

Study on the Contrast Media Volume according to Scan Time during Brain Angiography Examination

Ju Ryeon Lee^{1,2}, Dong-Hyun Kim^{1,*}

¹.Department of Radiological Science, Collage of Health Sciences, Catholic University of Pusan

² Pusan National University Yangsan Hospital

Received: October 28, 2020. Revised: December 24, 2020. Accepted: February 28, 2021.

ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate whether there is a difference in image quality before and after reducing the amount of contrast medium in cerebral hemorrhagic patients who periodically follow up CT, and after reducing the amount of contrast medium, the image before and after reduction was examined, and the image quality was assessed by setting ROI at each vessel location using MMWP program. First Rt. CCA, Lt.CCA. Rt.MCA, Lt.MCA and Basilar Artery each got an ROI. Second, the mean and standard deviation values for the ROI were obtained. Third, SNR and CNR were obtained through the average and standard deviation values obtained. T-test statistics show that the SNR and CNR values obtained show that the result values for SNR are Rt.CCA 0.765, Ltd.CCA 0.871, Rt.MCA 0.343 Lt.MCA 0.235, Basilar alternative 0.916, result value for CNR Rt.CCA 0.088, Ltd.CCA 0.069, Rt.MCA 0.818, Let's...MCA 0.579 and Basilar Artery 0.878. The results obtained through the obtained SNR and CNR values showed no difference in the quality of the images before and after reducing contrast medium. Therefore, we hope that this study will be an indicator that reduces the burden on contrast agents on patients who do CT examinations periodically.

Keywords: Computed Tomography, MMWP, Contrast media, T-test, cerebral hemorrhage

I. INTRODUCTION

뇌혈관 질환은 뇌혈관의 이상에 의해 갑자기 발생하여 뇌 기능 장애를 일으켜 쓰러지는 병으로써 발병 형태에 따라 두개 내의 혈관 일부가 파손되어 출혈하는 출혈성과 혈관 속의 혈액 흐름이 나빠지거나 막히기도 하는 허혈성 뇌혈관 질환으로 구별된다.^[1] 뇌혈관질환은 사망과 기능손실의 주요 원인이 되는 심각한 질병이며^[2,3], 최근 통계청이 발표한 ‘2010년도 사망원인통계 결과에 의하면 뇌혈관 질환 사망률이 인구 10만명 당 53.2명으로, 암에 이어 두 번째로 높은 질환으로 조사되었다.^[4] 이러한 뇌혈관 질환을 검사하는 방법 중의 하나인 CT 검사는 인체의 단면에 대한 재현 능력이 매우 우수하

기 때문에 인체의 정상적인 해부학적 구조의 변형 정도를 비교적 쉽고 정확하게 파악할 수 있게 정보를 주며, 혈액, 조직 뇌척수액, 백질, 회백질, 종양 등을 구분하는데 우수한 분해능력과 대조도를 표현하여 미세한 부분의 흡수차로 영상진단분야에 있어서 아주 중요한 영역을 차지하고 있다.^[5] CT 검사의 증가추세에 따라 그에 상응하여 주변 조직과 X-선 흡수 차이를 크게 하여 영상에서 조직간 영상 대조도 차이를 높여 병변을 명확하게 구분하는데 도움을 주는 조영제 역시 증가추세이다. 조영제의 종류로는 이온성 조영제와 비이온성 조영제가 있으며, 현재 CT 검사시 사용되는 조영제는 비이온성 조영제이다. 이러한 조영제는 인체에 주입 후 얼굴이나 가슴, 복부의 후끈거림, 환자가 느끼는

* Corresponding Author: Dong-Hyun Kim

E-mail: dhkim@cup.ac.kr

Tel: *** - **** - ****

입의 약냄새, 약간의 온열감 등이 있을 수 있는데, 이는 조영제가 우리 몸속으로 혈관을 따라 퍼지면서 느끼게 되는 정상적인 반응이다. 하지만 그 이외에 의료진의 처치가 필요한 조영제 관련 과민반응이나 유해반응이 드물게 있을 수 있다. 조영제의 급성 유해 반응으로는 구토, 두드러기, 가려움증의 가벼운 증상에서 기관수축, 안면부종, 저혈압성 속, 호흡정지, 심정지에 이르는 중증반응에 까지 다양하게^[6,7] 나타난다. 2019년 2분기 의약품 안전성 정보 보고동향에 따르면 X선 조영제에 대한 부작용 보고는 전체 의약품의 안전성 보고 중에서 5,040건으로 7.8%를 차지하여 상위 4번째로 많은 건수를 나타내고 있다. 조영제에 의하여 과민반응을 일으켜 사망에 이르는 경우는 매우 드물어서 대략 10만명에 1명 정도라고 알려져 있으나 조영제의 종류, 보고자, 보고시기에 따라 조영제 관련 사망률이 약 1/75,000 ~ 약 1/1,200,000의 빈도로 다양하게 발생하는 것으로 알려져 있다.^[8] 조영제 부작용 발생 차이는 연도별로 2011년 8,451건, 2012년 9,689건, 2013년 10,811건, 2014년 10,290건, 2015년 11,027건, 2016년 12,799건, 2017년 12,860건으로 발생빈도는 매년 증가하였다.^[9] 임상에서 Brain Angiography 검사 시 사용되는 조영제는 성인 60 kg 기준하여 2 cc/kg로 Contrast media volume이 결정된다. 이에 본 연구는 뇌출혈 발생 후 주기적으로 Follow up CT Brain angiography 검사를 하는 환자에게 필수불가결하게 사용되어지는 조영제에 대하여 Contrast media volume 양을 줄여, 대조군과 비교하였을 때 질적 저하가 없는 실험군 영상의 유용성을 평가하고자 한다.

II. MATERIAL AND METHODS

1. 실험장비

본 연구에서 사용한 실험 장비는 Siemens 사의 128채널인 Somatom Definition AS+와 Medrad Stellant auto injector가 사용되었으며, SNR값과 CNR값을 구하기 위해 Siemens 사의 소프트웨어 프로그램인 MMWP(Multi Modality Work Place : MMWP) 프로그램을 사용하였다.

조사대상은 2013년 1월 1일부터 2016년 12월 31

일까지 모 대학병원에서 Brain angiography 검사 후 주기적으로 Follow up 하는 환자 남녀 30명을 대상으로 검사를 진행하였다. 검사 프로토콜 Parameter는 Table 1과 같으며 관전압은 120kV이며, Pitch 0.8, Delay time 2sec, Injection flow 4cc/sec로 설정하여 검사를 진행하였다.

Table 1. Scan Parameter

| Somatom Definition AS+ | |
|------------------------|--------------------------------|
| kV | 120 |
| Eff.mAs | 175 |
| Pitch | 0.8 |
| Kernel/window | H30f medium smooth/Base Orbita |
| Contrast media | Viscosity 350 ↑ |
| Monitoring delay | 10 sec |
| Delay time | 2 sec |
| Injection flow | 4 cc/sec |

2. 실험방법

2.1. Contrast Media Volume 양 결정

임상에서 사용되어지고 있는 brain angio protocol을 기반으로 검사 시 기존의 2 cc/kg방식의 Contrast volume대신 환자 Scan range에 의한 Scan time과 Delay time의 합으로 Contrast media volume을 결정한다. Fig. 1과 같이 환자의 Scan range에 의하여 Scan time이 결정되어지며 Fig. 2 와 같이 조영제가 들어가는 시간에 맞춰 조영제 양을 결정한다.

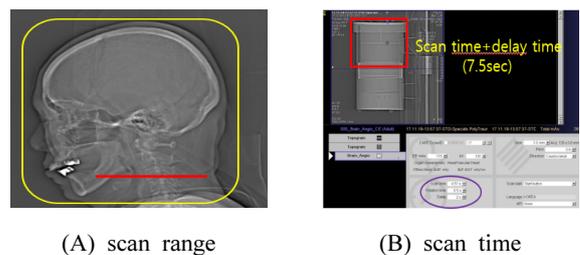


Fig. 1. scan time according to scan range.

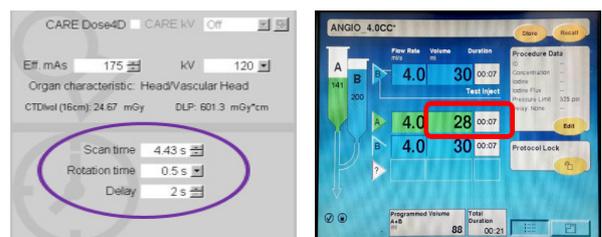


Fig. 2. Contrast agent according to the duration.

3. 화질평가

가. SNR, CNR값을 통한 화질 평가

원본데이터를 기반으로 MMWP(Multi Modality Work Place : MMWP) 프로그램을 사용하여 Fig. 3 과 같이 기존의 Contrast media volume 120 cc와 scan time duration으로 검사되어진 Contrast media volume으로 얻어진 영상에서 양측 CCA (Common Carotid Artery), 양측 MCA (Middle Cerebral Artery), Basilar Artery 총 5군데에 각각 ROI를 그려 Mean값과 표준편차값을 구하였다. 그 후 각각의 값들을 SNR과 CNR 공식에 대입하여 결과값을 산출하였다. 실험군과 대조군의 산출되어진 결과값을 비교함으로써 영상의 화질 평가를 하였다. SNR과 CNR 공식은 다음과 같다.

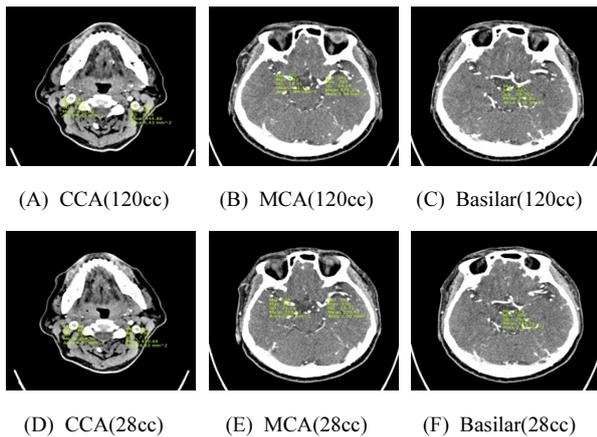


Fig. 3. ROI for each vessel according to different volumes.

$$SNR = \frac{Object\ Mean}{Object\ SD} \quad (1)$$

$$CNR = \frac{Object\ Mean - BKG\ Mean}{BKG\ SD} \quad (2)$$

나. T-Test를 통한 통계분석

각 ROI로 얻어진 Data를 이용해 SNR값과 CNR 값을 산출하여 통계분석 Excel의 독립표본 T 검정

방법으로 유의성 평가를 하였다.

다. Blind test

화질 비교를 위해 30명을 대상으로 Contrast media volume 120 cc와 28 cc을 주입한 영상과 MIP 영상을 뇌혈관계 전문판독의 3명과 임상경력 10년 이상의 CT 전문방사선사 2명으로 구성하여 Blind test를 시행하였다. 1점에서 10점의 구간으로 나누어 평균 9점 이상 이면 Excellent, 평균 8점 이상 이면 Good, 평균 7점 이상이면 Moderate, 평균 6점 이상 이면 Bad, 평균점이상이면 Poor로 평가하여 실시하였다.

III. RESULT

1. 화질비교

1.1 SNR

Contrast media volume 120 cc와 28 cc를 각각 주입하여 CT Angiography + 3D Brain(CE) 검사를 시행한 후 CT 영상을 MMWP 프로그램을 이용하여 Vessel에 ROI를 설정하고 구해진 Mean ± SD로부터 SNR을 계산한 결과 120 cc로 조영제를 주입한 CT 영상의 SNR 평균값이 Rt.CCA 49.577 Lt.CCA 31.931 Rt.MCA 8.59 Lt.MCA 7.244 Basilar Artery 9.341이 나왔고 28 cc로 조영제를 주입한 CT 영상의 SNR 평균값이 Rt.CCA 52.607 Lt.CCA 33.337 Rt.MCA 12.758 Lt.MCA 11.271 Basilar Artery 9.122 이 나왔다.

Table 2. Average value for SNR

| ROI of vessel | | SNR |
|----------------|-------|--------|
| Rt.CCA | 120cc | 49.577 |
| | 28cc | 52.607 |
| Lt.CCA | 120cc | 31.931 |
| | 28cc | 33.337 |
| Rt.MCA | 120cc | 8.59 |
| | 28cc | 12.758 |
| Lt.MCA | 120cc | 7.244 |
| | 28cc | 11.271 |
| Basilar Artery | 120cc | 9.341 |
| | 28cc | 9.122 |

1.2 CNR

Contrast media volume 120 cc와 28 cc를 각각 주입하여 CT Angiography + 3D Brain(CE) 검사를 시행한 후 CT 영상을 MMWP 프로그램을 이용하여 Vessel에 ROI를 설정하고 구해진 Mean ± SD로부터 CNR을 계산한 결과 120 cc로 조영제를 주입한 CT 영상의 CNR 평균값이 Rt.CCA 63.597 Lt.CCA 64.829 Rt.MCA 22.230 Lt.MCA 22.492 Basilar Artery 21.853이 나왔고 28 cc로 조영제를 주입한 CT 영상의 CNR 평균값이 Rt.CCA 48.325 Lt.CCA 47.997 Rt.MCA 21.500 Lt.MCA 20.689 Basilar Artery 22.453이 나왔다.

Table 3. Average value for CNR

| ROI of vessel | | CNR |
|----------------|-------|--------|
| Rt.CCA | 120cc | 63.597 |
| | 28cc | 48.325 |
| Lt.CCA | 120cc | 64.829 |
| | 28cc | 42.997 |
| Rt.MCA | 120cc | 22.230 |
| | 28cc | 21.500 |
| Lt.MCA | 120cc | 22.492 |
| | 28cc | 20.689 |
| Basilar Artery | 120cc | 21.853 |
| | 28cc | 22.453 |

2. 유의성 평가(독립표본 T-test)

2.1 SNR에 대한 T-test 결과값

SNR 값을 Excel 프로그램을 통하여 1차적으로 분산에 대한 두 집단을 F검정한 후, 양측 검정 값 < 0.05 일 경우 이분산 가정 두 집단 T-test를 시행하고, 양측 검정 값 > 0.05일 경우 등분산 가정 두 집단 T-test를 시행하였다. 시행 되어진 T-test의 P-value 값 > 0.05일 때 귀무 가설이 성립되지므로 귀무가설을 채택하게 된다. 귀무가설이 성립된다는 것은 두 집단의 평균값이 같다는 전제하에 하는 것이고, P-value는 귀무가설이 옳다는 가정 하에 얻어진 검정 통계량보다 더 극단적인 결과가 나올 확률이며, Rt.CCA 0.765, Lt.CCA 0.871, Rt.MCA

0.343, Lt.MCA 0.235, Basilar Artery 0.916의 P-value 값을 가진다. 따라서 P-value가 작을수록 귀무가설을 지지하는 정도가 약하므로 귀무가설을 기각하게 되며, P-value 값이 클수록 귀무가설을 지지하는 정도가 커짐으로 귀무가설을 채택하게 된다.

Table 4. T-test result value for SNR

| ROI of vessel | | T-test (P-value) |
|----------------|-------|------------------|
| Rt.CCA | 120cc | 0.765 |
| | 28cc | |
| Lt.CCA | 120cc | 0.871 |
| | 28cc | |
| Rt.MCA | 120cc | 0.343 |
| | 28cc | |
| Lt.MCA | 120cc | 0.235 |
| | 28cc | |
| Basilar Artery | 120cc | 0.916 |
| | 28cc | |

2.2 CNR에 대한 T-test 결과값

CNR 값을 Excel 프로그램을 통하여 1차적으로 분산에 대한 두 집단을 F검정한 후, 양측 검정 값 < 0.05 일 경우 이분산 가정 두 집단 T-test를 시행하고, 양측 검정 값 > 0.05일 경우 등분산 가정 두 집단 T-test를 시행하였다. 시행되어진 T-test의 P-value 값 > 0.05일 때 귀무가설이 성립되지므로 귀무가설을 채택하게 되며, Rt.CCA 0.088, Lt.CCA 0.069, Rt.MCA 0.818, Lt.MCA 0.579, Basilar Artery 0.878의 P-value 값을 가진다.

Table 5. T-test result value for CNR

| ROI of vessel | | T-test (P-value) |
|----------------|-------|------------------|
| Rt.CCA | 120cc | 0.088 |
| | 28cc | |
| Lt.CCA | 120cc | 0.069 |
| | 28cc | |
| Rt.MCA | 120cc | 0.818 |
| | 28cc | |
| Lt.MCA | 120cc | 0.579 |
| | 28cc | |
| Basilar Artery | 120cc | 0.878 |
| | 28cc | |

3. Blind test

환자 30명을 검사한 영상의 MIP 영상의 Blind test 결과 평가자 5명 중 3명은 Excellent이며 2명은 Good이 나왔다. 이는 전체적으로 Contrast media volume 120 cc 대비 28 cc volume으로도 영상을 구현할 수 있는 결과인 것이다.

Table 6. Result value of Blind test

| | Excellent | Good | Moderate | Bad | Poor |
|---|-----------|------|----------|-----|------|
| A | ○ | | | | |
| B | | ○ | | | |
| C | ○ | | | | |
| D | ○ | | | | |
| E | | ○ | | | |



(A) contrast volume:120cc (B) contrast volume:28cc

Fig. 4. MIP image according to contrast volume.

IV. DISCUSSION

노령화와 더불어 서구화된 식습관으로 인해 혈관 질환 비율은 점차 늘어나고 있는 게 현실이다. 그에 따른 심혈관 및 뇌혈관 질환의 발생 빈도도 늘어나고 있으며, 그와 상응하여 현재 의료환경에선 영상학적 방법으로 CT 검사가 증가 추세이다. 특히 혈관의 병변 유무를 판단하기 위한 조영제 사용 또한 증가추세이다.

본 논문에서는 주기적으로 조영제를 주입하여 Follow up CT를 촬영하는 환자에게 Contrast media volume 120 cc를 주입하여 획득한 영상과 Contrast

media volume 28 cc를 주입하여 획득한 영상의 화질을 분석하고 비교하여 최소한의 Contrast media volume으로도 영상 화질을 평가하는데 이상이 없는지의 유용성을 평가해보았다.

실험 결과 Contrast media volume 120 cc를 주입한 영상과 28 cc를 주입한 영상의 화질 비교시 T-test 통계분석 결과 산출되어진 SNR값에서 각각 다른 Contrast media volume으로 주입한 두 집단의 F검정후 P-value 값은 Rt.CCA 0.765, Lt.CCA 0.871, Rt. MCA 0.343, Lt.MCA 0.235, Basilar Artery 0.916으로 P-value 값이 0.05보다 크게 나와 귀무가설이 채택되어지며, 두 집단의 평균값이 같다는 전제가 맞아 떨어지게 된다. 따라서 SNR에 의한 화질 비교 시 120 cc와 28 cc의 Contrast media volume으로 검사되어진 영상은 차이가 없다는 결과가 나왔다. 또한 CNR값에서 각각 다른 Contrast media volume으로 주입한 두 집단의 F 검정후 P-value 값은 Rt.CCA 0.088, Lt.CCA 0.069, Rt. MCA 0.818, Lt.MCA 0.579, Basilar Artery 0.878으로 P-value 값이 0.05보다 크게 나와 CNR에 의한 화질 비교 시 120 cc와 28 cc의 Contrast media volume으로 검사되어진 영상은 차이가 없다는 결과가 나왔다. 각각 다른 Contrast media volume으로 T-test 통계분석결과 기존의 120 cc Contrast media volume과 다르게 28 cc의 Contrast media volume으로도 충분히 Brain angiography 검사가 가능하다는 것을 알 수 있다.

이는 Contrast media volume을 환자의 Scan time과 Scan delay time에 따라 조정하고 Housefield 값이 100이 된 시점에서 10초 뒤 Scan 함으로써 적절한 동맥기에 Scan 되기 때문이다. 이는 조영증강 효과가 최대일 때 영상이 획득 되어야 함을 뜻하며 이 작업을 도와주는 것이 Bolus tracking 기법이라고 한다.^[10] 그에 따른 불필요한 조영제가 환자에게 주입 되는 것을 막을 수 있다. 또한 조영제 양을 대폭 줄임으로써 전신 장애가 나타나는 Anaphyaxis Shock의 발생빈도를 줄일 수 있으며, 신장 기능이 저하되어진 환자나 소아의 검사시에도 유용하게 사용 될 수 있을 것이다.

제한점으로는 환자의 영상 화질 비교 시 특정된 한 장비만을 가지고 실험을 진행하였으며, Viscosity

는 320으로 동일하지만 조영제 회사가 다른 조영제들로 사용되었다는 한계점이 있다.

하지만 본 논문의 실험을 통하여 많은 Contrast media volume을 줄임에도 불구하고 적절한 영상을 구현해 낼 수 있었다는 점과 조영제 부작용이 줄어든다는 부분에서 Brain angiography 검사에 국한되지 않고 다양한 검사방법에 사용되어 질 수 있을 것이라 사료된다.

V. CONCLUSION

CT Angiography + 3D Brain(CE) 검사시 Contrast media volume을 기존의 120 cc와 비교하였을 때, 28 cc Contrast media volume으로도 적절한 영상을 구현할 수 있으며, Contrast media volume 대폭 줄임으로써 조영제 부작용을 최소화 할 수 있는 방법으로 좀 더 다양한 검사 방법에 적용되는 기초자료로 사용되길 기대한다.

Reference

- [1] M. A. Kim, "An Analysis of Nursing Diagnoses of Cerebrovascular Disease", *Kyemyeong Nursing science*, Vol. 4, No. 1, pp. 81-91, 2000.
- [2] T. Sekine, R. Takagi, Y. Amano, Y. Murai, E. Orita, Y. Matsumura, S. Kumita, "4D flow MRI assessment of extracranial intracranial bypass: qualitative and quantitative evaluation of the hemodynamics", *Neuroradiology*, Vol. 58, No. 3, pp. 44-237, 2016. <https://doi.org/10.1007/s00234-015-1626-1>
- [3] H. Y. Son, Y. K. Park, "Neuroprotective effect of modified Boyanhwano-Tang and the major medicinal plants, Astragali Radix and Salviae Miltiorrhizae Radix on ischemic stroke in rats", *Korea Journal of Herbology*, Vol. 25, No. 2, pp. 9-71, 2010.
- [4] http://kostat.go.kr/portal/korea/kor_nw/1/1/index.board?bmode=read&aSeq=250282
- [5] http://www.emc.ac.kr/data/data_pg05_05.jsp
- [6] The Korean Society of Radiology. Korean clinical guideline for injection iodine contrast agent side effect. The Korean Academy Of Asthma, Allergy And Clinical Immunology web site. http://www.allergy.or.kr/file/20160920_02.pdf
- [7] Junck, L., Marshall, W. H., "Neurotoxicity of radiological contrast agents," *Annals of Neurology: Official Journal of the American Neurological Association and the Child Neurology Society*, Vol 13, No. 5, 469-553, 1983.
- [8] Korea institute of drug safety & risk management. Trend report medical drug safety information 27ed. <http://pds.dailypharm.com/pds/5346.pdf>
- [9] S. M. Yu, "Comparison of Iodine Contrast Media for Adverse Reactions of Contrast Media in Computed Tomography," Major in Biomedical Science, Department of Health and Convergence Science The Graduate School, Korea University, 2019.
- [10] J. U. So, H. S. Lee, J. W. Mun, H. N. Bum, "The study about contrast media inject amount and Duration time to acquire certain imaging on NECK CTA", *Journal of the Korean Society of Computed Tomographic Technology*, Vol. 18, No. 2, pp. 115-120, 2016.

Brain Angiography 검사 시 Scan Time에 따른 Contrast Media Volume에 대한 연구

이주련^{1,2}, 김동현^{1,*}

¹부산가톨릭대학교 방사선학과

²양산부산대학교병원

요 약

본 연구의 목적은 주기적으로 follow up CT를 촬영하는 뇌출혈 환자에게 조영제의 양을 줄임으로써 줄이기 전과 후의 영상의 화질의 차이가 있는지에 관하여 조사하는 것이었고, 줄이기 전과 후의 영상을 검사한 후 MMWP 프로그램을 이용하여 각각의 혈관 위치에 ROI를 설정하여 화질을 평가하였다. 먼저 Rt. CCA, Lt.CCA, Rt.MCA, Lt.MCA, Basilar artery에 각각 ROI를 잡았다. 둘째, 잡은 ROI에 대한 평균값과 표준편차 값을 구하였다. 셋째, 구해진 평균값과 표준편차 값을 통하여 SNR과 CNR을 구하였다. 구하여진 SNR값과 CNR값을 T-test 통계를 구한 결과 SNR에 대한 결과 값은 Rt.CCA 0.765, Lt.CCA 0.871, Rt.MCA 0.343, Lt.MCA 0.235, Basilar artery 0.916이며, CNR에 대한 결과 값은 Rt.CCA 0.088, Lt.CCA 0.069, Rt.MCA 0.818, Lt.MCA 0.579, Basilar artery 0.878로 나타났다. 구해진 SNR값과 CNR값을 통하여 통계를 구한 결과값이 조영제를 줄이기 전과 후의 영상의 화질에 차이가 없는 것으로 나타났다. 따라서 본 연구가 주기적으로 CT검사를 하는 환자들에게 조영제에 대한 부담이 덜어질 수 있는 지표가 되기를 바랍니다.

중심단어: 전산화 단층촬영, MMWP, 조영제, T-test, 뇌출혈

연구자 정보 이력

| | 성명 | 소속 | 직위 |
|--------|-----|----------------|------|
| (제1저자) | 이주련 | 부산가톨릭대학교 방사선학과 | 대학원생 |
| (교신저자) | 김동현 | 부산가톨릭대학교 방사선학과 | 교수 |