

하지동맥 전산화단층촬영 검사 시 생리식염수 희석을 통한 조영제 사용량 감소의 융복합 효용성 연구

김상현

서울대학교병원 영상의학과, 을지대학교 방사선학과

A Convergence Study on effectiveness of contrast agent reduction by normal saline solution dilution in the computed tomography of arteries of lower limb

Sang-Hyun Kim

Dept. of Radiology, Seoul National University Hospital

Dept. of Radiological Science, Eulji University

요약 하지 동맥 전산화단층촬영(CT) 검사 시 생리식염수 희석을 통한 조영제 사용량 감소의 효용성을 알아보고자 하였다. 조영제 125 cc 주입한 48명과 같은 양을 조영제와 생리 식염수를 7:3으로 주입한 30명을 대상으로 하였다. 각각의 영상에서 복부대동맥, 넓다리동맥, 오금동맥, 뒤정강동맥의 감쇄계수(HU)의 평균값과 신호 대 잡음비(SNR)를 정량적으로 평가 하였고, 정성적 평가는 영상의학과 전문의 2명, 방사선사 4명이 5점 척도로 4가지 평가항목을 평가하였다. 정량적 평가에서 HU와 SNR 모두 희석 전 평균값이 높게 나왔으나 독립표본 T검정에서 유의확률이 모두 $p>0.05$ 이므로 희석 전, 후의 통계적으로 유의성이 없다. 정성적 평가는 평균점수가 원액이 4.86~4.77, 희석액이 4.83~4.67로 차이가 있었으나, 유의확률이 모두 $p>0.05$ 이므로 희석 전, 후의 통계적으로 유의성이 없다. CT 하지 동맥 조영 검사 시 일정 비율 희석한 조영제를 사용하여 기존 영상의 질을 유지 할 수 있고, 조영제의 총량을 줄여 단위 분자 당 요오드 함량이 낮아지므로 조영제로 인한 부작용을 줄일 수 있을 것으로 사료된다.

주제어 : 융복합, 하지 동맥, 생리식염수, 조영제, 희석

Abstract This convergence study analyzed the effectiveness of contrast agent reduction by normal saline solution dilution in the computed tomography of arteries of lower limb. 48 patients of 125 cc contrast agent and 30 patients of the same amount divided at a ratio of 7:3 for the contrast agent and normal saline solution were studied. The average attenuation coefficient(HU) and signal to noise ratio(SNR) of abdominal aorta, femoral artery, popliteal artery and posterior tibial artery at each image were evaluated quantitatively and the four criteria in the five point scale was conducted qualitatively by two radiologists and four radiological technologists. In the quantitative evaluation, both HU and SNR had high average score before dilation but there were no statistical significance by independent t-test($p>0.05$). In the qualitative evaluation, there were a little differences in the average scores between 4.86~4.77 of original contrast agent and 4.83~4.67 of dilated contrast agent but there were no statistical significance($p>0.05$). In the computed tomography of arteries of lower limb, the dilated contrast agent doesn't influence image quality and reduces overall contrast agent and lowers iodine content per unit of molecular therefore will contribute to decrease side effect of contrast agent.

Key Words : Convergence, Arteries of lower limb, Normal saline, Contrast agent, dilution

Received 18 July 2015, Revised 20 August 2015

Accepted 20 September 2015

Corresponding Author:Sang-Hyun Kim

(Dept. of Radiological Science, Eulji University)

Email: snuhkim1@naver.com

ISSN: 1738-1916

© The Society of Digital Policy & Management. All rights reserved. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

1. 서론

전산화단층촬영(CT) 검사는 이상병변의 여부파악, 정확한 위치 파악, 병변 감별진단, 치료방법 결정, 치료효과 판정 등에 널리 사용되면서, CT 검사는 급격하게 증가되고 있다[1]. 또한 1991년 검출기가 두 개의 열로 나뉘어 있던 최초의 MDCT(Multi Detector Computer Tomography)를 시작으로 현재는 320개의 검출기 열을 갖추어 0.35초 한번 갠트리(Gantry)회전으로 160 mm의 촬영범위가 가능하여 테이블 이동 없이 한 번에 촬영이 가능할 정도로 기계적 발전을 이루어왔다[2]. 우리나라에서 CT 검사건수는 건강보험심사평가원 발표에 따르면 2006년 2,833천건에서 2009년 상반기 4,785천 건으로 해마다 증가하였다[3].

CT에서 사용되는 조영제는 검사하고자 하는 부위의 대조도와 농도차에 따라 병소의 윤곽이나 형태를 정확하게 알 수 있어 대부분의 검사에서 필수적으로 사용하며 전체 CT 검사 중 70~80%에서 조영제가 이용되고 있으며, 각종 성인병 및 만성질환의 증가로 조영제의 사용 또한 증가하고 있다[4]. 하지만 조영제는 두드러기, 구토, 오심, 떨림 등의 경미한 부작용뿐만 아니라 쇼크(Shok) 증상까지 나타난다. 2013년 식약처 자료를 살펴보면 2009년 1,700건에 불과했던 건이 2012년 12,000건으로 부작용이 증가하였고, 2011년 5명(700만건 검사 기준)이 사망하였다[5]. 과거의 이온성 조영제에 비해 현재 사용 중인 비이온성 조영제의 부작용 발생률은 상당히 낮아졌으나, 아직도 완전하게 부작용을 예측하거나 배제할 수는 없는 실정이다[6].

하지의 동맥경화성 혈관질환은 나이에 따라 유병률이 증가하며, 다른 동맥의 동맥 경화 와 흔히 동반되는 질환이다. 동맥경화는 동맥벽의 경도를 표현하는 용어이며, 이러한 동맥경화는 연령이 증가함에 따라 혈관 탄성섬유의 퇴화변성에 의하여 증가하며, 혈압이 증가하게 되면 동맥벽의 탄력성이 없는 교원질 섬유가 증가하고 동맥의 신전성이 감소하게 된다. 또한, 동맥경화는 고령, 고혈압, 말기 신장질환이 주요한 위험인자이다[7, 8]. 일반적으로 하지의 CT 혈관조영검사 범위는 가로막 높이에서 발가락 끝까지로 CT 검사에서 검사부위가 가장 넓은 검사 중 하나이다[9].

하지동맥 혈관 조영 검사는 범위가 큰 특성상 단위 분자당 요오드 함량이 높은 조영제와 가장 많은 양의 조

영제를 사용하는 CT 검사 중 하나이다. 일반적인 CT 검사 시 조영제 주입은 보통 2~3 cc/sec 속도와 몸무게 × 1.5 cc의 조영제량을 주입한다[10]. 그러나 하지동맥 조영 검사는 3~4 cc/sec 속도로 몸무게 × 2 cc 총 120~150 cc를 주입 검사한다. 그 이유는 넓은 검사 부위와 혈관 내 석회화 감별이 목적으로 한 조영제 주입 전 (Pre-contrast) 영상, 혈관을 관찰하기 위한 동맥충만기 (Artery phase), 마지막으로 지연기(Delay phase)영상의 검사 방법을 갖기 때문이다[9]. 조영제 부작용은 용량 의존적일 경우 용량과 농도에 의존적이어서, 용량이나 농도를 줄임에 따라 부작용 발생을 줄여 들 수 있다[11].

홍부 전산화단층촬영에서 9:1, 8:2로 조영제를 희석한 선행연구에서도 빗장뼈 밑 정맥에서는 9:1 희석에서는 원액과 같은 조영증강을 보였다[12].

이에 하지동맥 CT 혈관조영 검사 시 생리 식염수와 일정 비율 희석한 조영제를 사용하여, 일반적 CT 검사 시 조영제량으로 감소시켜 사용하여, 기존의 많은 양을 사용한 영상과 화질을 비교 분석하였다. 조영제량이 줄게 되면 요오드 농도와 총량을 줄여 환자에 신체적 부담을 줄여서 부작용에 대한 확률을 낮추어 환자 안전을 도모하고자 하였다.

2. 연구대상 및 방법

2.1 연구대상

2014년 10월부터 2015년 1월까지 본원에 내원하여 CT 하지 혈관조영 검사를 받은 60세에서 75세 사이의 성인 중 체중이 60 kg에서 75 kg의 환자 78명(남자 : 여자 = 42 : 36명, 평균연령 68세, 평균체중 68 kg)을 대상으로 하였다.

원액 조영제(이오메론400 주사액, Bracco Imaging Italia S.R.L, Milano, Italy) 125 cc를 주입한 환자48명, 총량 125 cc를 7 : 3(조영제 87.5 cc +식염수 37 cc)로 생리 식염수(0.9% Normal Saline inj, 중외제약, 대한민국)와 희석한 조영제 125 cc를 주입한 30명을 대상으로 하였다.

2.2 검사장비

전산화단층촬영 장비((Somatom sensation AS, Siemens Healthcare, Germany)는 16채널 다중검출기전산화단층 촬영장비(multi - detector computed tomography, MDCT)

를 사용하였으며, 조영제 주입은 Dual flow auto injector(Stellant, Medrad, USA)를 이용하였다.

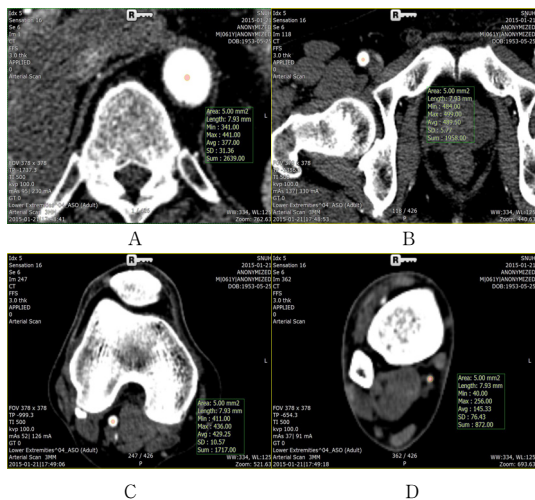
2.3 스캔 파라미터

자동조영제주입기를 통해 요오드함유량 400 mg/ml 인 조영제를 상지의 정맥에 4 cc/sec의 속도와 125 cc 용량을 사용하였고, 회석액 125 cc로 속도를 동일하게 하였다. 100 kVp와 150 Eff. mAs, 1 mm의 절편두께와 간격, 1.2 pitch, 알고리즘은 B30f medium smooth, 회전시간은 0.5 sec, 조영제 주입 수 180초 이내에 전체를 촬영하였다.

2.4 분석 방법

2.4.1 정량적 방법

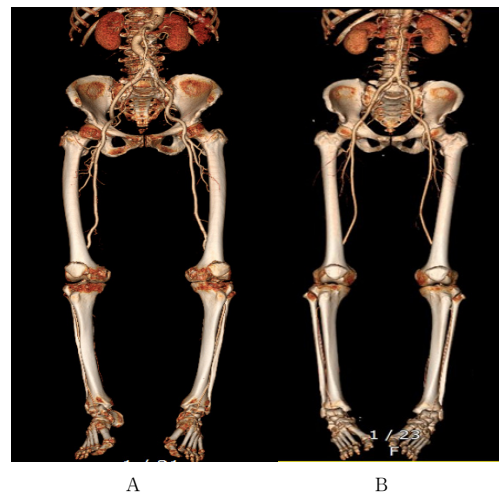
원액 조영제 주입한 환자 군과 희석한 조영제를 주입한 환자 군에서 얻어진 각각의 영상에서 5 mm²의 원형 관심영역을 정하여, 네 부위 즉 좌우 갈비가로막각 (Costophrenic angle) 부위의 복부대동맥(Abdominal aorta), 넓다리동맥(Femoral artery), 오금동맥(Popliteal artery), 뒤정강동맥(Posterior tibial artery)의 감쇄계수 (Houns field Unit: 이하 HU), 평균(mean)과 표준편차 (Standard Deviation :이하 SD)와 신호대 잡음비(Signal To Noise :이하 SNR)를 측정했다. 모든 데이터는 PACS 장비(M-view 5.4, Infinit PACS, Korea)에서 각각 측정 하였다[Fig. 1].



[Fig. 1] Enhancement measurement
(A: Abdominal aorta, B: Femoral artery, C: Popliteal artery, D: Posterior tibial artery)

2.4.1 정성적 방법

CT검사 후 얻어진 단면영상에 체적 렌더링 영상[Fig. 2], 3차원 하지 혈관 조영상[Fig. 3] 까지 제공하여 리커트 5점 척도를 이용하여 평가 했다. 평가 항목으로는 혈관내 조영증강 정도, 말단부 동맥 혈관내 조영증강 정도, 복강내 장기로 유입되는 동맥의 조영증강 정도, 혈관과 주변 조직과 구분 정도로 본원의 영상의학과 심혈관 판독전문의 2명, CT 3-D영상 재구성을 전문으로 하는 방사선사 4명이 평가 하였다.



[Fig. 2] Volume rendering images
(A: Original contrast agent, B: Dilution contrast agent)



[Fig. 3] Three-dimensional images
(A: Original contrast agent, B: Dilution contrast agent)

2.5 통계적 분석

자료처리는 SPSS(ver 18.0 for IBM)를 이용하여 Levene의 등분산검정을 실시하여 등분산가정을 만족하는지를 확인하였으며, 기술통계량 평균을 표시하였고, 유의성검정은 독립표본검정 (Independent T-test)을 이용하였다. 모든 통계의 유의수준은 5%로 하였다.

3. 결과

3.1 정량적 분석

감쇄계수의 측정 부위별 평균값은 넓다리동맥에서 각각 539.23, 500.35로 가장 높고, 뒤정강동맥에서 168.79, 179.93로 가장 낮았다. 뒤정강동맥을 제외하고는 모두 원액의 감쇄계수 수치가 더 높았다. 유의확률이 $p > 0.05$ 로 원액과 희석액의 평균값은 통계적으로 유의성이 없었다 <Table 1>.

<Table 1> Original and dilution contrast agent enhancement measurement

ROI	Contrast agent	HU	t	p-value ¹⁾
		mean ±SD		
Abdominal aorta	Original	452.3 ±76.62	1.228	0.223
	Dilution	430.16 ±78.69		
Femoral artery	Original	539.23 ±93.11	1.812	0.074
	Dilution	500.35 ±90.7		
Popliteal artery	Original	531.54 ±131.1	1.626	0.108
	Dilution	482.54 ±126.7		
Posterior Tibial artery	Original	168.79 ±67.6	-0.695	0.489
	Dilution	179.93 ±70.9		

¹⁾ Statistically significant <0.05, by independent T-test analysis of variances among groups

SNR의 측정 부위별 평균값은 넓다리동맥에서 각각 36.71, 33.68로 가장 높고, 뒤정강동맥에서 3.71, 2.32로 가장 낮았다. 모든 측정 부위에서 원액의 SNR 수치가 더 높았다. 유의확률이 $p > 0.05$ 로 원액과 희석액의 평균값은 통계적으로 유의성이 없었다 <Table 2>.

<Table 2> Original and dilution contrast agent SNR measurement

ROI	Contrast agent	SNR	t	p-value ¹⁾
		mean ±SD		
Abdominal aorta	Original	26.45 ±15.02	0.645	0.522
	Dilution	24.25 ±14.13		
Femoral artery	Original	36.71 ±21.70	0.653	0.516
	Dilution	33.68 ±16.71		
Popliteal artery	Original	33.69 ±28.33	0.544	0.588
	Dilution	29.71 ±31		
Posterior Tibial artery	Original	3.71 ±5.72	1.310	0.194
	Dilution	2.32 ±1.28		

¹⁾ Statistically significant <0.05, by independent T-test analysis of variances among groups

정성적 평가에서 혈관내 조영증강 정도가 4.86, 4.83으로 가장 높고, 혈관과 주변 조직과 구분 정도가 4.7, 4.67점으로 가장 낮았다. 원액은 4.86~4.7, 희석액은 4.83~4.67점 이었다.

<Table 3> Qualitative images analysis

Item	mean ±SD		t	P-value
	Original	Dilution		
Intravascular contrast enhancement	4.86 ±0.34	4.83 ±0.37	0.35	0.36
Distal arterial enhancement	4.83 ±0.37	4.76 ±0.43	0.63	0.26
Enhancement of arteries flowing into organ	4.77 ±0.43	4.7 ±0.46	0.57	0.28
Distinction blood and tissues	4.7 ±0.43	4.67 ±0.47	0.85	0.20

¹⁾ Statistically significant <0.05, by independent T-test analysis of variances among groups

4. 고찰

최근 CT의 기술적인 발전과 보급으로 요오드 조영제를 사용한, CT 검사는 고식적인 혈관조영 영상만큼 정확한 병소를 발견할 수 있어 빠른 속도로 사용률이 증가하고 있으며, 더불어 요오드 조영제의 사용빈도 또한 매년

증가하고 있는 것으로 보고되고 있다[13]. 현재까지 조영제의 부작용을 예측 할 수 있는 인자는 명확하지 않은 상태이다[14]. 조영제로 인한 부작용은 상체열감, 오심, 어지러움, 두통, 발한 등의 가벼운 증상부터 구토, 심혈관계 허탈, 발작, 폐부종, 기관지 경련, 호흡곤란 등의 심각한 부작용이 발생하고 있다[15].

조영제 부작용의 선행 연구들을 살펴보면 천식, 알레르기, 심장질환자, 고연령이 조영제 부작용이 높게 나타나는 결과를 보였다[5]. 또한 고연령과 조영제 양이 130 cc 이상 일 때 주입속도가 2.5 cc/sec 이상 일 때 부작용 빈도가 높게 나타났으며, 조영제 종류에 따라서는 유의한 차이가 없었다[16]. 요오드 조영제 과민반응은 나타나는 시기에 따라 투여 후 1시간 이내에 나타나는 즉시형과 이후에 나타나는 지속형으로 나누어지며, 과거 조영제를 투여했던 경험이 있는 사람이 처음 조영제를 투여했던 사람에 비해 조영제에 대한 이상반응이 높게 나타났다고 하였다[17].

조영제가 급성 신부전을 일으키는 것은 알려진 사실이며, 급성 신부전의 10%에서 조영제가 그 원인이 되며, 입원을 요하는 급성신부전의 원인 중 세 번째로 흔하다고 알려져 있다. 또한 신기능이 저하되어 있는 환자에서 발생 빈도가 높아져 4~50%에 이른다. 일반적으로 조영제에 의한 급성 신부전은 경미하고, 가역적이며, 필요가 없는 단기간의 형태로 혈청 크레아티닌치가 24시간 이내에 상승하기 시작하여 2~4일 후에 최고치를 보이고, 7~10일 후에 정상으로 돌아간다. 그러나 필요가 동반되면 신부전은 비가역적이 될 수 있다. 이들 환자의 대부분은 죽상 색전, 폐혈증, 저혈압 등의 다른 합병증이 있는 경우가 많다[18].

용량 의존성 부작용의 경우 요오드 농도와 삼투압이 높을수록, 주사량이 많을수록, 주사속도가 빠를수록 부작용의 위험도가 높아졌다[19].

결과에서 뒤정강동맥의 HU를 제외하고 모든 값에서 원액의 HU, SNR 수치가 더 컸으나, 유의성 검정에서 $p > 0.05$ 로 원액과 희석액은 통계적으로 유의 하지 않았다. 뒤 정강동맥에서 희석 후 평균값이 높게 나온 것은 점도가 낮아짐에 따라 집적도가 빨라 이루어진 것으로 사료되며 추후 추가 연구의 필요성이 있다. 사람을 대상으로 한 몸무게에 따른 요오드 농도 300, 320, 350, 370의 HU 측정 선행연구에서 300을 제외한 나머지 농도에서는 통

계적으로 유의하지 않았다[20]. 또한 본연구의 결과와 같이 검사별 특성을 정확히 파악하고 임상연구를 통해 환자에게 적용한다면 현재 환자에게 사용하고 있는 조영제의 양을 상당부분 줄일 수 있을 것으로 사료된다. 또한 조영제의 총 량과 단위 분자당 요오드 함량이 높은 조영제가 신기능이상 장애와 신장부작용을 일으킬 수 있으므로, 다른 검사 부위에도 이와 같은 방법을 적용하여 최소한의 조영제를 주입 하여 최적의 영상을 얻을 수 있는 연구가 필요하다. 그러나 본 연구에서 결과값에 영향을 줄 수 있는 다양한 체질량지수, 혈압, 대조군과 시험군의 환자가 동일 경우 등의 연구의 제한점이 있으며, 또한 대상 환자 중 2명이 발진이 발생하였는데, 차후에 지속형 부작용과 신장 기능 이상 등의 부작용에 조사에 대해서도 연구 보완할 필요성이 있다.

5. 결론

하지동맥 전산화단층촬영 검사 시 생리식염수 희석을 통한 조영제 사용량 감소의 효용성 연구의 결론은 다음과 같다.

첫째, 조영제 원액과 희석액의 HU는 원액이 높았으나 통계적으로는 유의 하지 않았다.

둘째, 조영제 원액과 희석액의 SNR는 원액이 높았으나 통계적으로는 유의 하지 않았다.

셋째, 조영제 원액과 희석액의 정성적 평가는 원액이 높았으나 통계적으로는 유의 하지 않았다.

이와 같은 결과는 일정 비율 희석된 조영제가 하지동맥 CT 검사 시 영상의 질적 저하 없이 적절한 조영제의 양을 설정할 수 있어, 조영제량을 30% 정도 줄임으로 조영제 부작용을 경험했던 환자, 신장기능이 저하된 환자, 조영제 주입시 혈관이 약한 환자에게 기존 조영제의 70% 정도를 사용하여, 하지동맥 CT 검사가 가능한 효과적인 검사법이라고 사료된다.

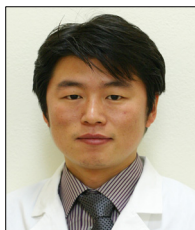
REFERENCES

- [1] United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation(UNSCEAR), 2008 report to the General Assembly annex on medical exposure, New

- York, 2010.
- [2] Y. Park, S. H. Kim, The study of effectiveness of volume mode in pediatric CT, *Journal of Digital Convergence*, Vol. 12, No. 10, pp. 425-431, 2014.
- [3] C. G. Kim, B. S. Park, The evaluation of the radiation dose and the image quality during MDCT using glass rod detector, *Journal of Digital Convergence*, Vol. 10, No. 2, pp. 249-254, 2012.
- [4] M. J. Shin, Y. J. Cho, Management of adverse reaction to iodinated radiocontrast media, *J. Korean Med. Association*, Vol. 55, No. 8, pp. 779-790, 2012.
- [5] J. R. Seon, S. J. Yoo, Studies of the side effects on using the contrast media, *J. Korea Saf. Manng. Sci*, Vol. 16, No. 4, pp. 427-431, 2014.
- [6] M. Kang, N. G. Choi, W. Kim, Y. G. Jang, J. N. Song, Study on optimum contrast media quantity during abdominal CT using dual energy technique, *J. Korean. Soc. Radiol*, Vol. 9, No. 1, pp. 9-16, 2015.
- [7] J. Blacher, R. Asmar, S. Djane, G.M. London, M. E. Safar, Aortic pulse wave velocity as a marker of cardiovascular risk in hypertensive patients, *Hypertension*, Vol. 33, No. 5, pp. 1111-1117, 1999.
- [8] J. W. Shin, S. J. Seok, G. H. Lee, S. C. Choi, K. Y. Hyun, Correlation between arterial stiffness and physiological, parameters, *The Korean Journal of Health Service Management*, Vol. 7, No. 3, pp. 71-82, 2013.
- [9] H. T. An, J. Y. Kim, W. S. Yeo, Y. S. Park, G. W. Lee, J. W. Lee, Research for reducing patient dose that low extremity CT angiography using automatic current selection, *Korean J. Digit. Imaging Med*, Vol. 15, No. 2, pp. 45-53, 2013.
- [10] Graser A, Johnson TR, Bader M, Staehler M, Haseke N, Nikolau K, et al, Dual energy characterization of urinary calculi: initial in vitro and clinical experience, *Invest Radiol*, Vol. 43, No. 1, pp. 112-119, 2008.
- [11] J. H. Lee, S. E. Baek, S. B. Lee, Y. H. Kim, Usefulness of three-dimensional CT image in meningioma using contrast method, *The Korean Soc. of Radiology*, Vol. 2, No. 1, pp. 17-21, 2008.
- [12] S. J. Lee, Y. Park, D. H. Jeong, S. H. Ock, H. J. Hwang, H. S. Hwang, A study on the usefulness of dilution of contrast media in CT examination, *Korean Society of Computer Tomographic Technology*, Vol. 13, No. 2, pp. 161-167, 2011.
- [13] Christiansen C, X-ray contrast media: an overview, *Toxicology*, Vol. 209, No. 1, pp. 185-187, 2005.
- [14] G. J. Jang, D. C. Kwon, M. G. Kim, B. G. Yoo, Development and implementation of a critical pathway for prevention of adverse reactions to contrast media for computed tomography, *J. of Radiological Science and Technology*, Vol. 30, No. 10, pp. 39-46, 2007.
- [15] S. R. Park, S. M. Lee, S. H. Choi, J. Y. Lee, S. U. Lee, Y. H. Jung, S. K. Lee, A case of soyangin double primary cancer patient with adverse reactions induced by contrast media, *J. Sasang Constitut Med*, Vol. 26, No. 2, pp. 205-212, 2014.
- [16] W. S. Yang, S. G. Shin, Consideration of adverse reaction to MDCT contrast media, *J. of Radiological Science and Technology*, Vol. 35, No. 1, pp. 51-57, 2012.
- [17] Katayama H, Yamaguchi K, Kozuka T, Takashima T, Seez P, Matsuura K, Adverse reactions to ionic and nonionic contrast media, A report from the japanese committee on the safety of contrast media, *Radiology*, Vol. 175, No. 3, pp. 621-628, 1990.
- [18] Y. S. Cho, T. N. Chung, D. K. Sohn, S. H. Kim, Contrast nephrotoxicity associated with emergency CT scan, *J. Korean Soc. Emerg. Med*, Vol. 14, No. 2, pp. 157-161, 2003.
- [19] H. H. Kim, J. Y. Choi, M. K. Oh, E. Y. Kim, J. R. Kim, S. J. Choi, J. G. Shin, Retrospective analysis of adverse reactions to iodinated contrast media in korean, *The J. of Korean Soc. for Clinical Pharmacology and Therapeutics*, Vol. 20, No. 2, pp. 165-174, 2012.
- [20] Y. K. Kim, M. S. Kim, S. Y. Lee, J. M. Lee, H. S. Lee, J. S. Jeong, M. G. Kim, Comparison of the contrast effect of the amount and iodine

cocentration of CT contrast agent, ocrean Society of
Computer Tomographic Technology, Vol. 16, No. 2,
pp. 181-187, 2014.

김 상 현(Kim, Sang Hyun)



- 2009년 2월 : 경기대학교 대체의학 대학원 식품치료전공(대체의학석사)
- 2015년 2월 : 을지대학교 대학원 보건학과 (박사)
- 2001년 4월 ~ 현재 : 서울대병원 영상의학과
- 관심분야 : 방사선학, 보건정책
- E-Mail : snhkim1@naver.com