

A Study of The Correlation of The Area Dose with Residual CT Contrast Media and MRI Contrast Media during The Use of General Imaging Automatic Exposure Control System

Chan-Woo Hong,¹ Jin-Hun Park,¹ Jung-Min Lee,² Young-Deuk Seo^{3,*}

¹Department of Radiological Science, Hallym Polytechnic University

²Department of Diagnostic Radiology, Hallym University Chuncheon Polytechnic Hospital

³Department of Diagnostic Radiology, Bundang Seoul National University Hospital

Received: November 29, 2016. Revised: December 20, 2016. Accepted: December 31, 2016

Abstract

The purpose of this study is to investigate the effect of CT contrast agent and MRI contrast agent on the area dose in the body when using automatic exposure control system in general radiography. After making rectangular holes in the center of the abdominal thickness paraffin phantom, CT contrast agent and MRI contrast agent were respectively diluted with physiological saline solution for contrast medium dilution ratio of 10:0, 9:1, 8:2, 7:3, 6:4, 5:5, 4:6, 3:7, 2:8, 1:9, 0:10%. Each experiment was set to 78 kVp, 320 mA, which is the proper condition for KUB photography, and thereafter a total of 30 inspections were made for each dilution ratio using an automatic exposure control device, and the area dose corresponding to the dilution ratio of each contrast agent, Average comparison and correlation analysis were performed on the exposure index. As a result, the CT contrast agent and the MRI contrast agent appeared different in area dose according to the dilution ratio($p < 0.05$), and as the dilution ratio increased, the area dose increased for CT contrast agent and MRI contrast agent($P < 0.05$). In each test, the exposure index showed the manufacturer's recommendation of 200-800 EI value, and the exposure index and area dose increased as the area dose increased($p < 0.05$). In conclusion, CT contrast agent and MRI contrast agent confirmed to increase the area dose by general imaging test using all automatic exposure control device. Therefore, it is considered that it is necessary to perform it after the contrast medium has been excreted sufficiently when using usual imaging test after using the contrast agent in CT and MRI examination.

Keyword : dose area product(DAP), auto exposure control(AEC), exposure index(EI), contrast media

I. INTRODUCTION

의료방사선의 발견 이후 방사선이 의료에 미치는 영향은 날로 증가하고 있다. 식품의약품안전처의 통계자료에 따르면 2007년도부터 2011년도까지 연간 방사선 이용건수는 매년 약 35%씩 증가하였으며, 이에 따른 국민 일인당 피폭선량도 약 51% 증가하였다고 보고하였다.^[1] 임상에서 진단을 위해 사용하는 영상의학 장비로는 일반촬영(general radiography), 전산화단층촬영(CT; Computed Tomography), 자기공명영상(MRI; Magnet

ic Resonance Image), 투시(Fluoroscopy) 등이 있으며, 이러한 검사 장비는 단독으로 사용되기도 하고, 함께 사용되기도 한다. 최근 CT와 MRI 장치 등은 기존 일반촬영 장치에 비해 3차원 영상을 제공하고, 보다 정밀한 검사가 가능한 장치로 각광받고 있으며, 조영제라는 대조도 차이를 유발시키는 약품을 이용하기도 한다.^[2] CT 조영제는 주로 요오드계열을 이용하여 X선을 강하게 흡수시켜 혈관과 주변 해부학적 구조물들을 구별하고, MRI 조영제는 주로 가돌리늄 계열을 이용하여 조직의 T1 이완시간을 단축시켜 주변 해부학적 구조물

*Corresponding Author: seo young deuk

E-mail: tidudemr48@naver.com

Tel: +82-10-8805-4398

들과 대조도 차이를 유발하여 진단에 유용하게 사용된다.^[3-5] CT와 MRI 검사에서 조영제는 질환의 감별에 도움이 되기 때문에 꾸준히 사용 횟수가 증가하고 있으며 조영제를 사용하는 경우 체내에서 배출하는 시간이 필요하다. 체내에서 배출되는 시간은 대략 6시간 정도로 생각하고 있지만, 비뇨기계의 기형으로 인한 소변 정체현상이나, 펌프로 인해 조영제 배출 시간이 지연될 수 있다.^[6-9] 이 때 일반촬영을 하게 되는 경우 조영제가 체내에 잔류하는 상태에서 검사하게 되는 상황이 발생한다. 일반촬영에 많이 이용되는 방법으로는 자동 노출제어장치(AEC; Auto Exposure Control)로 3개의 전리함(ion chamber)을 이용하여 환자의 조직 원자번호 및 두께 등에 따라 최적의 노출을 통해 검사가 가능하다.^[10,11] AEC를 사용하는 경우 조영제는 X선을 흡수하기 때문에 검사 시 선량증가의 결과를 초래한다. 박혁 등은 AEC를 사용하는 중재적 기술에서 조영제의 농도가 높을수록 출력선량(mAs)과 면적선량(DAP; Dose Area Product)이 증가한다고 보고하였고, 이는 일반촬영에도 적용이 될 것이라 판단하였다.^[12] 하지만 AEC를 사용하는 일반촬영 검사에서 체내 잔존하는 조영제가 면적선량 및 노출지수(EI; Exposure Index)에 어떠한 영향을 미치는지에 대해서는 아직 연구가 부족한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 CT 조영제와 MRI 조영제가 체내에 잔존하는 경우를 가정하여 자체 제작한 파라핀 팬텀에 조영제와 생리 식염수를 희석하여 AEC를 사용하는 일반촬영 검사에서 면적선량과 노출지수에 어떠한 영향을 미치는지를 알아보고자 하였다.

II. MATERIAL AND METHODS

1. MATERIAL

본 연구에 사용된 X선 발생장치는 GU 60A(DR system, Samsung, Korea)를 사용하였으며, CT 조영제로는 요오드계열 조영제로 이오헥솔(Iohexol) 647 mg/mL의 성분을 가지고, MRI 조영제로는 가돌리늄 계열 조영제로 가도부트롤(Gadobutrol) 4535.4의 조영제를 사용하였다. 팬텀은 가로(47 cm) × 세로(29 cm) × 높이(4.5 cm) 부피 6133.5 cm³인 파라핀 3장을 겹쳤고, 팬텀 중앙에 가로(26.5 cm) × 세로(13.5 cm) × 높이(2 cm)의 사각형 홀을 만들었다[Fig. 1].

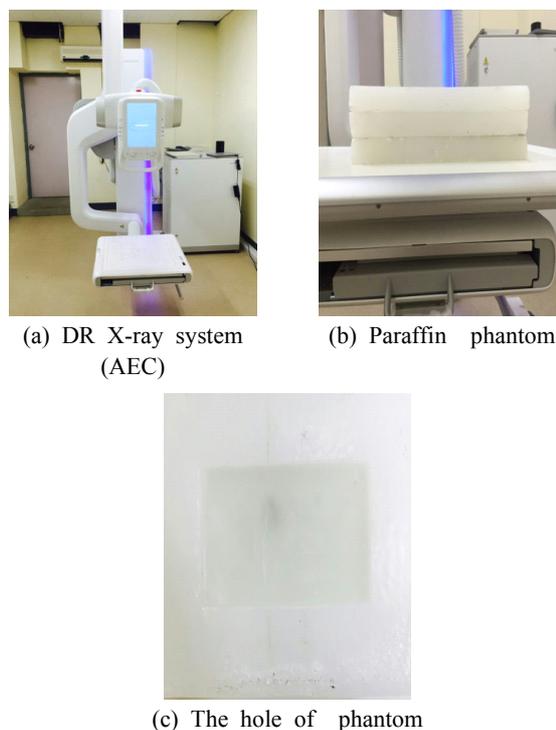


Fig. 1. The equipment used in this experiment.

2. METHOD

X-선 발생장치에 자체 제작한 파라핀 팬텀을 정 중앙에 위치시킨 후 팬텀 중앙의 홀 부위에 CT 조영제와 생리식염수(Normal Saline)를 0:100 ml, 10:90 ml, 20:80 ml, 30:70 ml, 40:60 ml, 50:50 ml, 60:40 ml, 70:30 ml, 80:20 ml, 90:10 ml, 100:0 ml 총 11 단계로 변화시켜 희석하였다. 각 희석 비율에 따라 78 kVp, 320 mA로 고정한 상황에서 AEC를 이용해 각 30회씩 촬영하였다. AEC는 3개의 전리함을 모두 개방하였고, 검사 시 SID (Source Image Distance) 100 cm, 조사야는 17.7 × 17.7 inch의 크기로 고정하였다. 본 조건은 적정 KUB(Kidney Ureter Bladder) 촬영 조건으로 조영제가 신장을 통해 배설하기 때문에 KUB 촬영을 가정하여 검사하였다. 검사를 통해 면적선량과 노출지수를 확인하였다. 두 번째 실험은 MRI 조영제와 생리식염수를 0:10 ml, 1:9 ml, 2:8 ml, 3:7 ml, 4:6 ml, 5:5 ml, 6:4 ml, 7:3 ml, 8:2 ml, 9:1 ml, 10:0 ml 총 11단계로 변화시켜 희석하였다. MRI 조영제를 CT 조영제에 비해 적은 양으로 희석한 이유는 조영제 1회 사용 용량이 다르기 때문이다. CT 조영제 희석비율과 같은 방법으로 실험하였고, DAP와 EI 값을 얻었다[fig. 2].



(a) The exposure conditions indicated on the DR system



(b) Experimental process and field

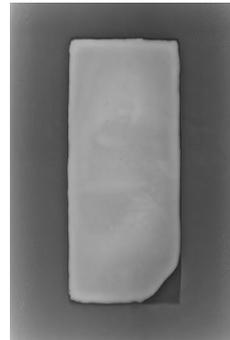
Fig. 2. Experimental conditions and process.

3. STATISTICAL ANALYSIS

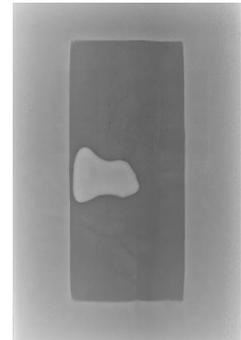
생리식염수와 CT 조영제 희석비율 실험에서는 희석 비율에 따른 각 DAP 값의 평균과 표준편차를 구해 일원배치분산분석(One way ANOVA test)을 통해 평균의 차이를 비교하였고, Tukey 사후분석을 통해 각 평균 별 통계적 유의성을 검정하였다. 이후 희석비율과 DAP 값에 대해 Pearson 상관분석을 실시하였다. EI는 일원배치분산분석을 통해 평균값의 차이를 확인하였고, EI와 DAP 값의 상관성 분석을 위해 Pearson 상관분석을 실시하였다. 생리식염수와 MRI 조영제는 각 희석 비율에 따른 DAP 평균값을 일원배치분산분석을 통해 평균의 차이를 비교하였고, Tukey 사후분석을 통해 각 평균 별 통계적 유의성을 검정하였다. 희석 비율과 DAP 값에 대해 Pearson 상관분석을 실시하였고, EI 역시 일원배치분산분석을 통해 평균 차이를 비교한 후 노출지수 변화와 MRI 조영제의 상관성 분석을 위해 Pearson 상관분석을 실시하였다. 통계에 사용된 프로그램은 SPSS (Win ver 18.0, Chicago, USA)이었고 p 값이 0.05보다 작을 때 통계적으로 유의한 수준으로 보았다.

III. RESULT

생리식염수와 CT 조영제를 희석하여 실험한 영상과 MRI 조영제를 희석하여 나타난 영상은 fig. 3과 같다.



(a) Dilated images of normal saline and CT contrast media



(b) Dilated images of normal saline and MRI contrast media

Fig. 3. Normal saline and contrast media dilution images.

생리식염수와 CT 조영제를 희석해서 검사 한 DAP 값과 EI 평균은 Table 1과 같으며 각 희석 비율 별 DAP 값에서는 CT 조영제 원액을 사용했을 때 $9.050 \pm 0.030 \text{ dGy} \cdot \text{cm}^2$ 으로 가장 높았고, 생리식염수 원액을 사용했을 때 $1.901 \pm 0.005 \text{ dGy} \cdot \text{cm}^2$ 으로 가장 낮았다 ($p < 0.05$). 사후분석 결과 각 희석 비율은 모두 통계적으로 유의하였으며 CT 조영제의 희석 비율이 높을수록 DAP 값은 0.996 만큼 증가하는 강한 양의 상관성을 가지고 있었다($p < 0.05$). EI의 평균값은 장비 제조사 권고 범위인 200 ~ 800 EI 값 사이에 위치하였고, 생리식염수 원액을 사용하였을 때 340.313 ± 0.752 로 가장 낮았고($p < 0.05$), 생리식염수와 CT 조영제 3:7로 희석하였을 때 484.503 ± 1.120 로 가장 높았지만 Tukey 사후분석 결과 조영제 원액과 2:8 (생리식염수 : CT 조영제) 희석 하였을 때는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. CT 조영제의 희석 비율에 따른 DAP와 EI 값의 관계는 DAP가 증가할수록 EI 값이 0.863 만큼 증가하는 강한 양의 상관성이 있었다($p < 0.05$) [Fig. 4].

생리식염수와 MRI 조영제를 희석해서 검사 한 DAP 값과 EI의 평균은 Table 2와 같으며 각 희석 비율 별 DAP 값에서는 MRI 조영제 원액을 사용했을 때 $1.938 \pm 0.004 \text{ dGy} \cdot \text{cm}^2$ 으로 가장 높았고, 생리식염수와 MRI 조영제를 7:3으로 희석했을 때 $1.861 \pm 0.019 \text{ dGy} \cdot \text{cm}^2$ 으로 가장 낮았지만($p < 0.05$) 사후분석(Post hoc test) 결과, 생리식염수 원액, 9:1, 8:2 (생리식염수 : MRI 조영제)로 희석 했을 때와 통계적으로 유의한 차이가 나지 않았다($p > 0.05$). MRI 조영제는 희석 비율이 높아질

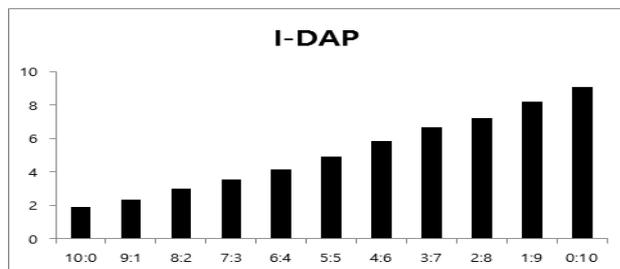
수록 DAP가 0.685 만큼 증가하는 양의 상관성을 가지고 있었다($p < 0.05$). EI의 평균값은 장비 제조사 권고 범위인 200 ~ 800 EI 값 사이에 위치하였고, MRI 조영제 원액을 사용하였을 때, 279.4 ± 0.90 으로 가장 낮았고, 생리식염수 원액을 사용하였을 때 376.55 ± 4.17

로 가장 높았다($p < 0.05$). MRI 조영제 희석 비율에 따른 DAP와 EI 값의 관계는 DAP가 증가할수록 EI 값은 -0.543 만큼 감소하는 음의 상관성이 있었다($p < 0.05$) [Fig. 5].

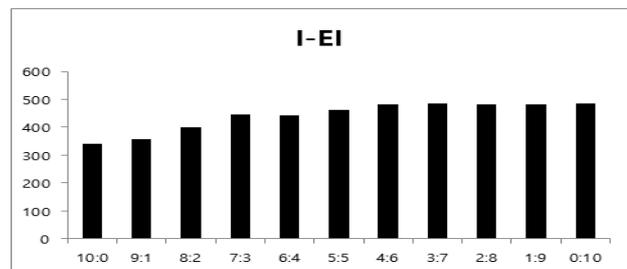
Table 1. Mean ANOVA test of DAP and EI of normal saline and CT contrast media.

The DAP was the highest in the CT contrast media and the DAP was the lowest in the normal saline. The DAP increased with increasing dilution ratio of CT contrast media. NS(Normal Saline) CT CM(Computed Tomography Contrast Media).

Dilution of NS: CT CM	DAP (dGy · cm ²)		EI	
	Mean ± SD	P	Mean ± SD	p
10:0	1.910 ± 0.005		340.313 ± 0.752	
9:1	2.372 ± 0.010		356.421 ± 0.873	
8:2	3.013 ± 0.008		399.930 ± 0.863	
7:3	3.538 ± 0.008		444.852 ± 0.900	
6:4	4.171 ± 0.045		443.420 ± 6.352	
5:5	4.921 ± 0.059	<0.05	461.153 ± 6.300	<0.05
4:3	5.827 ± 0.015		481.921 ± 0.963	
3:7	6.669 ± 0.018		484.503 ± 1.120	
2:8	7.240 ± 0.023		482.234 ± 1.110	
1:9	8.211 ± 0.020		480.506 ± 1.522	
0:10	9.050 ± 0.030		483.976 ± 0.910	



(a) The change of DAP according to the dilution ratio of normal saline and CT contrast media (X-axis : Dilution ratio of normal saline and CT contrast media, Y-axis : DAP)



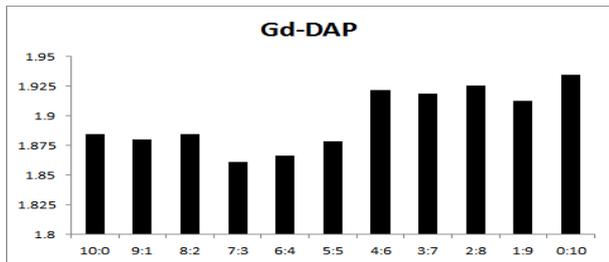
(b) The change of EI according to the dilution ratio of normal saline and CT contrast media (X-axis : Dilution ratio of normal saline and CT contrast media, Y-axis : EI)

Fig. 4. Changes in DAP (Dose Area Product) and EI (Exposure Index) with dilution ratio of normal saline and CT contrast media.

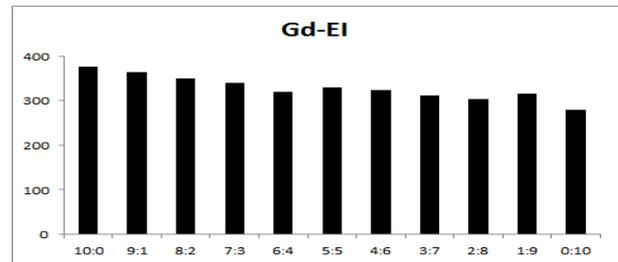
Table 2. Mean ANOVA test of DAP and EI of normal saline and MRI contrast media.

The DAP was the highest when the MRI contrast media was used and the DAP was lowest when diluted with 7:3 normal saline and contrast media. The MRI contrast media had a positive correlation with DAP increased by 0.685 as the dilution ratio increased(p<0.05). NS(Normal Saline), MRI CM(Magnetic Resonance Image Contrast Media).

Dilution of NS : MRI CM	DAP (dGycm ²)		EI	
	Mean ± SD	P	Mean ± SD	p
10:0	1.884 ± 0.018		376.553 ± 4.174	
9:1	1.880 ± 0.021		364.398 ± 4.447	
8:2	1.884 ± 0.017		349.914 ± 4.675	
7:3	1.861 ± 0.019		340.016 ± 3.832	
6:4	1.866 ± 0.016		319.617 ± 3.021	
5:5	1.878 ± 0.021	<0.05	330.613 ± 3.721	<0.05
4:6	1.920 ± 0.004		322.775 ± 0.750	
3:7	1.918 ± 0.004		312.287 ± 0.553	
2:8	1.925 ± 0.004		304.049 ± 1.003	
1:9	1.912 ± 0.010		316.195 ± 1.842	
0:10	1.938 ± 0.004		279.442 ± 0.907	



(a) The change of DAP according to the dilution ratio of normal saline and MRI contrast media (X-axis : Dilution ratio of normal saline and CT contrast media, Y-axis : DAP)



(b) The change of EI according to the dilution ratio of normal saline and MRI contrast media (X-axis : Dilution ratio of normal saline and CT contrast media, Y-axis : EI)

Fig. 5. Changes in DAP (Dose Area Product) and EI (Exposure Index) with dilution ratio of normal saline and MRI contrast media.

IV. DISCUSSION AND CONCLUSIONS

현대 의료기술의 발달로 다양하고 정확한 진단이 가능해짐에 따라 의료방사선의 이용이 증가하고 있는 추세이다.^[13,14] 일반촬영을 비롯하여 보다 정밀한 컴퓨터 단층촬영과 자기공명영상장치는 단독으로 사용되기도 하고 함께 사용되기도 한다. CT 검사와 MRI 검사는 조영제의 사용으로 보다 정밀한 진단이 가능하게 되었고, 검사에 사용된 조영제는 체내에 보통 6시간 잔존하

지만 여러 생리학적 문제들로 인해 보다 많이 비뇨기 계통에 잔존하기도 한다.^[6-9] 조영제가 체내에 잔존한 상태에서는 AEC 사용 시 X선 흡수율이 높아지면서 X선의 노출량이 증가할 수 있다. 이는 AEC가 적절한 농도 값에 도달할 때까지 방사선량을 자동으로 조절하는 시스템이기 때문이며, 유방검사 및 피사체의 두께를 가늠하기 어려운 환자에서 유리하기 때문에 임상에서 많이 사용되기도 한다.^[15] AEC를 사용하는 이유는 환자의 피폭을 최소화 하고 진단에 유용한 영상을 획득하

기 위한 목적이며, 환자의 체내에 X선을 흡수하는 물질이 많을수록 X선에 의한 피폭이 증가하기 때문에 주의가 필요하다.^[16-18]

본 연구에서는 CT 조영제와 MRI 조영제가 체내에 잔존하였을 때를 고려하여 파라핀 팬텀을 자체 제작하였고, AEC를 사용하였을 때 과잉 피폭 정도를 정량화 하고자 하였다. 첫 번째 연구인 생리식염수와 CT 조영제의 희석률에 따른 DAP 변화에서는 CT 조영제의 희석비율이 높아질수록 DAP가 증가하는 결과를 얻었다. 이는 CT 조영제가 마치 금속처럼 다량의 X선을 흡수하기 때문으로 사료되며 김기원 등은 AEC를 사용할 때 체내에 금속이 존재할 때 선량의 증가를 초래할 수 있다고 보고하였고 이는 본 연구 결과와 매우 유사한 결과라 할 수 있다.^[15] 또한 신체질량지수(Body Mass Index, BMI)가 높은 환자일수록 면적선량이 높아진다는 보고 역시 본 연구와 유사한 결과라 할 수 있다.^[19] 뿐만 아니라, 이광재 등은 AEC mode에서 환자의 질환, 체형에 따라 촬영조건을 변화시키지 않으면 조사시간이 길어짐으로써 피폭선량이 증가한다고 보고하였다.^[20] 이는 X선의 감쇠 특성과 연관되기 때문이며 X선의 투과 후 강도는

$$I = I_0^{-\mu x} \quad (1)$$

로 나타낸다. Eq. (1)과 같이 X선은 물체를 투과하면서 지수 함수적으로 감약이 발생하게 되며, I, I_0, μ, x 는 각각 투과 후 강도, 투과 전 강도, 선 감약계수 및 흡수체의 두께를 나타낸다.

즉, 투과 대상의 원자번호에 따라 투과 후 강도가 지수 함수적으로 감소하기 때문에 BMI가 높은 환자, 다시 말해, 흡수체의 두께가 크기 때문에 면적선량이 증가하는 경우와, 투과 대상의 선감약계수가 달라서 발생하는 투과 후 강도의 차이만 다를 뿐, 결과는 같음을 의미한다. 그렇기 때문에 MRI 조영제 역시 체내 잔존하였을 때 본 연구 결과처럼 피폭선량의 증가를 초래하며 따라서 MRI 조영제 사용 후 충분한 체외 배출이 일어난 후 일반촬영 검사를 권고한다. CT 조영제의 배설은 약 95%가 콩팥(Kidney)을 통해 비뇨기 시스템으로 배설이 되는데 급성, 만성 신부전증 환자, 전립선 비대증이나 전립선염 등 비뇨기 계통에 질환이 있는

환자의 경우 조영제 배설 시간이 늦어질 수 있다.^[21-24] MRI 조영제의 경우 목적 장기에 따라 배설 기능이 조금 틀려지는데 비특이적 세포 외 조영제의 특성을 갖는 조영제의 경우 CT 조영제의 배설 경로와 유사하며 간담도계 조영제의 경우 콩팥과 간담도계를 통해 각각 50%가 체외로 배설된다.^[25] 따라서 MRI 조영제의 경우 비뇨기 계통의 질환이 있는 경우와 간담도계 질환이 있는 경우 조영제의 체외 배설이 늦춰질 수 있고 이에 따라 일반촬영 등 타 영상의학 검사와의 중복 검사 시 주의가 필요하다. 본 연구에서 CT 조영제와 MRI 조영제의 면적선량 차이는 CT 조영제가 최고치에서 약 $8 \text{ d Gy} \cdot \text{cm}^2$ 정도 높게 측정 되었고, 이는 CT 조영제의 용량이 MRI 조영제에 비해 많이 사용되기 때문인 것으로 추정된다.

결론적으로 본 연구에서 AEC를 사용하는 일반촬영 시 CT나 MRI 조영제가 체내 잔존하게 되면 환자에게 과잉 피폭이 발생한다는 것을 확인할 수 있었으며 이를 방지하기 위해 조영제가 체외로 충분히 배설될 때까지 기다린 후 검사를 진행하거나 검사 절차에서 항상 일반촬영 검사 후 조영제 사용하는 CT나 MRI 검사를 진행하여야 불필요한 피폭선량을 줄일 수 있을 것이라 사료된다.

Reference

- [1] <http://www.mfds.go.kr>
- [2] K. K. Jung, P. K. Cho, "Evaluation of the Low Tube Voltage in the Computed Tomography Scan Technique using a Low Concentration Contrast Agent," Journal of Radiological Science and Technology, Vol. 39, No. 1, pp. 71-79, 2016.
- [3] S. J. Lee, S. M. Yu, "A Comparison Study of Signal Intensity of Gadolinium Contrast Media on Fast Spin Echo and Ultra Short Time Echo Pulse Sequence at 3T MRI-Phantom Study," Journal of Radiological Science and Technology, Vol. 38, No. 3, pp. 253-259, 2015.
- [4] C. M. Park, P. B. Lee, T. B. Song, J. K. Jang, Y. J. Lee, M. K. Lee, S. C. Lim, "Safety Evaluation of Iopamidol Contrast Medium Used for Radiological Examination of a Local Clinic in Korea," Journal of Pharmaceutical Society Korea, Vol. 53, No. 6, pp. 328-333, 2009.

- [5] S. H. Cho, M. S. Kim, G. S. Khang, J. A. Kim H. B. Lee, "Recent Advances of Contrast Agent using Biocompatible Organic and Inorganic Nanoparticles," *Polymer Science and Technology*, Vol. 15, No. 4, p p. 438-448, 2004.
- [6] E. J. Lee, "A Study on Perceived Discomfort in Patients Following Cardiac Catheterization," *Journal of Korean Academy of Nursing*, Vol. 25, No. 1, pp. 124-140, 1995.
- [7] K. H. park, B. H. Kim, J. S. Lee, S. Y. Kim, "The Significance of Fast Spin Echo MRI in Patients with Sudden Sensorineural Hearing Loss," *Korean Journal of Otolaryngol*, Vol. 40, No. 9, pp. 1262-1266, 1997.
- [8] S. J. Park, J. I. Shin, "Overview of the Formation, Components, Color, and Abnormal Findings of Urine," *Journal of Korean Society Pediatric Nephrology*, Vol. 17, No. 2, pp. 29-34, 2013.
- [9] Y. K. Kim, N. H. Kwon, D. I. Kang, W. Y. Chung, "Clinical Manifestations and Characteristics in Patients with Horseshoe Kidney," *Journal of Korean Society Pediatric Nephrology*, Vol. 17, No. 2, pp. 73-78, 2013.
- [10] 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," *Journal of The Korea Contents Association*, Vol. 13, No. 8, pp. 275-283, 2013.
- [11] W. J. Lee, B. S. Ahn, Y. S. Park, "Radiation Dose and Image Quality of Low-dose Protocol in Chest CT : Comparison of Standard-dose Protocol," *Journal of Radiation Protection*, Vol. 37, No.2, pp. 84-89, 2012.
- [12] H. Bak, J. S. Jeon, Y. W. Kim, S. J. Jang, "Dose assessment according to Differences in the Content of Iodine in Contrast Media used in Interventional Procedure," *Journal of The Korea Contents Association*, Vol. 14, No. 3, pp. 337-345, 2014.
- [13] S. H. Kim, H. Oh, S. E. Lee, S. K. Jo, M. W. Byun, "Effect of Si-Wu-Tang and Si-Jun-Zi-Tang on the Survival of Jejunal Crypt Cells and Hematopoietic Cells in Irradiated Mice," *Korean Journal of Food Science and Technology*, Vol. 30, No. 4, pp. 888-894, 1998.
- [14] T. I. Kim, J. H. Yoon, G. M. Back, J. E. Kim, J. S. Oh, H. J. Lee, "Dose Comparison of Digital Detector Type(Flat Panel Detector) Angiography Equipment-Focusing on absorbed dose of Siemens-Axiom arts dBA vs Philips-Allura FD-20," *Korean Society of Cardio-Vascular Interventional Technology*, Vol. 10, No. 1, pp. 84-91, 2007.
- [15] K. W. Kim, Y. R. Kwon, S. W. Seo, K. T. Kwon, J. Y. Oh, S. Y. son, J. H. Son, J. W. Min, "Comparison of Exposure Dose by Using AEC Mode of Abdomen AP Study in Radiography," *Journal of Radiological Science and Technology*, Vol. 38, No. 3, pp. 205-211, 2015.
- [16] D. K. Kim, K. T. Kim, J. E. Park, J. Y. Hong, J. S. Kim, K. M. Oh, S. H. Nam, "Evaluation of High Absorption Photoconductor for Application to Auto Exposure Control Sensor by Screen Printing Method," *Journal of Korean Society Radiology*, Vol. 9, No. 2, pp. 67-72, 2015.
- [17] J. S. Lee, H. H. Park, "Evaluation on Organ Dose and Image Quality by Changing kVp and Ion Chamber Combination while Taking Digital Chest Lateral Decubitus PA Projection," *Journal of The Korea Contents Association*, Vol. 15, No. 1, pp. 316-323, 2015.
- [18] Y. O. Kim, Y. H. Seoung, "A Study on Various Automatic Exposure Control System in Multi-Detector Computed Tomography by Using Human Phantom," *Journal of The Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol. 13, No. 4, pp. 1714-1720, 2012.
- [19] J. S. Jung, B. W. Choi, S. H. Kim, Y. M. Kim, J. N. Shim, H. S. Ahn, D. E. Jin, J. S. Lim, S. H. Kang, "Effect of Automatic Exposure Control Marker with Chest Radiography in Radiation Reduction," *Journal of Radiological Science and Technology*, Vol. 37, No. 3, pp. 177-185, 2014.
- [20] K. J. Lee, M. G. Kim, J. W. Lee, H. C. Kim, "Research for The Environmental Optimization of Dose and Image quality in Digital Radiography," *Journal of The Institute of Electronics and Information Engineers*, Vol. 50, No. 2, pp. 203-209, 2013.
- [21] G. R. Kim, C. K. Yang, H. M. Hahn, "Insomnia in Patients with Chronic Renal Failure on Hemodialysis," *Sleep Medicine and Psychophysiology*, Vol. 6, No. 2, pp. 126-132, 1999.
- [22] Y. I. Jo, "Diagnosis of Primary Glomerular Diseases,

" The Korean Journal of Medicine, Vol. 84, No. 1, pp. 6-12, 2013.

- [23] I. J. Kim, "A study on learning needs about altered elimination of spinal cord injury patients : A comparison patients' and nurses' perceptions," Journal of Korean Academy of Nursing, Vol. 24, No. 1, pp. 129-142, 1994.
- [24] B. E. Kim, H. Y. Lee, "Effect of Moxibustion on Urinary Incontinence in Stroke Patients -pilot study-," Journal of East-West Nursing Research Institute, Vol. 7, No. 1, 2002.
- [25] J. M. Jo, S. S. Shin, J. W. Kim, S. H. Heo, Y. Y. Jeong, H. K. Kang, "Enhancement Pattern of Liver Parenchyma during Late Dynamic Phase Imaging: Comparison between Gd-EOB-DTPA and Gd-DTPA-BMA," Journal of The Korean Society Radiology, Vol. 70, No. 4, pp. 269-277, 2014.

일반촬영 자동노출제어장치 사용 시 잔존 CT 조영제와 MRI 조영제에 따른 면적선량의 상관성 연구

홍찬우,¹ 박진훈,¹ 이정민,² 서영득^{3,*}

¹한림성심대학교 방사선학과

²한림대학교 춘천성심병원 영상의학과

³분당서울대학교병원 영상의학과

요 약

본 연구에서는 일반촬영에서 자동노출제어장치를 이용하여 검사할 때 체내에 잔존하는 CT 조영제와 MRI 조영제가 면적선량에 미치는 영향에 대해 알아보려고 한다. 복부 두께의 파라핀 팬텀 중앙에 사각형의 홀을 만든 후 CT 조영제, MRI 조영제를 각각 식염수 대 조영제 희석 비율, 10:0, 9:1, 8:2, 7:3, 6:4, 5:5, 4:6, 3:7, 2:8, 1:9, 0:10 %의 비율로 희석하였다. 각 실험은 KUB 촬영의 적정 조건인 78kVp, 320mA로 설정 후 자동노출제어장치를 이용하여 희석 비율 당 총 30회씩의 검사를 하였고, 각 조영제의 희석 비율에 따른 면적선량, 노출지수에 대해 평균 비교와 상관분석을 하였다. 그 결과, CT 조영제와 MRI 조영제는 희석 비율에 따라 면적선량이 다르게 나타났고($p<0.05$), 희석 비율이 증가함에 따라 CT 조영제와 MRI 조영제는 면적선량이 증가하는 것으로 나타났다($p<0.05$). 각 검사에서 노출지수는 제조사 권고 사항인 200-800 EI값을 나타냈으며, 노출지수와 면적선량은 면적선량이 증가할수록 노출지수도 증가하였다($p<0.05$). 결론적으로 CT 조영제와 MRI 조영제는 모두 자동노출제어장치를 사용하는 일반촬영 검사에서 면적선량을 증가시키는 것을 확인하였다. 따라서 CT와 MRI 검사에서 조영제를 사용한 후 일반촬영 검사를 할 때에는 조영제가 충분히 배설된 후 시행하여야 할 것으로 사료된다.

중심단어 : 면적선량, 자동노출제어장치, 노출지수, 조영제