

중재적 시술에 사용하는 조영제의 요오드(⁵³I) 함유량 차이에 따른 피폭선량 평가

Dose assessment according to Differences in the Content of Iodine in Contrast
Media used in Interventional Procedure

박혁*, 전주섭*, 김용완*, 장성주**
전남대학교병원 영상의학과*, 동신대학교 방사선학과**

Hyeok Bak(hbak75@hanmail.net)*, Ju-Seob Jeon(jusjeon@hanmail.net)*,
Yong-Wan Kim(kyw4d@hanmail.net)*, Seong-Joo Jang(sjjang@dsu.ac.kr)**

요약

중재적 시술 및 혈관조영검사에 사용되는 조영제의 요오드 함유량 차이에 따른 흡수도와 피폭선량을 알아보았다. 실험에 사용된 조영제는 요오드 함유량(I mg/ml)에 따라 240, 270, 300, 320, 350, 370, 400의 7종류를 사용하였으며, 그 결과 요오드 함유량이 많을수록 흡수도 및 피폭선량이 높아짐을 알 수 있었으며, TACE 검사에서도 조영제의 농도 270 I mg/ml에 비해 350 I mg/ml의 출력 선량이 8.5% 정도 증가하였다. 본 연구를 통해 조영제가 환자의 피폭선량에 영향을 주며 요오드 함유량이 많은 조영제일수록 환자의 피폭선량이 증가함을 알 수 있었다.

■ 중심어 : | 조영제 | 요오드 | AEC |

Abstract

The purpose of this study is to evaluate exposure dose and absorbability according to differences in the content of iodine in contrast media used in interventional procedure and angiography. There were 7 levels of iodine content as 240, 270, 300, 320, 350, 370, and 400 I mg/ml. The higher iodine content was, the more elevated exposure dose and absorbability were. The output dose was about 8.5% from iodine content with 350I mg/ml higher than that with 270 I mg/ml in TACE. These results mean that contrast media can have an effect on patient's exposure dose and high iodine content contrast media results in elevation of patient's exposure dose.

■ keyword : | Contrast Media | Iodine | AEC |

I. 서론

우리나라의 경제 수준이 높아지고 식생활이 서구화되면서 혈관질환이 점차 증가하고 있으며 간암, 위암, 담도암, 식도암 등에 의한 사망률도 높다. 혈관질환 환자의 치료를 위해서는 좁아지거나 막힌 혈관의 정확한 상태를 평가하기 위하여 동맥 또는 정맥의 혈관조영술

을 시행하고 필요한 경우는 풍선확장술이나 스텐트 삽입을 시행하여 혈류를 개선하고 있다. 또한 간암 환자 인 경우는 동맥 색전술, 위암 및 식도암 환자에서는 스텐트 삽입술이 널리 시행되고 있다. 이처럼 혈관조영술은 암 환자의 경우 암의 위치 및 상태를 알려줌으로써 수술 또는 중재적 시술을 하는 의사들에게 정확한 해부학적 지식을 제공하기 때문에 없어서는 안 될 필수적인

접수일자 : 2013년 12월 10일

수정일자 : 2014년 02월 03일

심사완료일 : 2014년 03월 17일

교신저자 : 장성주, e-mail : sjjang@dsu.ac.kr

시술법으로 최근 우리나라의 의료수준이 꾸준히 향상되면서 중재적 시술의 건수가 늘어나 전국적으로 하루에도 수백 건 이상이 시행되고 있다[1]. 하지만 중재적 시술이 점점 더 복잡해지고 다양화되면서 환자가 받게 되는 피폭선량이 높아진 것이 사실이다.

환자의 방사선 피폭을 초래하는 모든 의료적인 결정은 해로움보다 이로움이 크다는 이유로 환자가 진단을 위해 받는 의료 피폭이 정당화되고 있으나, 최소한의 피폭선량으로 최대한의 진단적 가치를 갖는 영상을 얻는 것이 의료영상 형성의 궁극적인 목적이며[2], 중재적 시술을 시행함에 있어 촬영장비의 조건, 기기의 노후 정도, 방사선 종사자의 기술적 방법에 따라 환자가 받는 피폭선량이 달라질 수 있다.

중재적 시술에서 혈관 및 조직의 대조도 차이를 극대화 하기위해 조영제를 사용하는데, 이는 조영제의 특성 중 비투과성에 의한 흡수도 차이에 의한다. 이러한 흡수도 차이를 일반적으로 조영제의 농도라 부르며, ml 당 요오드양(I mg/ml)을 말한다[3]. 이에 본 연구에서는 조영제의 흡수도차에 의해서 혈관조영상이 만들어진다는 점에 착안하여 일반적으로 진단에 사용되는 조영제를 가지고 요오드 함유량의 차이 즉 농도의 차이에 따라서 흡수도와 이에 따른 피폭선량을 알아보고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 장비 및 방법

중재적 시술에 사용된 장비는 Philips Allura Xper FD 20(Philips, Eindhoven, Netherlands)이었고, 일반 X-ray 촬영 장비는 Philips Digital Diagnost VS(Philips, Netherlands)이었다. 측정에 사용된 선량계는 장비에 장착된 KermaX plus(iba-dosimetry, schwarzenbruck, Germany)이다.

검사에 사용된 조영제는 시중에 상품화되어 일반적으로 혈관조영술에 사용되는 조영제를 사용하였으며, 제조사별로 화학적 차이가 있지만, 실험에 영향이 없기에 따로 구별하지 않았으며, 단지 요오드 함유량(I mg/ml)에 따라 240, 270, 300, 320, 350, 370, 400의 7가지를

사용하였다. 요오드 함유량(I mg/ml)과 조영제 농도는 같은 의미로 사용하였다.

1.1 평가기준

본 연구는 중재적 시술 중 가장 많이 시행되는 TACE를 평가 기준으로 하였으며, 시술 중 일반적으로 가장 많이 시행하는 celiac artery, SMA angiography의 시술시간, mAs를 각각 분석하였으며[표 7], 시술시간의 평균은 12초였으며, [그림 3]의 농도별 선량측정 시 angiography 검사시간의 기준으로 하였다.

실험값은 SPSS Ver.19로 조영제의 농도별 흡수도, angiography에서 농도별 선량은 one way ANOVA를 fluoroscopy에서 농도별 선량은 two way ANOVA를 이용하여 검정 하였다.

1.2 Phantom 제작

실험에 사용된 water phantom은 [그림 1]처럼 아크릴로 30 cm× 30 cm× 30 cm 크기로 제작한 다음, 물은 2/3를 채우고 그 안에 celiac artery에서 분지하는 각 장기들(간, 담낭, 췌장, 비장, 위)의 부피[표 1]를 합한 크기인 2007 cm³(15 cm× 15 cm× 8.9 cm)로 만들고 그 안에 물과 실제 celiac artery 검사 시 사용하는 조영제의 양 30 cc를 혼합하였다.

표 1. 성인 장기의 부피 [4]

장기명	부피(cm ³)	
	남성	여성
뇌	1491.10 ± 150.56	1400.76 ± 81.51
눈	19.09 ± 0.82	18.35 ± 2.71
수정체	0.34 ± 0.03	0.43 ± 0.08
갑상선	17.95 ± 4.14	15.93 ± 2.96
심장(피포함)	626.31 ± 146.55	554.72 ± 134.42
담낭	16.24 ± 3.35	17.26 ± 8.04
위	355.69 ± 181.92	293.45 ± 148.62
췌장	38.99 ± 17.38	55.01 ± 28.95
간	1538.93 ± 189.39	1381.61 ± 158.30
비장	170.46 ± 44.19	146.64 ± 51.48
신장	310.72 ± 59.06	254.24 ± 46.20
폐	4418.25 ± 774.61	3003.93 ± 807.02
방광	199.71 ± 109.99	166.75 ± 119.63

※ 방사선방호를 위한 표준한국인 설정 연구(이재기 외, 2004)

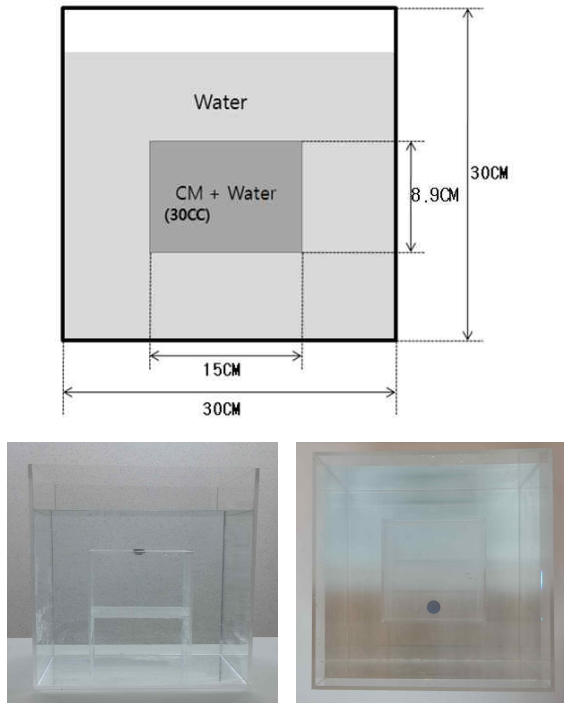


그림 1. Water phantom

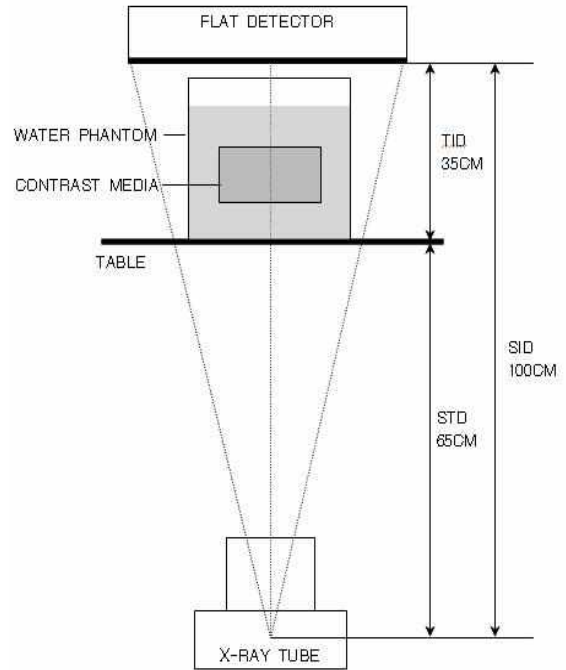


그림 3. 조영제 농도별 선량 측정 방법

2. Phantom 실험

2.1 조영제의 농도별 흡수도

[그림 1]의 water phantom에 조영제 농도에 따라 X-ray 촬영기로 복부촬영 조건인 72 kVp, 25 mAs로 3 번씩 검사한 다음, PACS 상에서 [그림 2]와 같이 다섯 군데의 ROI 값을 측정한 후 평균값을 구하여 농도별 흡수도를 알아보았다.

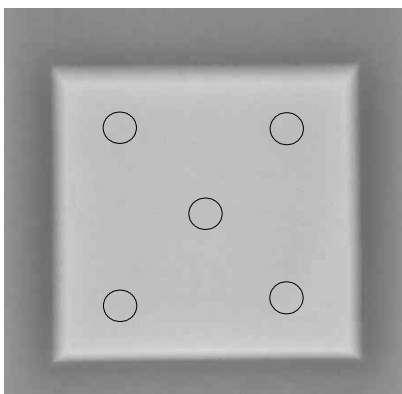


그림 2. 조영제 농도별 흡수도 측정

2.2 조영제의 농도별 선량

조영제의 농도별 선량을 알아보기 위해 [그림 1]의 water phantom을 [그림 3]과 같이 설치하였고, angiography 검사 시간은 TACE 검사에서 celiac

artery, SMA의 평균 검사 시간인 12초로 하였으며, 농도별 mAs, DAP, air kerma를 측정하였다. Fluoroscopy 검사에서는 펄스모드의 선량을 10초, 20초, 30초, 40초, 50초, 60초로 나누어 각각 시간에 따른 mAs, DAP, air kerma를 측정하였다. 검사의 오차를 줄이기 위해 3번씩 검사한 다음 평균값을 냈다.

3. 중재적 시술 시 조영제의 농도별 선량차이 :

TACE 기준

3.1 기간 및 대상

2011년 8월 1일부터 2012년 7월 31일까지 일 년 동안 대학병원에서 중재적 시술 중 TACE를 받은 환자 350명을 본 실험을 위해 검사조건 및 사용된 조영제 농도 등의 자료를 수집하였으며, 값의 변화를 최소화하기 위해 20세 이상의 성인 중 신체의 크기가 비슷한 45명을 대상으로 농도별로 나누어 자료를 분석하였다. [표 2]와 같이, 대상 환자의 키는 163.7 ± 0.85 cm, 몸무게는 62.9 ± 0.20 kg, BMI는 23.37 ± 0.29 이었다.

표 2. 환자의 키, 체중 및 BMI

Height of All Adult Subjects(cm)				Weight of All Adult Subjects(kg)				BMI* of All Adult Subjects			
Mean	SD**	MIN	MAX	Mean	SD	MIN	MAX	Mean	SD	MIN	MAX
163.7	0.85	163	165	62.9	0.20	62	63	23.37	0.30	23.1	23.7

* BMI : Body Mass Index
 ** SD : Standard Deviation

3.2 TACE 시술 시 조영제의 농도별 선량차이

중재적 시술 시 조영제의 농도에 따른 선량차이를 알아보기 위해 검사 대상 중에서 키와 몸무게, BMI가 비슷한 성인 남자를 조영제 농도 270, 300, 350별로 각각 15명씩 총 45명을 대상으로 celiac artery, SMA angiography의 검사 시간, 검사 순서, mAs를 비교 분석하였다. 조영제의 양은 5 cc/sec로 총 30 cc를 사용하였으며, 검사하는 동안 장비의 기하학적 변화 없이 바로 검사하였다.

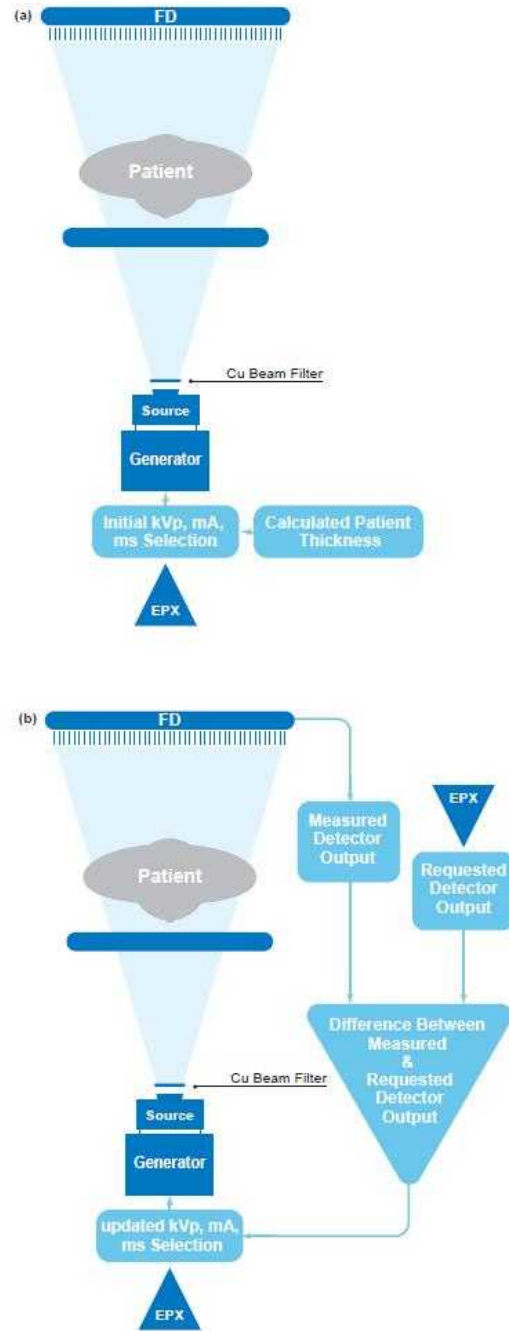


그림 4. AEC의 원리

(a) Patient thickness is estimated to ascertain initial radiographic factors, then (b) measured and requested detector outputs are compared in order to ascertain updated radiographic factors.

4. AEC(Automatic Exposure Control : 자동노출 제어장치)

AEC, ADRC(Automatic Dose Rate Control)은 FDA(US Food and Drug Association)의 규정에 의해 환자의 피폭선량 관리를 위해 혈관촬영 장비에 의무적으로 부착하게 되어있으며, AEC의 원리는 [그림 4]와 같이 혈관 조영을 하게 되면 initial X-ray가 환자의 두께를 측정하고 다음 필요한 선량을 update하여 환자의 두께에 따라 적정한 선량을 출력해주는 프로그램이다. 동일 환자일지라도 겐트리 각도 변경, 유효 환자의 두께 등의 변화가 감지되면 AEC에 의해 update 된 선량이 출력되게 된다[5].

III. 결 과

1. 조영제의 농도별 흡수도

[표 3]은 조영제의 농도에 따른 흡수도 차이를 HU(Hounsfield Unit) 값으로 나타내고 있다. 농도가 240일 경우 2977±5.10이고 400에서 3194±6.80으로 조영제의 농도가 높아질수록 HU 값이 높게 나타났다.

표 3. 조영제 농도별 흡수도 차이

Density	MEAN(HU)
240	2977±5.10
270	3027±3.40
300	3095±4.96
320	3107±3.10
350	3140±6.02
370	3183±6.60
400	3194±6.80

P < 0.05

2. 조영제 농도별 선량

[표 4]는 [그림 3]의 방법으로 조영제의 농도별 선량을 나타낸 것이다. 농도별 출력 선량을 보면 240일 경우 39mAs이고 400일 경우 55mAs로 240보다 29% 높았고, DAP 값은 240일 경우 64.36±0.11 Gy^{cm}² 이고 400일 경우 90.94±0.08 Gy^{cm}²로 204보다 41% 높았으며, 농도가

높아짐에 따라 mAs, DAP, air kerma 값이 높아지는 것을 알 수 있다.

표 4. Angiography에서 농도별 선량

Density	kV	mAs	DAP(Gy ^{cm} ²)	Air kerma(Gy)
240	80	39	64.36±0.11	0.12
270	80	41	69.27±0.06	0.13
300	80	45	75.91±0.03	0.14
320	80	47	78.13±0.03	0.15
350	80	49	82.13 ±0.05	0.15
370	80	53	87.58±0.08	0.16
400	80	55	90.94±0.08	0.17

P < 0.05

[표 5]는 fluoroscopy 상에서 10초 단위로 60초까지의 변화를 주어 농도별 DAP 값을 나타낸 것이다. 농도별 값을 보면 240보다 400의 경우에 10% 정도 높은 값을 나타내었다. 시간별로 비례해서 선량이 증가하였으며, 농도가 높을수록 [그림 6]처럼 값의 기울기가 커지는 결과를 보였다.

표 5. Fluoroscopy에서 농도별 DAP (단위 : Gy^{cm}²)

D	T					
	10sec	20sec	30sec	40sec	50sec	60sec
240	3.18	6.41	9.58	12.76	15.96	19.04
270	3.26	6.50	9.77	12.97	16.25	19.54
300	3.31	6.70	10.03	13.43	16.76	20.01
320	3.36	6.71	10.14	13.48	16.91	20.05
350	3.41	6.77	10.28	13.71	17.14	20.49
370	3.44	7.03	10.48	13.94	17.49	20.96
400	3.60	7.03	10.48	13.94	17.52	21.00

P < 0.05

[표 6]은 fluoroscopy 상에서 10초 단위로 60초까지의 변화를 주어 농도별 air kerma 값을 나타낸 것이다. 시간별로 비례해서 선량이 증가하였으며, 농도별 값을 보면 240보다 400의 경우에 7% 정도 높은 값을 나타내고 있다.

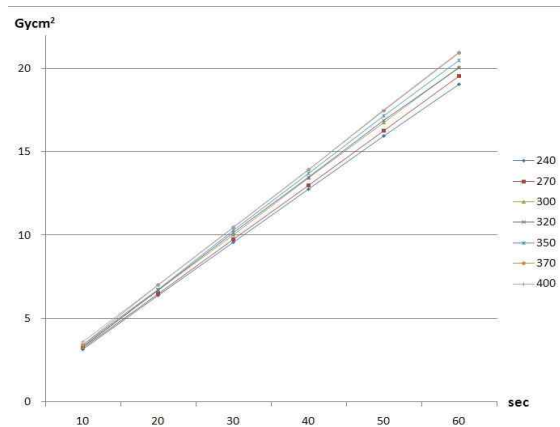


그림 6. Fluoroscopy에서 농도별 DAP

표 6. Fluoroscopy에서 농도별 Air kerma (단위:mGycm²)

D	T	10sec	20sec	30sec	40sec	50sec	60sec
240		5.99	12.05	17.95	23.83	29.85	35.62
270		6.09	12.04	18.08	24.01	30.08	36.16
300		6.13	12.42	18.53	24.88	30.86	37.07
320		6.19	12.34	18.60	24.98	31.04	36.80
350		6.25	12.45	18.84	25.15	31.49	37.46
370		6.35	12.84	19.16	25.50	32.04	38.17
400		6.60	12.82	19.24	25.39	32.06	38.21

P < 0.05

3. TACE 시술 시 조영제의 농도별 선량차이

[표 7]은 TACE 검사자 중에서 [표 2]와 같이 키와 몸무게가 비슷한 45명을 대상으로 celiac artery와 SMA 검사의 검사시간, mAs 및 검사순서를 나타내고 있다. SMA 검사를 첫 번째로 하고 다음으로 celiac artery 검사를 하였다. 검사시간을 보면 SMA가 12.5이고 celiac artery가 10.6초로 celiac artery가 검사시간은 짧고, 선량을 보면 검사시간이 더 짧은 celiac artery가 19.6 mAs로 SMA의 17.0 mAs보다 선량이 더 많았다. 농도별 선량의 차이를 보면 첫 번째인 SMA 검사 시 검사시간 및 선량값이 거의 비슷한 값을 나타내지만, 두 번째 celiac artery 검사에서는 검사시간은 비슷하나 농도가 270일 경우에는 18.9 mAs이고 350일 경우 20.5 mAs로 8.5% 정도 선량이 많이 출력된 결과를 보였다.

표 7. TACE에서 celiac artery와 SMA의 검사시간, 순서 및 선량

D	celiac artery				SMA			
	time	kV	mAs	procedure	time	kV	mAs	procedure
270	10.4	80	18.9	2	12.6	80	16.8	1
300	10.1	80	19.3	2	12.4	80	17.1	1
350	10.3	80	20.5	2	12.5	80	17.1	1
평균	10.3	80	19.6		12.5	80	17.0	

IV. 고찰

혈관조영은 1895년 뢰트겐 교수에 의해 X-ray가 발견된 이듬해부터 시행되었으며, 인체에 X-ray를 조사하면 혈관은 주위 조직과 대조도 차이가 적어 육안으로 관찰되지 않는다. 그래서 혈관을 관찰하려 그 안에 조영제를 주입하고 있으며, 양성조영제(positive contrast media)와 음성조영제(negative contrast media)로 구분한다. 양성조영제는 X-ray 흡수율이 높은 화학물질을 혼합한 것으로 주위 장기에 비해 농도가 희게 나타나고, 음성조영제는 주로 흡수율이 낮은 공기, 산소 등을 사용하여 주위 장기보다 검게 나타나게 한다. 양성조영제는 수분과의 용해도를 기준으로 수용성 조영제와 유용성 조영제로 구분한다. 수용성 조영제는 주로 요로·혈관계에 사용하는 요오드성 조영제(iodine sulfate)와 위·장관계에 사용하는 황산바륨제(BaSO₄, barium sulfate)로 구분한다. 혈관조영술에 사용하는 조영제는 요오드 성분의 수용성 조영제이다. 혈관계 조영제는 비이온성 수용성 조영제를 사용하며 그 목적은 부작용을 최소화하면서 혈관 및 장기들과 주위조직의 대조도 차이를 나타내 혈관의 주행상태 및 분포를 관찰하는 데 있다[6].

본 연구에 사용된 조영제는 일반적으로 진단용으로 사용되는 240-400 사이의 농도의 조영제를 사용하였다. 조영제의 농도 차이에 의한 흡수도를 평가하기 위해 [그림 1]의 water phantom에 각각 농도를 달리하여 X-ray 촬영기로 72 kVp, 25 mAs로 촬영한 후 PACS 상에서 [그림 2]와 같이 다섯 군데의 값을 평균하였다.

농도가 240일 때 HU값이 2977이며 400일 때 3194로 농도가 높을수록 X-ray 흡수를 많이 하고 있으며, 이는 달리 말해 투과를 적게 한다는 것이다.

혈관 촬영기는 FDA 기준에 의해 환자의 선량을 측정할 수 있는 선량계를 의무적으로 장착하여야 하며, 환자의 두께에 따라 선량을 자동으로 조절하는 기능인 AEC에 의해 검사 시 선량을 자동으로 출력하게 된다[5].

[표 4]의 값을 보면 조영제의 농도가 높을수록 혈관 조영 검사 시 mAs가 많이 출력되어 DAP 선량이 높아짐을 알 수 있다. 이는 조영제의 농도가 높아짐에 따라 흡수도가 증가하여, 혈관조영 검사 시 AEC의 initial X-ray의 투과 선량에 영향을 주어 조영제의 농도가 높아질수록 출력 선량이 높아짐을 알 수 있었으며, fluoroscopy 검사 시에도 조영제의 농도가 높아질수록 선량이 많아지는 것을 알 수 있다[표 5]. 또한, 초기에는 농도별 선량이 비슷하다가 시간이 지날수록 농도별 선량의 기울기가 커지는 것을 알 수 있는데, 이는 농도가 높을수록 시간이 갈수록 훨씬 선량이 많아지는 것을 의미한다[그림 6].

조영제를 각 장기에 동맥 주사하면 혈액과 혼합되어 신체의 각 부분으로 체순환한다. 이때 대부분의 조영제는 콩팥을 거쳐 요로 배설되며 나머지는 간과 쓸개를 통해 대변으로 배설된다. 콩팥에 의한 조영제의 배설은 주입 1시간 후에 50%, 24시간 후에는 99%가 배설된다. 혈중의 농도 추이는 대체로 반감기가 30분이며, 각 장기 내에서의 농도 추이는 갑상선을 제외하고 비슷한 정도로 배출된다[6]. 혈관조영검사 또한 여러 번의 검사를 시행하는 동안 조영제가 장기에 잔류하게 된다.

본 연구에서는 1년간 TACE를 시행한 350명 중 체격이 비슷한 45명을 조영제 농도 270, 300, 350으로 나누어 celiac artery와 SMA 검사 시 시간 및 조건을 분석하였다[표 7]. TACE를 시행할 때 일반적으로 SMA를 먼저 시행하고 다음에 celiac artery를 시행하였는데, 평균 검사시간은 SMA가 12.5초 celiac artery가 10.6초로 celiac artery 검사가 1.9초 정도 적었지만 SMA보다 선량이 높게 나타난 것은 SMA 검사 때의 잔류 조영제가 celiac artery 검사 시에 영향을 주고 있는 것을 알 수

있었다. 같은 환자의 검사이지만 첫 번째 조영검사에서는 장비의 AEC가 조영제가 들어가기 전에 환자의 두께를 측정하여 출력 선량이 결정되지만 두 번째 조영검사부터는 AEC가 환자의 두께를 측정할 때 환자의 장기에 머물러 있는 잔류 조영제가 initial X-ray의 흡수도를 증가시켜 결과적으로 환자의 두께가 증가한 것처럼 인식하여 출력선량이 증가하게 된다. 또한, 첫 번째로 시행한 SMA 검사의 경우 농도별로 시간 및 mAs 차이가 거의 나지 않은 반면, 두 번째로 시행한 celiac artery 검사의 경우 각 농도별로 검사시간은 비슷했으나 농도가 높아질수록 선량(mAs)이 더 많이 출력되었는데, 이는 조영제의 농도가 환자의 피폭선량에 영향을 주는 것을 확인할 수 있었다.

중재적 시술이 삶의 질을 향상시키기 위해 시술되는 많은 환자가 노년에 있는데, 이러한 환자들은 방사선으로 유발된 암을 발달시킬 정도로 충분히 오랫동안 생존하지 않을 것이다. 그러나 환자의 비율에서 중년이나 청년, 나아가 일부 아동이 차지하는 부분이 상당하며 또한 증가하는 추세이다. 아동들은 골수의 방사선피폭 결과로 몇 년 사이에 백혈병에 걸릴 수 있으며, 흉부와 목에 방사선 조사의 결과로서 유방암(Vano 등, 1998a)이나 갑상선암을 초래할 수도 있다[7]. 따라서 방사선을 사용하는 경우 허용된 범위의 피폭이라 하더라도 방사선피폭으로 인한 이익이 손실보다 클 경우에만 피폭을 허용하며, 가능한 방사선 피폭을 줄임으로써 방사선피폭으로 인한 확률적 영향과 비확률적 영향의 발생을 감소시킬 수 있을 것이다[8].

방사선 피폭을 줄이기 위해 많은 연구가 진행되고 있으며, 신성규는 ‘골반 전후방향 촬영 시 0.1mmCu 필터의 사용으로 화질을 저하시키지 않으면서 환자의 피폭 선량을 효과적으로 감소시킬 수 있을 것이다’고 하였으며[9], 중재적 시술시 환자의 피폭선량을 줄이기 위한 방안으로 유명규 등은 투시 시간 단축, 낮은 선량 모드 사용(펄스모드), 영상 촬영횟수 감소, 조사야 크기 제한과 함께 Detector를 가능한 환자와 밀착시키고 Table의 높이는 Tube와 멀리해야 하며 영상의 확대는 꼭 필요시에만 이용하여야 한다고 하였다[10].

이중석 등은 CT 검사에서 AEC를 적용하여 흉부 및

복부 검사에서 고정 관진류 기법에 비해 선량의 감소 효과가 있어, 영상의 질 저하 없이 선량이 감소하는 AEC 기법을 적용하여 검사하도록 한다고 하였다[11]. 하지만 본 연구에서는 혈관장비의 AEC 의해서 잔류조영제가 환자의 두께를 증가시켜 출력 선량을 증가시켜 환자의 피폭선량이 증가를 보였는데 이는 CT 장비와 혈관조영장비의 AEC가 구조적 차이가 있어 다른 결과를 보이는 것 같다.

Roberto는 CT 검사 시 요오드 함유량이 높은 400(I mg/ml) 조영제의 사용으로 낮은 튜브 전류로 인한 이미지 화질 저하 문제점을 해결할 수 있으며, 영상의 저하 없이 방사선량을 감소할 수 있다고 하였다[12]. 하지만 본 연구에서는 조영제 농도가 높을수록 피폭선량이 증가하였는데 이는 장비의 구조적 차이로 CT의 경우는 수동적인 조작을 통해 선량을 적게 주어 노이즈 증가에 의한 이미지 저하 문제를 농도가 높은 조영제를 사용하여 CNR을 증가시켜 이미지 저하 문제를 해결하였지만, 반면 혈관촬영기는 출력선량이 환자의 두께에 따라 자동으로(AEC) 조절하기에 조영검사 시 잔류 조영제의 영향으로 환자 두께를 증가시키는 결과를 가져와 선량의 증가를 보였으며, 특히 농도가 높을수록 더 높은 선량이 출력되었으며, 출력선량이 높다는 것은 환자의 피폭선량이 증가한다는 것을 의미한다.

본 연구의 결과를 정리해보면 혈관조영장치의 경우 혈관조영술을 하게 되면 initial X-ray가 환자의 두께를 측정하여 선량을 조절하는 자동노출제어장치(AEC)에 의해 출력 선량이 결정되는데, 혈관조영술을 시행할 경우 첫 번째 검사에서는 환자의 두께에 따라 일정한 선량이 조사되지만 두 번째 혈관조영술부터는 인체 장기에 잔류하고 있는 조영제가 흡수 및 투과 선량에 영향을 주어 환자의 두께를 크게 만드는 결과를 가져와 출력선량이 늘어나게 된다. 그러므로 같은 환자라 할지라도 두 번째 조영술부터는 인체에 잔류하고 있는 조영제에 의하여 출력선량도 영향을 받게 되며, 조영제의 농도가 높을수록 환자의 피폭선량도 증가함을 알 수 있었다. 따라서 혈관조영검사 및 중재적 시술 시 화질에 큰 영향을 미치지 않는 한 조영제의 농도가 낮은 조영제를 사용하면 환자의 피폭선량을 저감화시킬 수 있을 것이

라 사료된다.

V. 결 론

본 연구를 통해 조영제의 X-ray 흡수도는 농도가 높을수록 높아지며, 출력 선량은 농도가 240일 경우 39 mAs이고 400의 경우 55 mAs로 240보다 29% 증가를 하였으며, DAP 값도 240일 경우 64.36 Gy cm^2 이고 400일 경우 90.94 Gy cm^2 로 240보다 41% 정도 증가를 하였으며, 농도가 높을수록 출력 선량 및 DAP가 높아졌다. TACE 검사에서도 조영제의 농도 270 비해 350의 출력 선량이 8.5% 정도 증가하였다. 중재적 시술 및 혈관조영 검사에서 잔류조영제가 반복 검사하는 동안 다음 조영검사에 영향을 주어 환자의 흡수선량을 증가시켜 출력 선량이 높아지게 되며, 특히 농도가 높을수록 환자의 피폭선량이 증가함을 알 수 있었다.

참 고 문 헌

- [1] 도영수, *혈관조영 X-선 장치의 안전관리 기준 개발*, 식품의약품안전청 용역연구개발사업, 2003.
- [2] ICRP Publication 103 : *Recommendations of the International Commission on Radiological Protection*, Oxford, 2007.
- [3] 정진욱, *인터벤션영상의학*, 대한인터벤션영상의학회, 2007.
- [4] 이제기, *방사선 방호를 위해 표준한국인 설정 연구*, 한양대학교, 2004.
- [5] http://www.healthcare.philips.com/pwc_hc/main/shared/Assets/Documents/DoseWise/allura_xper_cardiac_system_imp_auto_dose_rate_ctrl.pdf
- [6] 마상철, *Vascular and Interventional Radiology*, 대학서림, 2007.
- [7] E. Vano, L. Arranz, and J. M. Sastre, "1998a. Dosimetric and radiation protection

considerations based on some cases of patient skin injuries in interventional cardiology,” Brit. J. Radiol, Vol.71, pp.510-516, 1998.

- [8] ICRP, *Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, ICRP Publication 26*, Pergamon Press, Oxford, New York, 1997.
- [9] 신성규, “골반촬영 시 내장된 필터를 이용한 환자 선량 감소”, 한국콘텐츠학회논문지, 제12권, 제8호, pp.233-239, 2012.
- [10] 유명규, “중재적 시술 시 Detector의 높이와 영상의 확대에 따른 환자의 흡수선량 변화에 관한 연구”, 대한인터벤션영상기술학회지, 제13권, 제1호, pp.122-132, 2010.
- [11] 이종석, “흉부 및 복부에서 AEC 적용에 따른 MDCT의 선량 감소 효과”, 한국콘텐츠학회논문지, 제9권, 제3호, pp.225-231, 2009.
- [12] Roberto lezzi, “High concentration contrast media and radiation dose reduction in CT vascular imaging,” Diagnostic Imaging Europe, Vol.5, pp.1-17, 2011.

저 자 소개

박 혁(Hyeok Bak)

준회원



- 2008년 8월 : 한국방송통신대학교 환경보건학과(보건학사)
- 2011년 2월 : 동신대학교 일반대학원 방사선물리학과 수료
- 2004년 ~ 현재 : 전남대학교병원 영상의학과

<관심분야> : 방사선물리

전 주 섭(Ju-Seob Jeon)

정회원



- 2000년 2월 : 전남대학교 행정학과(행정학석사)
- 2010년 8월 : 동신대학교 행정학과(행정학박사)
- 1982년 9월 ~ 현재 : 전남대학교병원 영상의학과

<관심분야> : 병원행정, 방사선물리

김 용 완(Yong-Wan Kim)

정회원



- 2007년 2월 : 남부대학교 방사선과(이학석사)
- 2010년 2월 : 남부대학교 디지털경영정보학과(공학박사)
- 1987년 7월 ~ 현재 : 전남대학교병원 영상의학과

<관심분야> : 디지털영상, 방사선물리

장 성 주(Seong-Joo Jang)

정회원



- 1981년 2월 : 전남대학교 물리학과(이학사)
- 1988년 2월 : 전남대학교 대학원 물리학과(이학박사)
- 1988년 ~ 현재 : 동신대학교 방사선학과 교수

<관심분야> : 방사선계측, 방사선물리