Y. Y. Jung, Y. S. Choi, "Traumatic Intracranial Aneurysm in the Clinoid Segment of the Internal Carotid Artery: A Case Report1," *Journal of Korean Society Radiology*, Vol. 67, No. 2, pp. 79-83, 2012.
- [7] M. J. Park, H. J. Yun, K. H. Lee, A. R. Cho, I. S. Choi, J. I. Moon, S. H. Yoon, W. M. Hwang, S. R. Yun, "Improvement of Hypoxemia by Inhaled Nitric Oxide Gas Therapy in Potential Deceased Donor," *Journal of Korean Society Transplant*, Vol. 28 No. 4, pp. 250-253, 2014.
- [8] C. J. Lee, M. H. Kim, "A Serious Game for Language/Cognitive Rehabilitation Therapy of Stroke Patients." *Journal of Medicinal Korea Entertainment Industry Association*, Vol. 5, No. 1, pp. 73~80, 2011.
- [9] Y. C. H, J. W. Cho, "Measurements of accuracy at vascular examinations using perfusion phantom model," *Journal of the Korean Society of Radiology*, Vol. 8, No. 1, pp. 57-63, 2014.
- [10] T. J. Song, K. I. Seo. S. H. Suh, K. Y. Lee, Hypertensive Vessels on FLAIR MRI in Patients With Acute Middle Cerebral Artery Infarction Revealed Pial Collateral on Cerebral Angiography, *Journal of Clinical Neurology*, Vol. 28, No. 2, pp. 98-100, 2010.
- [11] Y. A. Choi, D. H. Kweon, "Evaluation of TOF MR Angiography and Imaging or the Half Scan Factor of Cerebral Artery," *Journal of the Korean Magnetics Society*, Vol. 26, No. 3, pp. 92-98, 2016.
- [12] J. Y. Han, Y. C. Kim, "Analysis of Fluorescein Angiography and Optical Coherence Tomography in Acute Cerebral Infarction Patients," *Journal of Korean Ophthalmological Society*, Vol. 5, No. 8, pp. 930-936, 2017.
- [13] E. K. Ji, I. W. Chung, T. Youn, "A Review of Brain Magnetic Resonance Imaging Correlates of Successful Cognitive Aging," *Journal of Korean Biological Psychiatry*, Vol. 21, No. 2, pp.1-13, 2014.
- [14] H. K. Jeong, M. G. Kim, J. J. Song, K. C. Nam, H. S. Choi, H. D. Jeong, H. C. Kim, "Optimization of Flip Angle at Head & Neck MR Angiography using Gadoterido," *Journal of The Institute of Electronics and Information Engineers*, Vol. 53, No. 3, pp. 461-469, 2016.
- [15] C. S. Jeong, C. H. Lim, "The Study On Quality Control of Magnetic Resonance Imaging System," *Journal of the Korea Contents Association*, Vol. 9. No. 6, pp. 78-186, 2009.
- [16] M. Y. Yoo, S. Park, H. J. Jang, H. J. Lee, J. W. Lee, D. C. Kweon, "Comparison of Image Quality and Dose According to the Arm Positioning in the Chest CT," *Journal of The Korean Society of Radiology*, Vol. 8, No. 2, pp. 75-79, 2014.
- [17] H. Hu, H. D. He, W. D. Foley, S. H. Fox, "Four multidetector-row helical CT: image quality and volume coverage speed," *Journal of Radiology*, Vol. 215, No. 1, pp.55-62, 2000.
- [18] J. W. Lee, K. K. Jung, P. K. cho, "The Evaluation of the Radiation Dose and Image Quality Through the Change of the Tube Voltage in Cerebral CT Angiography," *Journal of Radiological Science and Technology*, Vol. 38, No. 2, pp. 121-126, 2015.
- [19] H. S. Yong, "MDCT Application in the Vascular System," *The Journal of the Korean Medical Association*, Vol.50, No1, pp. 25-32, 2007.
- [20] K. W. Kim, J. W. Min, K. Y. Lyu, J. M. Kim; H. W. Jeong, J. A. Lee, J. H. Jung, D. C. Sung, S. C. Park, "The Analysis of Cerebral Aneurysm's Prone position Using Computed Tomography Equipment," *Jo*

urnal of Digital Contents Society, Vol. 12, No. 3 p
p. 271-277, 2011.

- [21] L. W. Kim, J. W. Min, K. Y. Lyu, M. J. Yeul, "Comparison Study on CNR and SNR of Thoracic Spine Lateral Radiography," *Journal of the Korean Society of Radiological Technology*, Vol. 36, No. 4, pp. 273-280, 2013.
- [22] W. J. Lee, B. S. An, Y. S. Park, "Radiation Dose and Image Quality of Low-dose Protocol in Chest CT: Comparison of Standard-dose Protocol," *Journal of Korean Association for Radiation Protection*, Vol. 37, No. 2, pp. 84-89, 2012.
- [23] S. J. Bae, C. H. Lim, B. R. Park, W. J. Shin, J. S. Kim, "The Value of Comparison with Four Dimension Time Resolved Imaging of Contrast Kinetics(TRICKS) MRA by Time of Flight(TOF) MRA," *Journal of the Korea Contents Association*, Vol. 10, No. 3, 2010.
- [24] J. B. Han, S. H. Hong, N. G. Choi, H. J. Seong, "Analysis of Specific Absorption Rate in Magnetic Resonance Imaging," *Journal of the Korea Contents Association*, Vol. 13, No. 2, pp. 208-313, 2013.
- [25] K. H. Chon, J. Y. Oh, S. H. Park, Y. M. Jeong, D. I. Yang, "A Study on Algorithm of Emotion Analysis using EEG and HRV," *Journal of the Korea Society of Computer and Information*, Vol. 15, No. 10, 2010.
- [26] H. K. Lee, H. J. Yoo, S. Y. Lee, E. H. Goo, J. M. Seok, M. S. Han, K. S. Lee, J. H. Cho, B. H. Kim, C. S. Park, "Protocol Optimization of Coronary CT Angiography," *Journal of the Korean Society of Radiology*, Vol. 5, No. 2, pp. 51-58, 2011.
- [27] M. Y. Park, S. E. Jung, "CT radiation dose and radiation reduction strategies," *Journal of the Korean Medical Association*, Vol. 24, No. 12, pp. 1262-1268, 2011.

뇌혈관 검사 시 최적의 영상 진단장치 선정에 관한 연구: MRA, CTA, DSA, 영상 진단장치 중심으로

변정수, 구은희*

청주대학교 방사선학과

요 약

뇌혈관을 관찰할 수 있는 영상 진단장치 중 MRA, CTA, DSA 3장비 영상에 관한 SNR과 CNR을 비교, 분석하여 뇌혈관 검사 시 최적의 검사기기를 알아보려고 하였다. 2016년 11월부터 2017년 5월까지 뇌혈관 진단 검사를 받은 환자 90명을 대상으로 하였고, 측정부위는 Rt MCA, Lt MCA, ACA Image J를 이용하여 측정 하였다. 정량적 분석 결과 MRA의 평균 SNR은 254.87 CNR은 178.13, 신호강도는 326.81, CTA의 평균 SNR은 74.75, CNR은 62.2, 신호강도는 356.66, DSA의 SNR은 26.85, CNR은 25.89, 신호강도는 4400.69 로 평가되었다($p < 0.05$). 결과적으로 SNR과 CNR 모두에서 MRA > CTA > DSA 순으로 측정 되었다. 유의성 평가 방법으로 SPSS 통계 분석 프로그램을 이용하여 ANOVA 분석을 하였고, 사후분석으로 bonferroni method를 사용하여 $p < 0.05$ 일 때 유의한 것으로 판단하였다. 결론적으로 본 실험에서 뇌혈관 질환 환자를 무작위로 선정하여 평가하였을 때 최적의 영상진단 장비로 MRA, CTA, DSA의 결과를 얻었다.

중심단어: 신호 대 잡음비, 대조도 대 잡음비, 자기공명 혈관 조영술, 전산화 단층 혈관 조영술, 디지털 감산 혈관 조영술