

Evaluation of Roadmap Image Quality by Parameter Change in Angiography

Chang gi Kong,^{1,2} Jong Nam Song,¹ Jae Bok Han^{1*}

¹Department of Radiological Science, Dongshin University

²Department of Radiology, Cheom dan Hospital

Received: December 03, 2019. Revised: February 25, 2020. Accepted: February 28, 2020.

ABSTRACT

The purpose of this study is to identify factors affecting picture quality in Roadmap images, which were studied by varying the dilution rate, collimation field and flow rate of contrast medium. For a quantitative evaluation of the quality of the picture, a 3mm vessel model Water Phantom was self-produced using acrylic, a roadmap image was acquired with a self-produced vascular model Water Phantom, and the SNR(Signal to Noise Ratio) and CNR (Contrast to Noise Ratio) were analyzed.

CM:N/S In the study on the change of dilution rate, CM:N/S dilution rate changed to (100%~10%:100%), and the measurement of the roadmap image taken using the vascular model Water Phantom showed that the measurement value of SNR gradually decreased as the N/S dilution rate was increased, and the measurement of CNR was gradually reduced. It was confirmed that the higher the dilution rate of CM:N/S, the lower the SNR and CNR, and also significant image can be obtained at the dilution rate of CM:N/S (100%~70:30%). The study showed the value of SNR and CNR in Roadmap image was increased as the Collimation Field was narrowed to the center of the vascular phantom; the Collimation Field was narrowed to the center of the vessel model by 2cm intervals to 0cm through 12cm. To verify the relationship with Roadmap image and Flow Rate, volume of the autoinjector was kept constant at 15 and the flow rate was gradually increased 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10. The value of SNR and CNR of images taken by using water Phantom gradually decreased as the Flow Rate increased, but at Flow Rate 9 and 10, the SNR and CNR value was increase. It was not possible to confirm the relationship with SNR and CNR by ROI mean value and Background mean value. It is considered that further study is needed to evaluate the correlation about Roadmap image and Flow Rate.

In conclusion, as the dilution rate of N/S in contrast medium was increased, the value of SNR and CNR was decreased. The narrower the Collimation Field, the higher image quality by increasing value of SNR and CNR. However, it is not confirmed the relationship Roadmap image and Flow Rate. It is considered that appropriate contrast medium concentration to minimize the effects of kidney and proper Collimation Field to improve contrast of image and reduce exposure X-ray during procedure is needed.

Keywords: Roadmap, Collimation field, Flow Rate, Signal to Noise Ratio, Contrast to Noise Ratio

I. INTRODUCTION

최근 노령 인구와 만성질환 증가로 인해 혈관질환의 발병률이 증가하는 추세이다. 건강보험심사평가원 자료에 의하면 경동맥협착 환자가 최근 4년간 54%가 증가하였으며, 기타 말초혈관질환은 약 37% 증가하였다고 한다.^[1]

경동맥이나 말초혈관질환 등 동·정맥 혈관질환

을 검사를 위한 방법으로는 초음파, CT, MRI, 혈관조영 검사법 등이 있으나, 검사와 시술을 동시에 할 수 있는 방법으로는 혈관조영 검사법이 있다. 혈관조영 검사법은 디지털 감산혈관조영장치(DSA, Digital Subtraction Angiography System)를 이용하여 혈관질환을 검사하는 시술이며 피부를 2~3 mm 정도 절개한 뒤 상지나 하지 혈관으로 가늘고 긴 카테터(도관)를 혈관으로 삽입하여 조영제를 주사하

* Corresponding Author: Jae Bok Han

E-mail: way2call@naver.com

Tel: +82-61-330-3574

여 얻어지는 이미지를 통해 혈관을 관찰하는 검사 방법이다.^[2] 혈관조영술을 시행하여 혈관의 협착 또는 폐쇄를 확인하고, 병변 부위에 Balloon이나 Stent를 이용한 중재적 시술(혈관성형술 또는 스텐트삽입술)을 시행한다. Roadmap 기법은 Balloon Expanding 또는 Stent Inserting 할 때 정확한 위치잡이 설정을 하며, 혈관의 모양이 작거나 복잡하여 와이어나 카테터의 진행이 어려울 때 자동차의 네비게이션처럼 유용하게 사용 된다.^[3] Roadmap 기법은 투시 하에서 조영제를 1회 주입함과 동시에 정지 혈관상을 만들어 저장해 놓고 그 영상을 참고로 하여 추적 관찰하면서 원하는 부위까지 와이어나 카테터 삽입을 유용하게 하는 기법으로 환자의 움직임이 없는 정지 혈관상에서 초선택적 혈관 삽입이 가능하다는 이점이 있다. 또한 조영제 사용량 감소와 검사시간 단축, 초선택적 삽입술이 필요한 색전술을 시행할 때 유용하게 이용된다.^[4]

본 논문에서는 혈관계 질환검사에서 유용하게 사용되는 Roadmap 기법을 적용했을 때 Roadmap 영상에서 화질에 영향을 미치는 인자들을 알아보기 위해 조영제의 희석률, Collimation Field, Flow Rate를 변화하여 연구를 하였다. 정량적인 화질 평가를 위해 자체 제작한 혈관모형의 Water Phantom으로 영상을 획득하고, SNR과 CNR을 분석하였다.

II. MATERIAL AND METHODS

1. 실험 장비 및 팬텀

혈관조영촬영장치의 실험장비는 일 종합병원이 보유한 장비로 RF-1000-150/INNOVA-3100 (General Electric Company, France), Autoinjector는 Mark V Provis(MEDRAD, USA), 조영제(CM, contrast media)는 Omnihexol 350 mgI/ml(한국유나이티드제약)의 제품을 사용 하였고, (N/S:normal saline)은 0.9% NS 1000 mL(씨제이헬스케어주식회사), 팬텀은 3 mm 혈관모형에 아크릴 10×20 cm의 자체 제작한 Water Phantom을 이용하였다.

2. 실험 방법

본 실험은 Roadmap 기법에서 화질에 영향을 미

치는 인자를 평가하기 위한 방법으로 3 mm 혈관모형의 Water Phantom을 이용하여 혈관조영촬영장치로 Roadmap 영상을 획득하였다.

첫 번째 실험은 조영제 희석률에 대한 Roadmap 영상을 평가하기 위한 방법으로 Fig. 1과 같은 혈관모형의 Water Phantom을 이용하여 SNR과 CNR을 산정하였다.



Fig. 1. Water Phantom of 3 mm vessel model.

두 번째 실험은 Collimation Field 변화에 대한 Road map 영상을 평가하기 위한 방법으로 혈관모형의 Water Phantom을 이용하여 SNR과 CNR을 산정하였고, Collimation Field 변화는 Fig. 2와 같다.

세 번째 실험은 Autoinjector를 이용하여 Flow Rate 변화에 대한 Roadmap 영상을 평가하기 위한 방법으로 혈관모형의 Water Phantom을 이용하여 SNR과 CNR을 산정하였다.

3. 실험 조건

첫 번째 실험에서 조건은 Table 위에 3 mm 혈관모형의 Water Phantom을 올려놓고 고정하고, Table과 Tube 거리 32.5 cm, Table과 Detector 거리 43 cm, FOV 30 cm로 Setting하고, 촬영조건은 본 장비에 Setting 되어 있는 노출조건 0.3 mm/Cu, 67 kv, 146 mA, 40 ms로, Autoinjector를 이용하여 3 Flow Rate, 15 Volume, 5 Duration으로 고정하였으며 조영제 농도 350을 이용하여 CM : N/S 희석률을 (100%~10% : 100%)로 변화를 주어 SNR과 CNR을 산정하였다.

두 번째 실험에서 실험조건은 첫 번째 실험조건과 동일하게 하고, Collimation Field를 혈관모형 중심으로 좌, 우 2 cm 간격으로 좁히면서 0 cm, 2 cm, 4 cm, 6 cm, 8 cm 10 cm, 12 cm로 각각 변화를 주어 SNR과 CNR을 산정하였다.

세 번째 실험에서 실험조건은 첫 번째 실험 조건과 동일하게 하고, 조영제 농도 350을 이용하여 Autoinjector의 Volume을 15로 일정하게 하고, Flow

Rate를 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10으로 각각 변화를 주어 SNR과 CNR을 산정하였다.

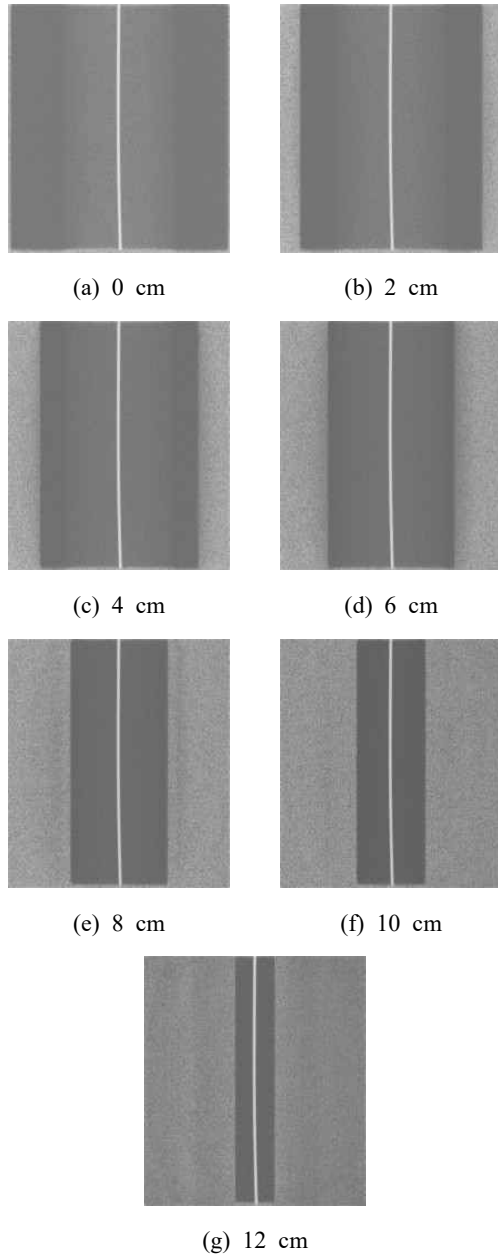


Fig. 2. Field of Collimation.

4. 분석 방법

PACS에 전송된 의료영상표준(DICOM; Digital Imaging and Communications in Medicine) 3.0 파일을 윈도우용 수치 해석 및 프로그래밍 환경을 제공하는 소프트웨어(Image J 1.50i, National Institutes

of Health (NIH), USA)를 사용하여 영상을 분석하였다. 이미지 신호를 수치적으로 확인한 후 평균 신호값(MPV; Mean Pixel Value)과 표준편차(SD; Standard Deviation)를 측정하여 분석하였다.

5. 측정 및 평가 방법

본 연구에서는 혈관모형의 물체, 물체 밖의 배경에 대한 화질의 평가를 위해 SNR과 CNR 지표를 이용하였다. 영상 평가를 위한 지표를 알아보기 위해 Image J 프로그램을 이용하여 신호를 수치적으로 획득하였다.

SNR과 CNR이 높을수록 Noise에 대한 신호와 Contrast가 높은 것으로 평가되고 있다.

SNR (Signal to Noise Ratio)은 영상화질이 높은 SNR에 비례하여 향상된다. 구하는 방법은 Eq. (1)과 같으며 배경 신호강도 평균값에서 관심영역 신호강도 평균값의 차를 구하여 관심영역 전체의 표준편차로 나누어 SNR을 계산하였다.

$$SNR = \frac{Background SI_{Avg} - ROI SI_{Avg}}{ROI SD} \quad (1)$$

CNR (Contrast to Noise Ratio)은 주변잡음에 대한 관심영역의 대조도를 나타내는 값으로 Eq. (2)와 같으며 배경 평균 신호 값에서 관심영역 평균 신호 값의 차를 구한 다음 배경의 표준편차와 관심영역의 표준편차를 구하여 더한 값으로 나누어 CNR을 계산하였다.

$$CNR = \frac{|Background SI_{Avg} - ROI SI_{Avg}|}{\sqrt{Background SD^2 + ROI SD^2}} \quad (2)$$

배경에 대한 측정 방법으로 Fig. 3(a)와 같이 혈관모형 물체 밖의 배경이 되는 지점에서 1시, 5시, 7시, 11시의 4개 지점에서 특정 영역을 설정하여 배경에 대한 평균 신호값과 표준편차를 측정하였다.

관심영역(ROI; Region Of Interest)에 대한 측정 방법으로 혈관모형의 Water Phantom을 이용한 Roadmap 영상에서는 Fig. 3(b)와 같이 혈관모형 영역 1번에서 5번 지점으로 5개 지점을 특정 영역을

설정하여 ROI 대한 평균 신호값과 표준편차를 측정하였다

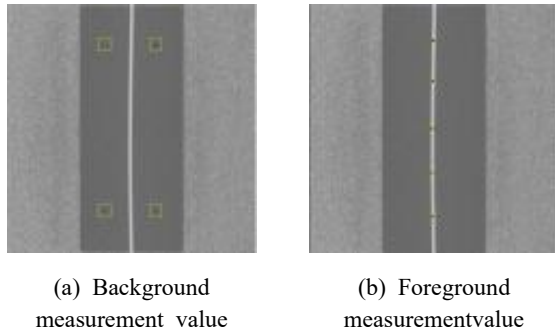


Fig. 3. ROI of vessel model.

III. RESULT

1. CM과 N/S 회석률 변화에 따른 Roadmap 영상의 SNR과 CNR 결과 값

조영제 농도 350으로 CM : N/S 회석률을 (100%~10% : 100%)로 변화를 주었으며, Water Phantom을 이용하여 촬영한 Roadmap 영상의 SNR과 CNR의 측정 결과는 Table 1과 Fig. 4, Fig. 5와 같다. 측정 결과를 보면, Table 1에서와 같이 CM에 N/S 회석률이 높아질수록 SNR의 측정값이 점차적으로 낮아짐을 나타냈고, CNR의 측정값도 점차적으로 낮아짐을 나타냈다. 그리고 CM : N/S의 회석률 20% : 80%부터 SNR과 CNR 급격히 낮아짐이 나타났다. 그러나 CM : N/S의 회석률 10% : 90%에서는 회석률 20% : 80%보다 SNR이 약 0.498(2.83%) 증가하였다.

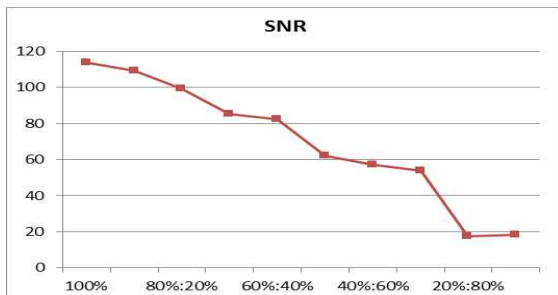


Fig. 4. Measurement value for SNR to the dilution rate of CM : N/S.

Table 1. Measurement value for SNR and CNR to the dilution rate of CM : N/S

| CM : N/S | SNR | CNR |
|-----------|---------|--------|
| 100% | 113.820 | 99.197 |
| 90% : 10% | 109.147 | 94.826 |
| 80% : 20% | 99.156 | 93.757 |
| 70% : 30% | 85.341 | 69.817 |
| 60% : 40% | 82.480 | 68.265 |
| 50% : 50% | 62.013 | 64.695 |
| 40% : 60% | 57.236 | 60.891 |
| 30% : 70% | 53.720 | 57.505 |
| 20% : 80% | 17.573 | 17.909 |
| 10% : 90% | 18.071 | 16.899 |

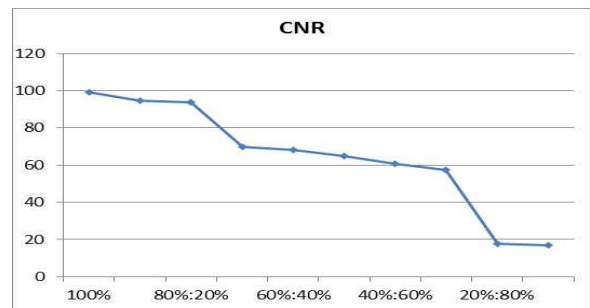


Fig. 5. Measurement value for CNR to the dilution rate of CM : N/S.

2. Collimation Field 변화에 따른 Roadmap 영상의 SNR과 CNR 결과 값

혈관모형 Water Phantom를 이용하여 Collimation Field를 혈관모형 중심으로 좌, 우 2 cm 간격으로 좁히면서 0 cm, 2 cm, 4 cm, 6 cm, 8 cm, 10 cm, 12 cm로 각각 변화를 주었으며, Roadmap을 촬영한 영상의 SNR과 CNR의 측정 결과는 Table 2와 Fig. 6, Fig. 7과 같다.

측정 결과를 보면, Collimation Field를 혈관모형 중심으로 좌, 우 2 cm 간격으로 좁힐수록, SNR의 측정값이 점차적으로 증가함을 나타냈고, CNR의 측정값도 점차적으로 증가함을 나타냈다.

Collimation Field 0~10 cm까지 좁힐수록 SNR이나 CNR이 점차적으로 증가하였다. Collimation Field 10 cm에서 혈관모형에 최대한 근접한 상태인 12 cm일

때를 비교하면 SNR이 약 106.160(40.37%), CNR이 약 33.571(16.27%) 감소하였다.

Table 2. Measurement value for SNR and CNR to the Collimation Field change

| Collimation Field | SNR | CNR |
|-------------------|---------|---------|
| 0cm | 82.773 | 57.448 |
| 2cm | 87.442 | 57.809 |
| 4cm | 158.989 | 113.725 |
| 6cm | 160.189 | 144.549 |
| 8cm | 162.471 | 146.186 |
| 10cm | 262.944 | 206.288 |
| 12cm | 156.784 | 172.717 |

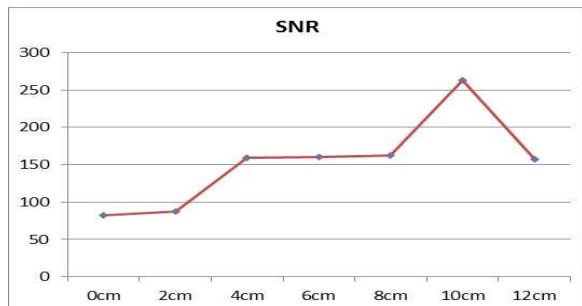


Fig. 6. Measurement value for SNR to the Collimation Field change.

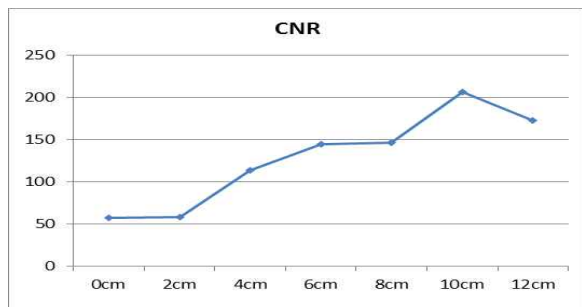


Fig. 7. Measurement value for CNR to the Collimation Field change.

3. Flow Rate 변화에 따른 Roadmap 영상의 SNR과 CNR 결과 값

Autoinjector의 Volume을 15로 일정하게 하고, Flow Rate를 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10으로 각각 변화를 주었으며, 혈관모형 Water Phantom을 이용하여 촬영한 Roadmap 영상의 SNR과 CNR의 측정 결과는 Table 3과 Fig. 8, Fig. 9와 같다.

측정 결과를 보면, Flow Rate를 증가했을 때 SNR

의 측정값이 점차적으로 감소하다가 Flow Rate 9~10에서 SNR의 측정값이 점차적 증가를 보였고, CNR의 측정값도 점차적으로 감소하다가 Flow Rate 9~10에서 CNR의 측정값이 점차적으로 증가를 보였다. Flow Rate 8과 Flow Rate 9을 비교하면 Flow Rate 9에서 SNR이 약 3.891(3.31%), CNR이 약 24.291(24.09%) 증가하였고, Flow Rate 9와 Flow Rate 10을 비교하면 Flow Rate 10에서 SNR이 약 12.983(10.51%), CNR이 약 17.283(13.81%) 증가하였다.

Table 3. Measurement value for SNR and CNR to the Flow Rate change

| Flowrate | SNR | CNR |
|----------|---------|---------|
| 1 | 203.037 | 273.299 |
| 2 | 200.245 | 255.894 |
| 3 | 183.952 | 222.504 |
| 4 | 146.624 | 147.706 |
| 5 | 137.972 | 135.171 |
| 6 | 127.491 | 122.839 |
| 7 | 124.782 | 114.595 |
| 8 | 117.684 | 100.821 |
| 9 | 121.575 | 125.112 |
| 10 | 134.558 | 142.395 |



Fig. 8. Measurement value for SNR to the Flow Rate change.

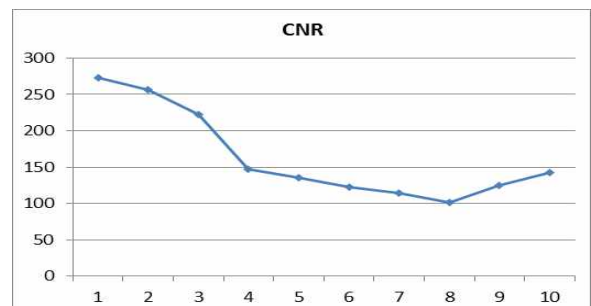


Fig. 9. Measurement value for CNR to the Flow Rate change.

IV. DISCUSSION

우리 몸의 동맥 또는 정맥의 만성협착 및 폐쇄 환자에서 재개통을 위한 중재적시술(혈관성형술 또는 스텐트삽입술)은 혈관조영장비 같은 의료장비와 기술이 발달함에 따라 최근 널리 행해지고 있다. 혈관계 질환검사에서 유용하게 사용되는 Roadmap 기법을 적용 했을 때 Roadmap 영상에서 화질에 영향을 미치는 인자들을 알아보기 위해 조영제의 희석률, Flow Rate, Collimation Field을 변화하여 연구를 하였다. 정량적인 화질 평가를 위해 자체 제작한 3mm 혈관모형의 Water Phantom으로 영상을 획득하고, SNR과 CNR을 분석하였다. SNR은 영상에서 중요한 인자이고 영상화질은 높은 SNR에 비례하여 향상된다. 각 CNR은 주변 잡음에 대한 관심 영역의 대조도를 나타내는 값으로 CNR이 높을수록 대조도가 높은 것으로 평가되고 있다.

CM : N/S 희석률 변화에 대한 연구에서 CM : N/S 희석률을 (100%~10% : 100%)로 변화를 주었으며, 혈관모형의 Water Phantom을 이용하여 Roadmap 영상을 촬영한 이미지의 SNR과 CNR의 측정 결과 CM에 N/S 희석률이 높아질수록 SNR의 측정값이 점차적으로 낮아짐을 나타냈고, CNR의 측정값도 점차적으로 낮아짐을 나타냈다. 그리고 CM : N/S의 희석률 20% : 80%부터 SNR과 CNR 급격히 낮아짐이 나타났다. 그러나 CM : N/S의 희석률 10% : 90%에서는 희석률 20% : 80%보다 SNR이 약 0.498(2.83%) 증가하였다. CM : N/S의 희석률 10% : 90% 에서 SNR과 CNR이 증가하는 이유는 노이즈의 영향으로 인한 ROI Mean 값과 Background mean 값의 증가로 판단된다. 결론적으로 CM : N/S의 희석률이 높아질수록 SNR과 CNR 낮아짐을 확인하였고, CM : N/S의 희석률 (100%~70 : 30%)에서 유의한 이미지를 얻을 수 있음을 확인하였다.

김대호 등에 의하면 신장에 부담을 저감화시키기 위하여 시술 전 환자의 정보를 파악하여 조영제 종류와 환자의 시술부위에 따라 적절한 조영제의 희석률(30~80%)을 선택하는 것이 바람직하다고 사료된다^[5]고 제시하였다. 본 연구로 CM : N/S의 희석률(100%~70: 30%)에서 유의한 이미지를 얻을 수

있음을 확인할 수 있었다. 그러나 고농도의 조영제의 사용은 신장에 부담에 줄 수 있어 적절한 희석률을 선택하는 것이 바람직하다고 판단된다.

Collimation Field 변화에 대한 연구에서 혈관모형 Water Phantom을 이용하여 Colimation Field를 혈관모형 중심으로 좌, 우 2 cm 간격으로 좁히면서 0 cm, 2 cm, 4 cm, 6 cm, 8 cm 10 cm, 12 cm로 각각 변화를 주었으며, Roadmap 영상을 촬영한 이미지의 SNR과 CNR의 측정 결과 Collimation Field를 혈관모형 중심으로 좁힐수록 SNR과 CNR의 측정값이 증가함을 확인할 수 있었다. 그러나 Collimation Field 10 cm에서 혈관모형에 최대한 근접한 상태인 12 cm 일 때를 비교하면 SNR이 약 106.160(40.37%), CNR이 약 33.571(16.27%) 감소하였다. 12 cm일 때 SNR과 CNR이 감소하는 이유는 노이즈의 영향으로 ROI Mean 값과 Background Mean 값 증가하기 때문으로 판단된다.

George Gordon Hartnell 등에 의하면 부적절한 Collimation은 영상의 일부분을 과도하게 노출시켜 그레이스케일 압축으로 진단 영상을 표시하기 어렵게 하고, 영상 노이즈의 가시성을 증가시켜 심각한 협착의 병변과 잔류 루멘을 가릴 수 있다^[6]고 제시하였고, SUNY Upstate Medical University, Syracuse, NY 자료에 의하면 환자에 대한 전체 적분 선량이 감소하므로 방사선 위험이 최소화되고, 부피 조사량이 적을 경우 검출기에 대한 X선 산란이 감소하여 피사체 대조 및 영상 화질이 개선된다^[7]고 보고하고 있다. 또한 Tomos E. Walters 등에 의하면 최소의 Collimation Field는 피폭으로 인한 환자나 시술자의 악성위험을 줄일 수 있다^[8]고 제시하고 있다.

본 연구로 Collimation Field를 좁힐수록 SNR과 CNR이 증가함을 확인할 수 있었고, 환자나 시술자에게 받는 피폭은 낮아질 수 있다고 판단되나 지나치게 좁은 Collimation Field는 SNR과 CNR을 감소할 수 있음을 확인하였다.

Flow Rate 변화에 대한 연구에서 Autoinjector의 Volume을 15로 일정하게 하고, Flow Rate를 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 으로 각각 변화를 주었으며, 혈관모형 Water Phantom을 이용하여 Roadmap 영상을 촬영한 이미지의 SNR과 CNR의 측정 결과 Flow

Rate를 증가했을 때 SNR의 측정값이 점차적으로 감소하다가 Flow Rate 9~10에서 SNR의 측정값이 점차적 증가를 보였고, CNR의 측정값도 점차적으로 감소하다가 Flow Rate 9~10에서 CNR의 측정값이 점차적으로 증가를 보였다. Flow Rate 8에서 Flow Rate 9일 때와 비교하면 Flow Rate 9에서 SNR이 약 3.891(3.31%), CNR이 약 24.291(24.09%) 증가하였고, Flow Rate 9에서 Flow Rate 10일 때와 비교하면 Flow Rate 10에서 SNR이 약 12.983(10.51%), CNR이 약 17.283(13.81%) 증가하였다. 그러나 ROI Mean 값과 Background Mean 값으로 SNR과 CNR의 상관관계를 확인할 수 없었다. 상관관계를 확인하기 위해 Flow Rate 변화에 따른 Roadmap 연구는 향후 더 많은 연구로 확인해야 할 것을 사료된다.

본 연구는 모두 자체 제작한 팬텀의 한정된 두께로만 진행되었고, 파라미터, 영상처리 프로그램 등의 여러 변수 등을 고려하지 못한 단점과 한 가지 농도의 조영제로만 연구한 단점을 가지고 있다. Roadmap 기법의 특성상 실시간 저장되는 기법이 아닌 Spot 영상을 저장하여 Spot 영상으로 연구를 진행한 한계점을 가지고 있다. 향후 DAP 선량 변화에 대한 연구와 더불어 다양한 두께의 측정에 대한 검증을 함으로써 인터벤션 영역에 적용이 가능할 것으로 사료된다.

V. CONCLUSION

Roadmap 영상의 화질에 영향을 미치는 인자들을 알아보기 위한 조영제의 희석률, Collimation Field, Flow Rate 변화에 대한 연구에서 조영제에 N/S의 희석률이 증가할수록 SNR과 CNR이 낮아져 화질과 대조도가 낮아지는 것을 확인하였으며, Collimation Field를 좁힐수록 SNR과 CNR이 증가하여 화질과 대조도가 높아지는 것을 확인하였다. 그러나 Flow rate 변화에 대한 연구에서는 상관관계를 확인할 수 없었다. 검사 및 시술을 할 때 신장의 영향을 최소화하기 위해 적절한 조영제 농도 선택과 대조도 향상 및 피폭 감소를 위해 적절한 Collimation Field를 사용하는 것이 유용할 것으로 판단된다.

Reference

- [1] <http://opendata.hira.or.kr/op/opc/olap3thDsInfo.do/>
- [2] <http://www.samsunghospital.com/home/healthInfo/content/contentView.do/>
- [3] P. A. Turski, M. F. Stieghorst, C. M. Strother, A. B. Crummy, R. P. Lieberman, C. A. Mistretta, "Digital Subtraction Angiography ; Road map," American Journal of Roentgenology, Vol. 139, No. 6, pp. 1233-1237, 1982.
- [4] S. C.I Ma, H. G. Kim, B. S. Park, H. G. Koo, S. J. You, S. I. Baek, S. W. Lee, D. E. Goo, Y. J. Kim, H. J. Noh, S. T. Park, J. B. Han, S. H. Bae, J. G. Choi, Y. H. Seong, J. D. Rhim, J. Yoon, *Vascular and Interventional Radiology*, Daihak seorim, pp. 36, 2012.
- [5] <http://kmbase.medric.or.kr/Main.aspx?menu=01&d=KM BASE&m=VIEW&i=1033420130160010270/>
- [6] Julia Gates, George Gordon Hartnell, "Optimized DiagnosticAngiography in High-Risk Patients with Severe Peripheral Vascular Disease," *Radiographics :a review publication of the Radiological Society of North America, Inc*, Vol. 20, No. 1, pp. 121-133, 2000.
- [7] <http://www.upstate.edu/radiology/education/rsna/fluoro/collimation.php/>
- [8] J. M. Kalman, P. B. Sparks, J. B. Morton, T. E. Walters, K. Halloran, P. M. Kistler, "Impact of collimation on radiation exposure during interventional electrophysiology," *Europace*, Vol. 14, No. 12, pp. 1670-1673, 2012.

혈관조영검사서 매개변수 변화에 따른 Roadmap 영상의 화질평가

공창기,^{1,2} 송종남,¹ 한재복^{1,*}

¹동신대학교 방사선학과

²첨단종합병원 영상의학과

요 약

이 연구의 목적은 Roadmap 영상에서 화질에 영향을 미치는 인자들을 알아보기 위한 것으로, 조영제의 희석률, Collimation Field, Flow Rate를 변화하여 연구를 하였다. 화질의 정량적인 평가를 위해, 아크릴를 이용하여 3mm 혈관모형의 Water Phantom을 자체 제작하였고, 자체 제작한 혈관모형의 Water Phantom으로 Roadmap 영상을 획득하고, SNR(Signal to Noise Ratio)과 CNR(Contrast to Noise Ratio)을 분석하였다. CM : N/S 희석률 변화에 대한 연구에서 CM : N/S 희석률을 (100%~10% : 100%)로 변화를 주었으며, 혈관모형 Water Phantom을 이용하여 촬영한 Roadmap 영상의 SNR과 CNR의 측정 결과 CM에 N/S 희석률이 높아질수록 SNR의 측정값이 점차적으로 낮아짐을 나타냈고, CNR의 측정값도 점차적으로 낮아짐을 나타냈다. 결론적으로 CM : N/S의 희석률이 높아질수록 SNR과 CNR 낮아짐을 확인하였고, CM : N/S의 희석률(100%~70 : 30%)에서 유의한 이미지를 얻을 수 있음을 확인하였다. Collimation Field 변화에 대한 연구에서 혈관모형 Water Phantom을 이용하여 Collimation Field를 혈관모형 중심으로 좌, 우 2 cm 간격으로 좁히면서 0 cm, 2 cm, 4 cm, 6 cm, 8 cm 10 cm, 12 cm으로 각각 변화를 주었으며, Roadmap을 촬영한 영상의 SNR과 CNR의 측정 결과는 Collimation Field를 혈관모형 중심으로 좁힐수록 SNR과 CNR의 측정값이 증가하는 것을 확인할 수 있었다. Flow rate 변화에 대한 연구에서 Autoinjector의 Volume을 15로 일정하게 하고, Flow Rate를 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 으로 각각 변화를 주었다. 혈관모형 Water Phantom을 이용하여 Roadmap 영상을 촬영한 이미지의 SNR과 CNR의 측정 결과 Flow Rate를 증가했을 때, SNR의 측정값이 점차적으로 감소하다가 Flow Rate 9~10에서 SNR의 측정값이 점차적 증가를 보였고, CNR의 측정값도 점차적으로 감소하다가 Flow Rate 9~10에서 CNR의 측정값이 점차적으로 증가를 보였다. 그러나 ROI Mean 값과 Background Mean 값으로 SNR과 CNR의 상관관계를 확인할 수 없었다. 상관관계를 확인하기 위해 Flow Rate 변화에 따른 Roadmap 연구는 향후 더 많은 연구로 확인해야 할 것으로 사료된다. 결론적으로 Roadmap 영상의 화질에 영향을 미치는 인자들을 알아보기 위해 조영제의 희석률, Collimation Field, Flow Rate 변화에 대한 연구에서 조영제에 N/S의 희석률이 증가할수록 SNR과 CNR이 낮아져 화질과 대조도가 낮아지는 것을 확인하였으며, Collimation Field를 좁힐수록 SNR과 CNR이 증가하여 화질과 대조도가 높아지는 것을 확인하였다. 그러나 Flow Rate 변화에 대한 연구에서는 상관관계를 확인할 수 없었다. 검사 및 시술을 할 때 신장의 영향을 최소화하기 위해 적절한 조영제 농도 선택과 대조도 향상 및 피폭 감소를 위한 적절한 Collimation Field를 사용하는 것이 유용할 것으로 판단된다.

중심단어: 로드맵, 콜리메이션 필드, 플로우 레이트, 신호 대 잡음비, 대조도 대 잡음비

연구자 정보 이력

| | 성명 | 소속 | 직위 |
|--------|-----|-------------|------|
| (제1저자) | 공창기 | 동신대학교 방사선학과 | 대학원생 |
| (공동저자) | 송종남 | 동신대학교 방사선학과 | 교수 |
| (교신저자) | 한재복 | 동신대학교 방사선학과 | 교수 |