

Development of Image Quality Measurement Method of Coronary Angiography Using Image Analysis Program

Young-Hyun Seo,^{1,2} Jong-Nam Song^{2,*}

¹Department of Arrhythmia and Cardiovascular Center, YeosooJeil Hospital

²Department of Radiology, Dongshin University

Received: February 03, 2020. Revised: March 13, 2020. Accepted: April 30, 2020

ABSTRACT

Research should be actively conducted for the ability of X-ray equipment and Retrospective image analysis of X-ray equipment used in hospitals. Retrospective image analysis of X-ray machines, CT and MRI of radiology and medical equipment has been actively conducted. However, image quality measurement using angiography equipment of angiography room is mostly measured with phantom, and image quality measurement on image after being taken by actual patient is insufficient and researches on accurate image quality measurement method are remarkable. It is in short supply. Therefore, through this study, the researcher devised a method to measure the image quality of the acquired image after coronary angiography, and to provide a high quality image to the operator. The equipment and programs used were angiographic examination equipment (Axiom Artis Zee Ceiling) and Image J program. Subjects were images automatically saved in PACS program after coronary angiography. For image quality measurement, selected the AP Caudal 30° image that show the LCA vessel well and the LAO 30° image that show the RCA vessel well during the coronary angiography. In order to measure the background and ROI of the selected image by selecting an image, a criterion on how to find and measure a section where the overlap of the shadow, such as blood vessel, liver and lung is minimized, is presented.

In conclusion, there is no exact standard for analyzing an image quality measurement method of angiography image. Therefore, in order to provide quality images to the practitioners, not only the technicians of the equipment but also the users who actually use them should become researchers and conduct research on image quality measurement in various ways. Thus, it is expected to provide excellent images to patients.

Keywords: Angiography, Image quality measurement, Image measurement

I. INTRODUCTION

1995년 진단용 방사선 안전 관리 제도가 시행된 이래로 진단용 방사선 촬영 장치의 안전관리 규칙에 의거해 조사선량의 재현성, 관전압 시험, 관전류 시험, 조도 시험, 촬영용 타이머 시험 등 단순 X선 촬영 장치 및 CT, MRI 장치 등의 성능 관리 및 평가 방법은 잘 자리 잡혀 있으나 투시 촬영, 혈관 조영술 등에서 사용하는 장치는 평가 및 관리 방법이 현재까지도 미흡한 실정이다.^[1] 특히 영상의 화질

측정 평가 관련 연구로는 2011년 식품의약품 안전평가원 방사선 안전 과에서 발간한 "중재적 방사선 시술 장치 성능평가 기술정보"에서 다룬 연구가 있으나 팬텀을 이용한 화질측정에 국한되어 있다.^[2] 마찬가지로 최근 2017년부터 혈관 조영기기의 화질 측정에 관한 연구들이 소규모로 나타나기 시작했지만 언급한 연구에서처럼 팬텀을 이용한 화질 측정이 대부분인 실정이다.^[3] 그러나 2018년 정묘영 외^[4]의 연구와 2019년 서영현 외^[5]의 연구에서 실제 촬영된 혈관조영 영상을 이용해 화질분석을

* Corresponding Author: Jongnam Song

E-mail: sjn119@daum.net

Tel: +82-61-330-3576

실시한 연구가 있었고 이 영상에서 사용된 화질 측정 방법이 비교적 간단하면서 정확하기에 이를 바탕으로 본 연구에서 실제 촬영된 혈관 조영 영상 화질을 분석하는 방법을 고안해 제시해 보고자 하였다. 분명, 병원에서 사용하는 모든 X선 장비는 X선 장비의 기본 능력 연구와 더불어 새로운 기능을 발견하기 위한 연구 및 촬영 후 출력되는 영상의 화질까지도 분석하는 연구가 활발히 진행되어야 한다. 그로 인해 방사선 영상을 판독하는 판독의 및 시술자들에게 질 좋은 영상을 제공함과 동시에 정확한 진단을 위한 정밀한 영상을 제공하여 오진의 확률도 낮추는데 힘써야 하고 검사를 진행한 환자의 영상 정보가 헛되어 되지 않도록 올바른 정보를 제공하기 위한 노력은 방사선사로서 필수라고 볼 수 있다.

그러나 현재까지 혈관 조영술 촬영 후 획득한 영상정보에 대하여 화질 측정에 관해 기준을 제시해 본 선행 연구들이 없는 관계로 본 연구를 통해 관상동맥 조영술 후 획득된 영상의 화질 측정 방법을 고안한 실험을 진행해 시술자에게 질 높은 영상을 제공할 수 있는 방법을 제안하고자 연구를 진행하게 되었다.

II. MATERIAL AND METHODS

1. 사용 장비 및 대상

사용된 혈관 조영 검사 장비는 Axiom Artis Zee Ceiling (Siemens Healthineers, Forchheim, Germane)을 이용하였고 Fig. 1과 같으며 전송된 영상의 출력 프로그램은 INFINITT PACS (INFINITT Cardiology PACS viewer, Version 1.0.6.1)를 이용하였다. 화질 측정 방법을 제시하기 위해 사용한 화질 측정 프로그램은 영상 분석 프로그램(Image J Ver. 1.46r, National Institutes of Health, USA)을 사용하였으며, 이 프로그램은 과거 약 7-8년 전부터 사용되어 이진수 외[6]의 연구와 김기원 외[7]의 연구에서처럼 흉부의 정면과 측면 화질 측정 연구에서 정량적 화질 측정 방법으로 입증되었기에 사용하였다. 추가로 최근 현재까지 일반촬영에서 뿐 아니라 CT 등에서도 정량적 화질 측정 방법 연구의 프로그램으로 사용되

고 있으며 출력된 화면의 Pixel을 분석 후 공식에 대입하여 값을 제공하는 방식으로 되어있다.[8] 대상으로는 PACS프로그램에 자동 저장된 관상동맥 조영술 영상들 중 좌 관상동맥(LCA; Left coronary artery)은 다리 쪽 정면 30°(AP Caudal 30°)영상을, 우 관상동맥(RCA; Right coronary artery)은 오른쪽 사 방향 30°(RAO 30°)영상을 대상으로 하였다.



Fig. 1. Axiom Artis Zee Ceiling.

2. 관상동맥 조영술 촬영 각도에 따른 영상 정보

혈관 조영 장비는 대부분 X-ray tube가 Table 하단에 위치하며 Detector가 Table 상단 즉, 환자의 머리 위에 위치해 있는 C-arm형 구조가 일반적이다. 그러므로 X선관을 다양한 각도로 움직이게 되면 후면(PA; Posterior), 측면(Lateral), 사 방향(Oblique)의 각도로 장비를 움직여 촬영을 할 수 있으나 정면(AP; Anterior)촬영은 장비의 구조상 불가능한 구조로 이루어져 있으므로 촬영이 어렵다. [9]따라서 실무에서는 언급된 PA촬영에 있어 교과서적으로 정의된 대로의 후전촬영의 의미로 부르지 않고 환자의 정면에 위치해 있는 X-ray Detector의 위치에 따라 편의상 PA를 AP라 칭하고 있다. 언급된 각도 중 RAO 30° Cranial 30°, AP Cranial 30°, LAO 30° Cranial 30°영상은 좌 앞 내림가지(LAD; Left anterior descending artery)가 관찰이 용이하고 AP Caudal 30°, RAO 30° Caudal 30°, Spider view(LAO 30° Caudal 30°)영상은 좌 뒤 휘돌이가가지(LCX; Left circumflex artery)잘 보이는 특성을 가지고 있으며 Table 1과 같다. 특히 Spider view는 좌 주간동맥(LM; Left main)과 LAD의 개구부인 LADos(ostium)와 LCX의 개구부인 LCXos부위를 잘 관찰할 수 있는 특징을 가지고 있고 Fig. 2와 같다.

Table 1. X-ray tube angle position for left coronary artery view

Tube angle	LAD		LCX	
	AP cranial 30° (a)	AP caudal 30° (d)	RAO 30° cranial 30° (b)	RAO 30° caudal 30° (e)
	LAO 30° cranial 30° (c)	Spider view (f)		

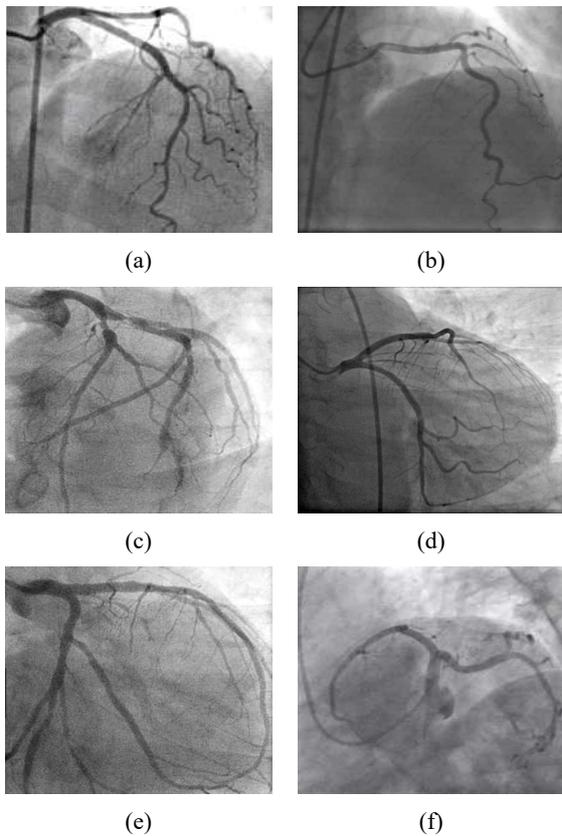


Fig. 2. Cine view of CAG for LAD (a, b, c) and LCX (d, e, f) artery.

RCA혈관을 잘 관찰하기 위한 각도로는 LAO 30°, LAO 30° Cranial 30° 또는 AP Cranial 30°, RAO 30°의 영상이 있고 LCA혈관을 보기위한 각도와 마찬가지로 각 병원마다 시술자에 따라 각도에 변형을 주어 촬영하기도 하며 Table 2와 같다. 이 중 LAO 30°의 영상은 어느 병원이든 가장 기본 촬영 각도임과 동시에 RCA의 OS부분과 proximal, mid, distal 부분이 잘 보인다. 특히 AP Cranial 30°와 LAO 30° Cranial 30°영상은 distal부분인 후 측면 가지혈관(PLB; Posterior lateral branch)과 후 내림 가지혈

관(PDB; Posterior descending branch)을 잘 관찰할 수 있다는 특징을 가지고 있고 Fig. 3과 같다.

Table 2. X-ray tube angle position for left coronary artery view

Tube angle	RCA	
	LAO 30° (a)	AP Cranial 30°
	LAO 30°, Cranial 30° (b)	

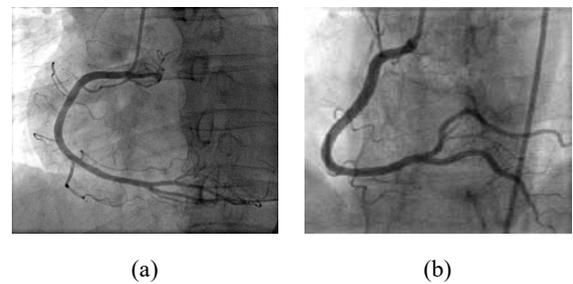


Fig. 3. Cine view of CAG for os, proximal, mid, distal of RCA (a) and PLB, PDB of RCA (b).

3. 관상동맥 조영술 영상 진단 방법

관상동맥은 최소 혈관 직경이 2.0 mm 이상이어야 심장벽에 충분히 혈류를 공급할 수 있는데, 협심증이나 심근경색을 유발할 수 있는 심장혈관질환은 혈관직경 협착율이 50% 이상일 경우로 70% 이상 협착이 진행되었을 때 관상동맥 중재술을 시행할 수 있다. 따라서 관독이 가능할 정도로 영상에 관상동맥이 잘 노출될 수 있어야 한다. 노출된 혈관별 주요 부위의 병변 형태학적 타입에 따른 분류를 구성해 본다면 Type A, B1, B2, C형이 존재하며 타입별 리스크와의 관계는 Table 3, 4와 같다.^[10]

Table 3. Type of lesion according to morphology

	low risk	moderate risk	moderate and high risk	high risk
A	O	X	X	X
B1	X	O	X	X
B2	X	O (>2 ea)	X	X
C	X	X	X	O

Table 4. Classification for risk type

risk type	Contents
low risk	discrete (length < 10mm)
	concentric
	readily accessible
	smooth contour
	not ostial in location
moderate risk	no major side branch involvement
	tubular (length < 10-20mm)
	eccentric
	total occlusion < 3 month old (CTO)
	ostial in location
high risk	bifurcation lesions requiring double guidwires
	some thrombus present
	diffuse (length > 2 cm)
	excessive tortuosity of proximal segment
	extremely angulated segments > 90°
high risk	total occlusion > 3month old and/or bridging collaterals
	inability to protect major side branches

CTO: Chronic total occlusion

으나 우측 혈관의 형태 상 주요 혈관이 전체적으로 잘 보이는 기본 각도이므로 LAO 30°영상을 획득하였다. 각도에 따라 혈관의 잘 보이는 구역표시는 Table 5, Fig. 4와 같다.

Table 5. Visible structure for left coronary artery according to X-ray tube angle

	LAD			LCX			RCA		
	P	M	D	P	M	D	P	M	D
AP Cranial 30°	O	O	O	△	X	X	△	O	O
RAO 30° Cranial 30°	O	O	△	△	X	X	△	△	△
LAO 30° Cranial 30°	△	O	O	X	X	X	△	O	O
AP Caudal 30°	O	△	X	O	O	O	X	X	X
RAO 30° Caudal 30°	O	X	X	O	O	O	△	△	△
LAO 30° Caudal 30°	O	△	X	O	△	X	X	X	△
LAO 30°	△	△	△	△	△	△	O	O	O

P: Proximal, M: Mid, D: Distal

4. 화질 측정을 위한 기준 영상 선택 방법

관상동맥 조영술의 특성상 선량이 면적에 영향을 많이 받게 되므로 실제 촬영 시 치료를 진행할 만큼 의미 있는 병변이 있지 않는 한 최소한의 면적에 영향을 받는 각도의 촬영만을 진행 하는 방안이 선량 감소에 도움이 된다는 선행 연구^[11]가 있다. 따라서 모든 각도에서 촬영한 영상에 대해 화질 측정을 진행하는 것 보단 최소한의 면적에 영향을 받는 AP각도의 영상에 대해 실험을 진행하는 것이 가슴 세로칸에 포함되어 있는 심장과 다른 장기들 간의 중복 구간도 줄어들어 비교적 정확한 측정을 할 수 있다고 본 연구자들은 판단했다. 그 중 LCA에서는 AP영상 중에서도 LCA의 주요 혈관인 LM과 LADos ~ mid LAD, LCXos ~ distal LCX가 전체적으로 잘 보이는 AP Caudal 30°영상을 획득해 진행하였다. RCA촬영 영상에서는 LAO 30°영상이 AP Cranial 30°영상보다 피폭선량이 더 높을 수 있

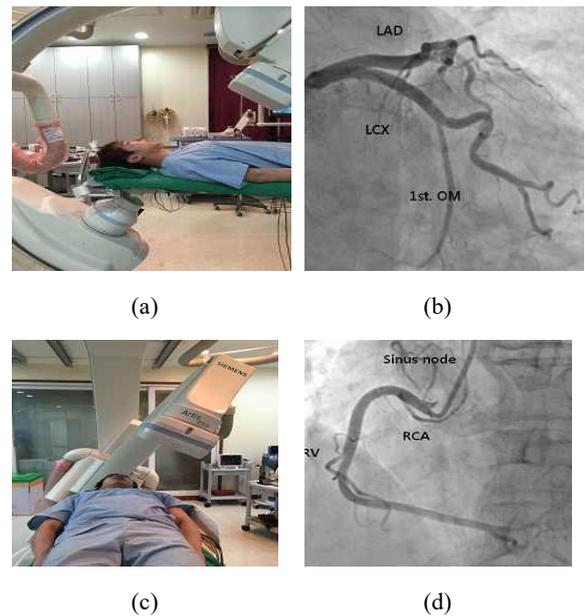


Fig. 4. Tube angle (a) and CAG view (b) of AP caudal 30° view.

III. MEASURE METHODS SUGGESTION

1. LCA 영상 background 중복 구간 배제 방법

Image J를 이용한 측정 시 정지된 영상의 background와 ROI를 각각 측정하여 공식에 대입해 결과값을 도출하는데 background 측정 시에는 심장 음영과 중복되는 구간을 크게 대동맥과 폐, 척추 및 갈비뼈 구간으로 나눌 수 있다. 일반적으로 환자가 누운 자세의 심장 해부학적 구조를 보면 대동맥이 심장 음영의 1/3지점을 중단하고 있고 척추 역시 심장의 중앙 부위를 지나가며 갈비뼈는 횡단면으로 심장 음영을 통과하기에 불가피하게 중복 구간이 발생하게 되고 Fig. 5와 같다. 또한 폐가 심장을 전체적으로 감싸고 있기에 폐 음영이 중복된 구간과 중복되지 않은 구간의 음영 차이가 상당히 존재하므로 background 설정에 있어 신중을 요하며 배제해야 되고 중복 구간은 Fig. 6과 같다.

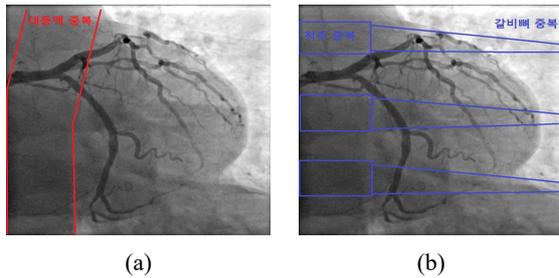


Fig. 5. Overlapping section on left heart shadow of aorta (a) and spine, rib (b).

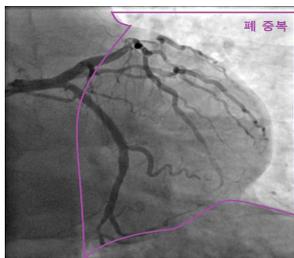


Fig. 6. Overlapping section on left heart shadow of lung.

2. LCA 영상 background 측정 구간 설정 방법

비교적 범위가 제한되고 심장 음영과의 중복이 많은 부분을 차지하고 있지 않는 척추나 갈비뼈의

중복구간은 배제시키고 불가피하게 피할 수 없도록 중복되어있는 대동맥과 폐구간은 포함하여 배경 영역 측정 구역으로 설정하였다. 또한 Image J 프로그램 특성상 background는 좌우 상단의 끝 지점과 좌우 하단의 끝 지점을 선택해야 정확한 값이 설정 되어 비교가 가능하지만 심장 음영이 포함되어 있지 않는 구역은 의미가 없으므로 심장 음영이 포함되어 있는 구간 중에서 가장 끝 지점을 선택하여 background를 측정 구역을 지정하였으며 Fig. 7과 같다.

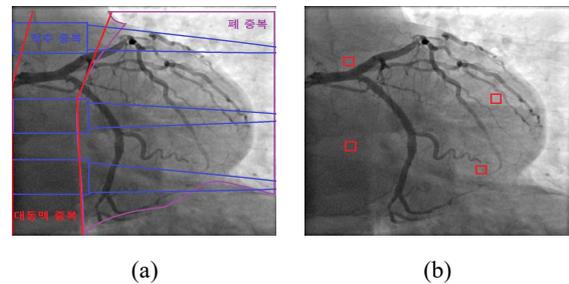


Fig. 7. All overlapping section (a), measuring section of background (b) for left heart shadow.

3. LCA 영상 ROI 중복 구간 배제 방법

ROI 측정 구간 설정에 있어서도 불가피하게 중복되는 구간이 존재한다. background 중복 구간과 마찬가지로 대동맥과 폐 그리고 척추와 갈비뼈가 중복되게 되는데 ROI 측정에 있어서는 추가로 작은 혈관들이(Small vessel) 측정하고자 하는 구간에 겹치기도 하고 각도에 따라 혈관들이 물결모양으로 형성되어 있는 경우도 발생하기 때문에 ROI 측정 시 중복 구간 배제도 반드시 필요한 사항이며 Fig. 8과 같다.

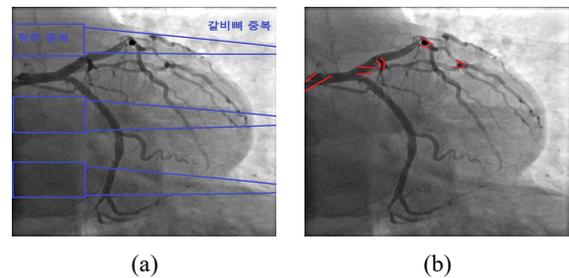


Fig. 8. Overlap section on left coronary artery of spine, rib (a) and small vessel (b).

4. LCA 영상 ROI 측정 구간 설정 방법

불가피하게 대동맥과 폐에 중복이 되는 구간은 제외하고, 척추 사이로 진행되는 LM혈관과 갈비뼈에 중복되지 않고 작은 혈관들에도 중복되지 않으면서 LADos ~ pLAD구간 및 LCXos ~ dLCX이 잘 보이는 영상을 선정하여 언급된 중복 구간들 사이의 혈관을 ROI로 설정하였다. 특히 LCA 중 가장 중요 부위인 LM과 pLAD, pLCX는 반드시 포함하였으며 심장에 길게 펼쳐져 있는 LCX의 먼 쪽 부분 또한 함께 포함시켰고 Fig. 9와 같다.

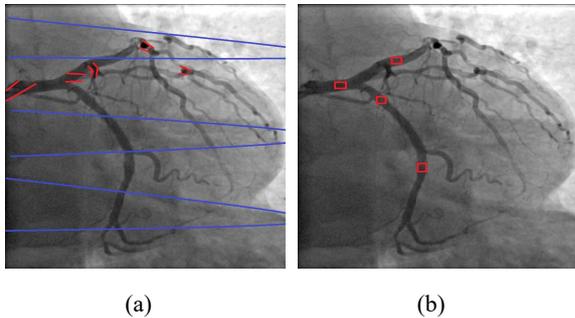


Fig. 9. All overlapping section (a), measuring section of ROI (b) for left heart shadow.

5. RCA 영상 background 중복 구간 배제 방법

LCA의 측정 방법과 마찬가지로 RCA 역시 background 측정 시 중복되는 구간이 발생하는데 RCA의 distal 끝 부분이 대동맥과 척추 및 갈비뼈 음영과 중복되는 구간이 발생하고 근위부 방향으로 올라갈수록 간에 의한 중복 구간이 발생하게 되며 Fig. 10과 같다. 또한 LCA와 동일하게 심장의 전체적인 부분을 폐가 감싸고 있는 중복 구간과 호흡에 의해 움직이는 간 음영 중복 구간이 불가피하게 발생하게 되므로 중복 구간 배제 시 상당부분 신경 써야 할 부분이고 Fig. 11과 같다.

6. RCA 영상 background 측정 구간 설정 방법

Background 중복 구간 배제 방법을 통해 대동맥, 척추, 갈비뼈 및 간 음영이 중복되는 구간은 제외시키고 불가피하게 중복되는 폐 음영은 포함하였으며 LCA와 마찬가지로 심장 음영이 존재하는 RC

A의 안쪽 proximal, mid, distal부위를 background로 설정 하였고 Fig. 12와 같다.

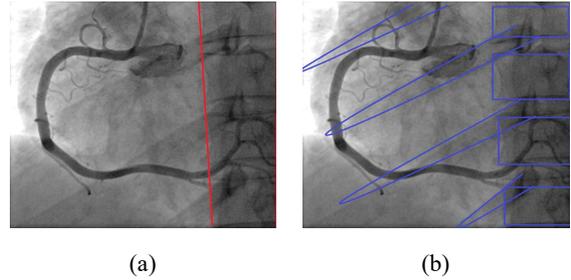


Fig. 10. Overlapping section on right heart shadow of aorta (a) and spine, rib (b).

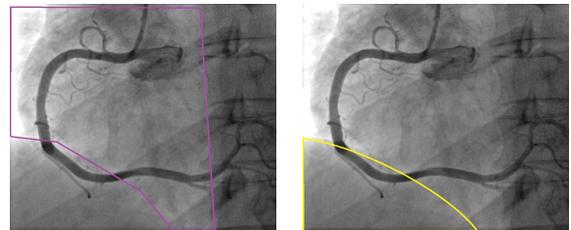


Fig. 11. Overlapping section on right heart shadow of lung and moving liver.

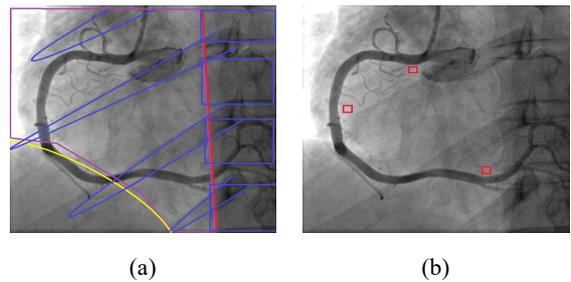


Fig. 12. All overlapping section (a), measuring section of background (b) for right heart shadow

7. RCA 영상 ROI 중복 구간 배제 방법

RCA영상 역시 LCA영상에서처럼 ROI 측정 구간 설정에 있어서도 불가피하게 중복되는 구간이 존재한다. background 중복 구간과 마찬가지로 대동맥과 폐 그리고 척추와 갈비뼈 및 작은 혈관들이 중복되게 되는 부분과 더불어 간이 추가로 더 중복되는 구간이 발생하기 때문에 ROI 측정 시 중복 구

간 배제도 반드시 필요한 사항이고 Fig. 13과 같다.

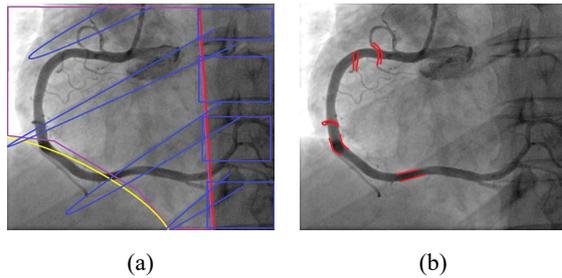


Fig. 13. Overlap section on right coronary artery of spine, rib, aorta, liver (a) and small vessel (b).

8. RCA 영상 ROI 측정 구간 설정 방법

폐 중복 구간을 제외한 ROI중복 구간 배제 방법을 통해 제외된 구간인 대동맥과 척추 및 간 음영의 위치 중 심근경색이 발생할 경우 또는 협심증을 동반할 경우 위치의 지표로 설정되는 RCA의 proximal, mid, distal부분의 혈관을 ROI 구간으로 설정하였고 Fig. 14와 같다.

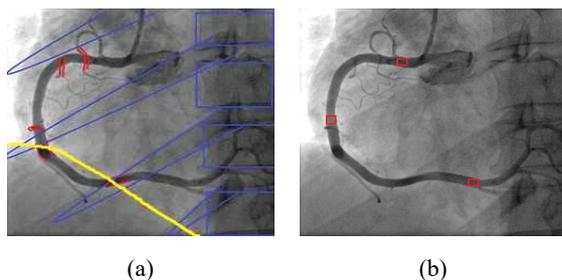


Fig. 14. All overlapping section (a), measuring section of ROI (b) for right heart shadow.

IV. DISCUSSION

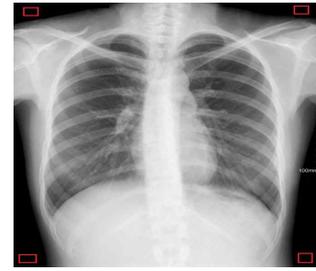
영상 분석 프로그램을 이용한 화질 분석 연구는 서영현 외^[5]의 연구와 정묘영 외^[4]의 연구에서 입증된 바가 있다. 두 연구는 유사하게 CAG 시 Cine촬영 조건에 변화를 주고 촬영한 영상의 SNR과 CNR을 분석해 X선 영상 조건의 변화가 화질에 미치는 영향에 관하여 기술한 연구이다. 그 중 서영현 외^[5]의 연구에서는 촬영 조건의 변화로 화질 측정 결과가 유의미한 결론까지 도출해 내었는데 이러한 실

험에 쓰인 영상의 background와 ROI를 설정하는 방법을 본 연구에서 조금 더 구체적으로 제시해 보고자 실험하게 되었다. 다만, 선행 연구가 다량 기술되어 있는 영상과학과의 Chest PA영상이나 CT영상을 이용한 화질 측정 방법을 다루는 것이 아닌 선행 연구가 없는 혈관 조영 영상을 이용한 화질 측정 방법을 제안하는 연구이기 때문에 본 연구를 진행함에 있어 다소 어려움이 존재했었다. 언급한 이진수 외^[6]의 연구처럼 영상과학에서 촬영된 영상 분석을 진행한 대부분의 연구들은 Image J프로그램을 이용하여 진행한 경우가 다수 존재하므로 큰 어려움이 따르지 않으나 기본적으로 Image J프로그램을 이용한 연구 진행 시 background측정 방법과 ROI측정 방법을 잘 구상하여 진행해야 한다. 이때, Chest PA의 경우 background구간을 정할 때 아무런 음영이 반영되지 않는 바깥 부위 구간을 지정할 수 있지만 혈관 조영 영상에선 확대 촬영이 추가 되어 폐가 중복된 바깥 구간을 형성하고 있기 때문에 부득이하게 폐 부분을 포함한 영역을 background로 설정할 수밖에 없었다. 또한 background설정은 좌우 상단과 하단의 끝 지점이 모두 동일한 음영 조건 부위를 지정해야 하기 때문에 혈관 조영술 영상에서 폐 부분은 기본 중복 구간으로 설정하고 동일하게 심장 자체 음영이 포함되는 구간의 좌우 상단과 하단 끝 지점을 background로 설정하였으며 Fig. 15와 같다. ROI설정에 있어서도 Chest PA의 경우 척추와 갈비뼈 및 심장음영이 배제된 폐구간의 영역을 측정하게 되는데 혈관 조영 영상에서는 오히려 폐의 중복과 대동맥의 중복은 불가피하므로 이 구간은 포함할 수밖에 없었고 척추와 갈비뼈가 중복된 구간은 동일하게 배제시켰다. 추가로 혈관끼리 중복된 구간은 배제하여 목적 부위를 측정하는 방식으로 진행하였으며 Fig. 16과 같다. ROI구간 목적 부위를 선택함에 있어서도 기준 마련 시 다소 어려움이 존재했었는데 다양한 각도로 좌관상동맥을 촬영하는 혈관 조영술의 특성상 특정 영상을 지정하는 방법이 그러하다. 대략 LCA 촬영을 여섯 각도에서 촬영한다고 하였을 때 Oblique각도는 환자의 면적이 더 두꺼워져 선량이 증가함과 더불어 영상의 중복이 클 수 있어 배제하면 AP Cranial 30° 각도와 AP Caudal 30°각도가 남게 된다. 그 중 AP

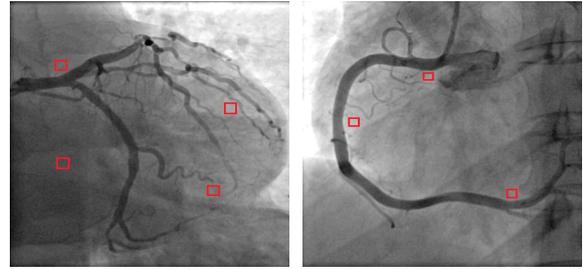
Cranial방향은 심장에 혈류를 공급하는 여러 혈관 중 가장 비중을 많이 차지하는 LAD가 잘 보이는 각도이지만 LAD외에 LCX는 사실상 관독이 불가능 할 정도로 좁은 영역을 표현시키고 중 방향으로 펼쳐진 LAD특성상 시술 테이블을 움직여야만 영상에 모두 포함시킬 수 있기에 대상에서 제외하였다. 물론 AP Caudal각도도 LAD가 모두 다 보이지는 않지만 가장 중요한 LAD의 근위부와 중간부분까지는 무리 없이 영상에 표현할 수 있으며 시술 테이블의 이동 없이도 한 화면에 LCX혈관을 모두 묘출시킬 수 있기 때문에 AP Caudal각도를 측정 시 기준 영상 각도로 지정하는 방법도 무리가 없을 것으로 판단하였다. 또한 ROI측정 시 혈관 측정 구역을 선택할 때 구역 기준 선정에도 어려움이 존재했는데 혈관에 병변이 있다면 반드시 치료를 해야 하는 구간인 LM과 pLAD, pLCX는 꼭 포함을 시켰으며 LCX의 먼 쪽 구간도 포함시켜 측정하는 방법으로 진행하였다. 특히 혈관에 조영제가 모두 꽉 찬 상태의 영상을 대상으로 측정하는 것이 중요하다고 할 수 있다. 이유는 조영제가 꽉차있지 않은 혈관의 영상은 background수치와 큰 차이가 나타나지 않기 때문에 큰 오류를 범할 수 있기 때문이다. RCA촬영 영상의 background와 ROI설정은 간 음영이 포함된 것 외에는 LCA촬영 영상과 큰 차이가 없어 동일한 방법으로 영상 선택 범위를 설정하였다.

이처럼 선행연구가 존재하지 않는 연구에 있어서는 관련 문헌 등이 없어 많은 어려움이 존재하고 대상의 선택에 있어 다양한 시각으로 판단해야 하기 때문에 쉬운 연구는 아니지만 언급한 방법대로 차근차근 문제될 만한 상황들을 정리하고 조합하다 보면 연구의 어려움이 충분히 해결될 수 있다고 생각한다. 따라서 본 연구를 진행함에 있어서도 큰 무리는 없었다고 생각한다.

마지막으로 다양한 국외, 국내의 연구를 살펴보다도 심장 혈관 조영술과 같이 혈관 조영 영상의 이미지에 대한 화질 분석 연구를 진행한 논문이 현저히 부족하므로 일반촬영과 CT촬영 영상 분석 연구처럼 다양한 시각으로 혈관 조영 영상도 연구가 진행되어야 할 것으로 생각된다.



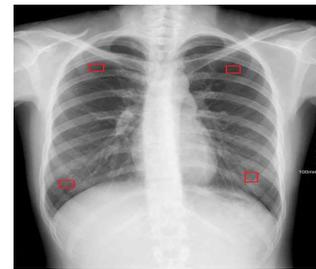
(a)



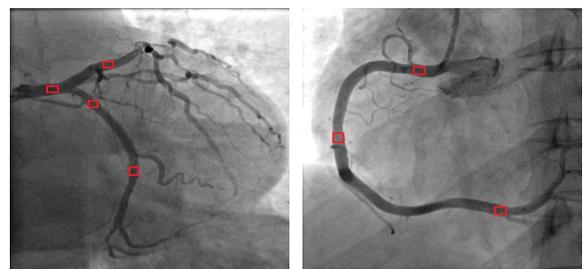
(b)

(c)

Fig. 15. Background of chest PA (a) and LCA view (b) and RCA view (c) of CAG.



(a)



(b)

(c)

Fig. 16. ROI of chest PA (a) and LCA view (b) and RCA view (c) of CAG.

V. CONCLUSION

결론적으로 혈관 조영 영상의 화질 측정 분석 방법은 현재까지도 정확히 제시되어 있는 기준이 없기 때문에 관독 의사와 시술자에게 질 좋은 영상을 제공하기 위한 화질 분석 연구 진행에 있어 본 연

구가 관상동맥 조영술 영상의 화질 측정 방법 기준이 되어 후행 연구에 도움이 될 수 있을 것으로 사료된다. 나아가 화질 분석과 같이 장비의 성능을 확인하기 위한 실험이나 특정인에게 정보를 제공해야 하는 업무에 종사하는 사람이라면 그 장비의 기술자들뿐 아니라 실제로 사용하는 사용자들도 연구자가 되어 다양한 방법으로 여러 연구를 진행해야 환자에게도 우수한 의료 정보를 제공할 수 있을 것으로 생각된다.

Reference

- [1] IEC, "Medical electrical equipment, Characteristics of electro-optical X-ray image intensifiers," 1994.
- [2] S. H. Kim, "Technical Evaluation of Interventional Radiation System," Korea Food and Drug Administration, No. 26, pp. 1-28, 2011.
- [3] H. Jeon, "Impact of low frame rate on image quality during coronary angiography and percutaneous coronary intervention to reduce radiation dose," Korea University Graduate School, Korea University d Collection, 2016.
- [4] M. Y. Jeong, Y. H. Seo, J. N. Song, J. B. Han, "Analysis of the Relationships Between ESD and DAP, and Image SNR·CNR According to the Frame Change of Cine Imaging in CAG : With Focus on 10 f/s and 15 f/s," Journal of the Korean Society of Radiology, Vol. 12, No. 5, pp. 669-675, 2018. <http://dx.doi.org/10.7742/jksr.2018.12.7.845>
- [5] Y. H. Seo, J. N. Song, "Analysis of the ESD and DAP According to the Change of the Cine Imaging Condition of Coronary Angiography and Usefulness of SNR and CNR of the Images: Focusing on the Change of Tube Current," Journal of the Korean Society of Radiology, Vol. 13, No. 3, pp. 371-379, 2019. <http://dx.doi.org/10.7742/jksr.2019.13.3.371>
- [6] J. S. Lee, S. J. Ko, S. S. Kang, J. H. Kim, D. H. Kim, C. S. Kim, "Quantitative Evaluation of Image Quality using Automatic Exposure Control & Sensitivity in the Digital Chest Image," The Korean Contents Association, Vol. 13, No. 8, pp. 275-283, 2013. <http://dx.doi.org/10.5392/JKCA.2013.13.08.275>
- [7] 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, "Comparison Study on CNR and SNR of Thoracic Spine Lateral Radiography," Korean Society of Radiological Science, Vol. 36, No. 4, pp. 273-280, 2013.
- [8] K. J. Lee, M. K. Kim, J. W. Lee, H. C. Kim, "Study on the Minimal Product Quality of Dose in Digital Radiography," Journal of the Institute of Electronics and Information Engineers, Vol. 50, No. 2, pp. 203-209, 2013. <http://dx.doi.org/10.5573/ieek.2013.50.2.203>
- [9] Chung-Ku, *Textbook of Vascular and Interventional Radiography*, 2nd Ed., The Korean Society of Medical Imaging Technology, Korea, 2012.
- [10] WHO MONICA Project Principal Investigators, "The World Health Organization MONICA, monitoring trends and determinants in cardiovascular disease: a major international collaboration," Journal of Clinical Epidemiol, Vol. 41, No. 2, pp. 105-114, 1988. [http://dx.doi.org/10.1016/0895-4356\(88\)90084-4](http://dx.doi.org/10.1016/0895-4356(88)90084-4)
- [11] T. Y. Yun, J. W. Son, K. J. Kim, "The analysis of scattered radiation distribution depends on changing tube angle in angiography suite," Cardio-Vascular Interventional Technology, Vol. 20, No. 1, pp. 55-63, 2017.

영상 분석 프로그램을 이용한 관상동맥 혈관 조영상의 화질 측정 방법 고안

서영현,^{1,2} 송종남^{2,*}

¹여수제일병원 부정맥 심혈관센터

²동신대학교 방사선학과

요 약

병원에서 사용하는 X선 장비는 X선 장비의 능력 연구와 더불어 출력되는 영상의 화질까지도 분석하는 연구가 활발히 진행되어야 한다. 영상의학과 장비의 X-Ray기계나 CT, MRI와 같은 장비의 후향적 이미지 분석은 활발히 진행되었으나 혈관조영실의 혈관조영장비를 이용하여 획득한 영상의 화질 측정은 팬텀을 이용하여 측정하는 방법이 대부분이고 실제 환자에게 촬영된 후의 영상에 관한 화질 측정은 미비한 실정이며 정확한 화질 측정 방법에 관한 연구가 현저히 부족한 상태이다. 따라서 본 연구를 통해 관상동맥 조영술 후 획득된 영상의 화질측정 방법을 고안한 연구를 진행해 시술자에게 질 높은 영상을 제공하고자 연구를 진행하게 되었다. 사용된 장비 및 프로그램은 혈관 조영 검사 장비(Axiom Artis Zee Ceiling)와 Image J프로그램을 사용하였다. 대상으로는 관상동맥 조영술 후 PACS프로그램에 자동 저장된 영상들을 대상으로 하였다. 화질 측정 방법으로는 Image J프로그램을 이용했을 때 관상동맥 조영술 중 좌 관상동맥의 주요 혈관들이 가장 잘 펼쳐져 보이는 각도의 영상인 AP Caudal 30°영상과 우 관상동맥의 혈관이 가장 잘 펼쳐져 보이는 LAO 30° 영상을 선택하여 선택된 영상의 배경영역(Background)과 관심영역(ROI)을 측정하기 위해 혈관과 간, 폐 등의 음영 중복이 가장 최소화 되는 구간을 찾아 측정하는 방법에 관한 기준을 제시하였다. 결론적으로 혈관 조영 영상의 화질측정 분석 방법은 정확히 제시되어 있는 기준이 없기 때문에 시술자에게 질 좋은 영상을 제공하기 위해선 그 장비의 기술자들뿐 아니라 실제로 사용하는 사용자들이 연구자가 되어 다양한 방법으로 화질측정에 관한 연구를 진행해야만 환자에게도 우수한 영상을 제공할 수 있을 것으로 사료된다.

중심단어: 혈관조영술, 화질측정방법, 이미지측정방법

연구자 정보 이력

	성명	소속	직위
(제1저자)	서영현	여수제일병원 부정맥 심혈관센터 동신대학교 방사선학과 동신대학교 방사선학과	7급 의료기사 박사 시간강사
(교신저자)	송종남	동신대학교 방사선학과	교수