

64-절편 다행검출 CT 검사에서의 환자선량과 암 발생의 Lifetime Attributable Risk(LAR) 평가

Radiation dose and Lifetime Attributable Risk of Cancer Estimates in 64-slice Multidetector Computed Tomography

강영한*, 박중삼**

대구가톨릭대학교병원 영상의학과*, 대구보건대학 방사선과**

Yeong-Han Kang(glamens@paran.com)*, Jong-Sam Park(chongs@dhc.ac.kr)**

요약

본 연구는 임상에서 시행되고 있는 64 절편 다행검출 CT(MDCT)의 방사선량에 대해 알아보고 이 선량으로 인한 암 발생의 잠재적 위험(LAR)을 정량화하고자 하였다. CT 검사의 선량길이곱과 유효선량을 측정하였고, 이로 인한 암 발생 귀속위험은 미국 전리방사선의 생물학적효과 위원회 7차보고서를 이용하였다. 결과에서 두부 CT의 유효선량은 1.48mSv, 흉부 CT(조영제 포함)의 유효선량은 7.66mSv였으며, 복부 역동적 CT는 24.52mSv였다. 두부 CT의 LAR은 남성 7463명 중 1명, 여성 4926명 중 1명이었고, 흉부 CT(조영제포함)의 LAR은 남성 1449명 중 1명, 여성 952명 중 1명이었으며, 복부 역동적 CT는 남성 453명 중 1명, 여성 298명 중 1명이었다. 따라서 64 절편 MDCT 검사는 암발생위험과 무시할 수 없는 관련성이 있었고, 선량을 줄이기 위해 프로토콜 등을 조정하는 등의 세심한 노력을 기울여야 한다.

■ 중심어 : | 64 다행검출 CT | 선량길이곱 | 유효선량 | 암발생귀속위험 |

Abstract

This study was to estimate the radiation dose associated with 64-slice multidetector CT(MDCT) in clinical practice and quantify the potential cancer risk associated with these examinations. Lifetime attributable risks(LAR) were estimated with models developed in the national Academies' Biological Effects of Ionizing Radiation VII report. Mean effective dose were 1.48mSv in Brain axial scan, 7.66mSv in chest routine contrast, 12.17mSv in coronary angiogram, 24.52mSv in Dynamic abdomen scan. LAR estimates for brain routine varied from 1 in 7463 for man to 1 in 4926 for women. In chest routine with contrast, LAR varied from 1 in 1449 for men to 1 in 952. LAR of Abdomen dynamic CT varied from 1 in 453 for men to 1 in 298 for women. So, 64-slice MDCT scan is associated with non-negligible LAR of cancer. Doses can be reduced by careful attention to scanning protocol.

■ keyword : | 64-slice Multidetector CT | Dose Length Product | Effective dose | Lifetime Attributable Risk |

I. 서론

전산화단층촬영(computed tomography, CT)의 이용은 지난 수십 년 동안 눈부시게 증가하였다. 건강보험 심사평가원에 따르면 두부 CT 검사 횟수는 2007년 총 633,218건으로 2003년 291,525건에 비해 2.2배 증가하였다[1]. CT의 이용으로 질환의 진단이 용이해졌고, 의료에서 없어서는 안 될 검사가 되었다. 하지만 CT 검사는 전통적인 X-ray 검사보다 훨씬 높은 선량을 적용하고 있어 적지 않은 문제가 되고 있다. 예를 들어 흉부 CT 스캔(scan)은 흉부 전후면, 측면 촬영보다 100배 가량 선량이 높다[2]. 게다가 CT 검사의 영상획득시간이 빨라짐으로써 혈관, 심장, 다중위상(multiphase) 검사 등이 가능하기에 방사선 피폭선량은 점점 더 많아지고 있다[3]. 그래서 CT 이용이 증가될수록 결과적으로 의료부분의 전리방사선 피폭이 함께 증가하는 것은 당연한 결과이다. 의료에서 전리방사선의 피폭이 염려되는 것은 의료영상을 위해 이용되는 저선량의 전리방사선이 발암의 원인이 된다는 증거가 있기 때문이다. 이러한 원인으로 최근 CT 분야에서 방사선으로 인한 잠재적 발암 위험에 대한 연구가 많이 집중되고 있다[4][5].

Smith 등(2009)은 CT 검사를 시행한 어른 1119명을 대상으로 한 후향적 단면연구에서 복부/골반(routine abdomen/pelvis) CT(조영제 포함)에서 선량의 범위는 12~20 mSv였고, 다중위상 CT에서는 24~45 mSv이라 하였다[6]. 미국에서 2007년 한 해 동안에 7천2백만 건의 CT 검사를 시행하였는데, 그 중 대략 29,000명에서 장래에 암이 발생할 수 있다고 하였다[7]. 또한 복부와 골반(abdominal and pelvis scan) CT에서 14,000명, 흉부 CT에서 4,100명, 두부 CT 4,000명 그리고 CT 조영술에서 2700명에서 암이 발생한다고 하였다[8].

최근 임상에서 CT 검사를 시행할 때 환자 선량에 대한 연구는 선량계를 이용하여 팬텀에 대한 연구[9]와 심장 CT의 선량에 대한 연구[10]가 있지만, CT 검사 종류별 환자선량과 이로 인한 발암위험에 대한 연구는 미미한 실정이다.

본 연구의 목적은 64절편 다중검출 CT 검사과정에서 피폭되는 방사선량을 각 부위별로 구분하여 측정하고,

이 선량으로 인한 암 발생 생애귀속위험(lifetime attributable risk of cancer, LAR)을 평가해보고자 하였다.

II. 대상 및 방법

1. 대상 및 검사 프로토콜

본 연구는 2010년 2월부터 2010년 6월까지 대구지역 한 대학병원을 내원하여 CT 검사를 시행한 20세 이상 성인 환자 중 두부 CT(Brain routine no contrast, Brain routine with contrast, 3D facial CT, 3D cerebral artery, Thyroid dynamic CT), 흉부 CT(High Resolution CT(HRCT), Chest routine with contrast, Chest dynamic CT, Coronary angiogram), 복부 CT(Abdomen no contrast, Dynamic abdomen CT, Biliary-pancreas CT), 흉부 및 복부 다중 CT(Chest routine with contrast plus Dynamic abdomen CT)로 구분하여 각 검사 당 20명 씩 총 260명(남자 132명, 여자 128명)을 대상으로 하였다. 본 연구에 이용된 기기는 64절편 다중검출기 CT(Multidetector CT, MDCT : GE, Lightspeed VCT, USA)를 이용하였고, 대상자의 기술적인 스캔 파라미터(scan parameter)와 선량(scan area, scan length, slice thickness, kVp, mAs, pitch, DLP) 등은 CT 모니터와 영상에서 확인하였다[표 1]. 조영제를 투여하는 검사는 금식 및 조영제 반응 검사를 시행한 후 비이온성 요오드계 조영제(Iopromide, Ultravist 370mg I/mL; Schering AG, Berlin, Germany)를 70 kg에 100 cc를 기준으로 5 kg 증감 시 5 cc 씩 증감하며 사용하였다.

2. 유효선량(Effective dose) 산출

유효선량의 산출은 CT 모니터 콘솔(console)에 제시되는 선량-길이곱(dose length product, DLP)을 이용하였다. DLP(mGy-cm)에 ICRP 102에서 권고하는 각 부위별 전환계수를 곱하여 유효선량을 산출하였다[11]. 즉 유효선량(E)은 다음 공식에 의해 계산된다.

$$E = k \cdot DLP$$

k 는 conversion factor 이다[12].

표 1. CT 검사 부위 별 프로토콜

Scan Type	scan phase	Scan method	kVp	mAs	Slice width (mm)	Scan Range (mm)	Upper limit	Lower limit
Brain Routine, no contrast	precontrast	Axial	120	250	5	145±12	Vertex	Skull base
Brain Routine, with contrast	postcontrast	Axial	120	250	5	145±15	Vertex	Skull base
3D Facial	Non-enhancement	Helical	120	120	0.5	166±22	nasal tip	mandible
3D cerebral artery	Non-enhancement	Axial	120	250	5	145±9	Vertex	Skull base
		Helical	120	250	1	155±17	Vertex	Skull base
Thyroid Dynamic CT	arterial, portal, Delay	Helical	120	modulation	2.5	222±32	Orbit floor	Sternoclavicular junction
HRCT	Non-enhancement	Axial	120	280	1	293±54	Lung apex	left kidney upper pole
Chest Routine with contrast	precontrast	Axial	120	280	1	288±48	Lung apex	left kidney upper pole
	postcontrast	Helical	120	250	1	290±52	Lung apex	left kidney upper pole
Chest Dynamic CT	precontrast	Axial	120	280	1	298±41	Lung apex	left kidney upper pole
	arterial, portal, Delay	Helical	120	300	1	301±60	Lung apex	left kidney upper pole
Coronary angiogram	prospective gating	Helical	120	200	2.5	136±10	Top of aortic arch	Cardiac apex
	retrospective gating	Helical	120	400-600	1.25	140±12	Top of aortic arch	Cardiac apex
Abdomen, no contrast	Non-enhancement	Helical	120	200	5	520±112	Liver dome	Symphysis pubis
Dynamic Abdomen CT	precontrast	Helical	120	200	5	514±131	Liver dome	Symphysis pubis
	artery, portal	Helical	120	250-300	5	524±140	Liver dome	Symphysis pubis
Biliary-pancreas CT	precontrast	Helical	120	200	3.75	337±82	Liver dome	left kidney upper pole
	artery, portal, delay	Helical	120	250-300	3.75	340±90	Liver dome	left kidney upper pole
Chest Routine with contrast plus Dynamic Abdomen CT	Precontrast, arterial, portal, delay	Helical	120	250-300	1	530±152	Lung apex	Symphysis pubis

표 2. ICRP 102에서 제시한 성인과 여러 연령대 아동 환자의 신체 부위별 선량길이곱(DLP) 당 정규화 된 유효선량 전환계수

신체 부위	k(mSv · mGy ⁻¹ · cm ⁻¹)				
	0세	1세	5세	10세	성인
머리와 목	0.013	0.0085	0.0057	0.0042	0.0031
머리	0.011	0.0067	0.0040	0.0032	0.0021
목	0.017	0.012	0.011	0.0079	0.0059
가슴	0.039	0.026	0.018	0.013	0.014
복부와 골반	0.049	0.030	0.020	0.015	0.015
몸통	0.044	0.028	0.019	0.014	0.015

3. LAR 산출

LAR의 평가는 가장 최근의 보고서인 미국의 전리방사선 생물학적 효과 위원회의 7차 보고서(biological effects of ionizing radiation committee VII, BEIR VII)를 활용하였다[13]. BEIR VII 보고서는 100 mSv의 선량으로 몬테카를로 시뮬레이션(Monte-carlo simulation)에서 결정된 실제 장기선량과 암 발생에 대한 생물학적 자료를 활용하여 생애귀속위험을 계산하였다. 예를 들어 40세 여성의 폐 등가선량(lung equivalent dose)이 10 mSv 이라면, BEIR VII의 모델에서 폐에 선량 100 mSv 가했을 때 40세 여성의 폐암 발생에 대한 LAR은 100,000명 당 240 명이다. 따라서 10 mSv 선량에 대한 LAR은 $10/100 \times 240/100000$ 이다. 본 연구에서는 DLP와 전환계수를 이용하여 산출된 유효선량과 BEIR VII 보고서에서 제시한 자료 중 모든 암(All cancer)에 대해 유효선량을 곱하여 CT 검사의 실제적인 LAR를 계산하였고, 인구 1,000,000명으로 환산하였다.

III. 결과

1. 각 부위별 DLP와 유효선량

1) 두부 CT의 DLP와 유효선량

고식적 스캔(conventional scan) Brain CT의 DLP 평균값은 634.39 mGy-cm 이었고, 이를 전환계수를 이용하여 유효선량으로 산출한 결과 1.484 mSv 였다. 조영제를 사용한 두부 CT 의 경우 조영 전과 조영 후의 스캔 DLP값이 더해져서 평균 DLP는 1130.66 mGy-cm이었고, 유효선량은 2.374 mSv였다. Helical 스캔을 시행한 3D facial CT의 유효선량은 0.457 mSv에 지나지 않았지만, 고식적 스캔과 조영 후 각각 1회 스캔을 시행한 3D cerebral artery CT는 1.867 mSv였고, 조영 후 3회(arterial, portal, delay) 스캔하는 Thyroid Dynamic CT의 경우 유효선량은 4.901 mSv이었고, 최대 7.451 mSv 였다[표 3].

2) 흉부 CT의 DLP와 유효선량

고식적 스캔 1회 시행한 고분해능 chest CT(high resolution CT, HRCT)는 유효선량의 평균은 1.195 mSv이었고, HRCT 후 Helical 스캔으로 조영제 주입 영상까지 얻게 되는 Chest routine with contrast의 유효선량은 7.665 mSv였다. Chest dynamic CT의 유효선량은 10.038 mSv였고, prospective gating과 retrospective gating 스캔을 시행한 Coronary angiogram의 유효선량은 평균 12.171 mSv였고, 최대 19.812 mSv이었고, 흉부 CT 중 가장 높은 선량을 나타냈다[표 4].

표 3. 두부 CT의 DLP와 유효선량

Type of CT study	DLP(mGy-cm)		Effective Dose(mSv)	
	Mean	Max	Mean	Max
Brain Routine, no contrast	634.39	678.4	1.484	3.265
Brain Routine, with contrast	1130.66	1130.66	2.374	2.374
3D Facial	182.06	195.76	0.457	0.626
3D cerebral artery	830.75	1008.32	1.867	2.117
Thyroid Dynamic CT	1002.09	1262.90	4.901	7.451

표 4. 흉부 CT의 DLP와 유효선량

Type of CT study	DLP(mGy-cm)		Effective Dose(mSv)	
	Mean	Max	Mean	Max
HRCT	83.99	122.64	1.195	1.717
Chest Routine with contrast	547.47	654.06	7.665	9.157
Chest Dynamic CT	717.03	804.25	10.038	11.259
Coronary angiogram	869.34	1415.11	12.171	19.812

3) 복부 CT의 DLP와 유효선량

Helical 스캔 1회 시행한 복부 CT의 DLP는 483.19 mGy-cm이었고, 유효선량은 7.247 mSv였다. 조영 전 스캔과 동맥상, 정맥상 등 3번 스캔하는 Dynamic 복부 CT의 평균 유효선량은 24.520 mSv였고, 최대 32.503 mSv였다. 조영 전 스캔과 동맥상, 문맥상, 지연상 등 4번의 스캔을 시행하는 Biliary-pancreas CT의 유효선량은 30.575 mSv로 나타나 가장 높은 선량이었다. 흉부 Routine 스캔과 Dynamic 복부 CT를 함께 시행하는 다중 CT의 경우 유효선량은 평균 48.01 mSv이었고, 이보다 CT 스캔의 횟수가 많은 다중 CT의 경우에는 이보다 훨씬 높은 선량이 될 수 있다[표 5].

2. LAR 평가

1) 두부 CT의 LAR

Brain routine CT의 LAR은 남성 백만 명 중 134명이었고, 이는 7463명 중 1명에서 모든 암(all cancer)이 발생할 수 있다. 조영 전 후 두 번 스캔한 Brain CT는 남성 4673명 중 1명, 여성은 3077명 중 1명이 해당하였다. 3D facial, 3D cerebral artery CT의 LAR은 낮은 편이었으나, Thyroid dynamic CT는 남성 2267명 중 1명, 여성 1490명 중 1명에서 모든 암 발생에 해당하였다[표 6].

2) 흉부 CT의 LAR

고분해능 CT의 LAR은 남성 9259명 중 1명, 여성 6097명 중 1명에서 모든 암이 발생할 수 있다. Chest routine(조영제 포함)은 1449명 중 1명, 여성 952명 중 1명이었고, 심장 CT의 LAR은 남성 913명 중 1명, 여성 600명 중 1명인 것으로 나타나 선량으로 인한 발암 위험이 가장 높은 것으로 나타났다[표 7].

표 5. 복부 CT의 DLP와 유효선량

Type of CT study	DLP(mGy-cm)		Effective Dose(mSv)	
	Mean	Max	Mean	Max
Abdomen, no contrast	483.19	594.62	7.247	8.919
Dynamic Abdomen CT	1637.11	2059.85	24.520	30.898
Biliary-pancreas CT	2038.34	2166.86	30.575	32.503
Chest Routine with contrast plus Dynamic Abdomen CT	3237.27	3372.90	48.01	49.99

표 6. 두부 CT의 LAR

Type of CT study	Male		Female	
	LAR	Odds	LAR	Odds
Brain Routine, no contrast	134	1:7463	203	1:4926
Brain Routine, with contrast	214	1:4673	325	1:3077
3D Facial	41	1:24390	63	1:15873
3D cerebral artery	168	1:5952	256	1:3906
Thyroid Dynamic CT	441	1:2267	671	1:1490

표 7. 흉부 CT의 LAR

Type of CT study	Male		Female	
	LAR	Odds	LAR	Odds
HRCT	108	1:9259	164	1:6097
Chest Routine with contrast	690	1:1449	1050	1:952
Chest Dynamic CT	903	1:1107	1375	1:727
Coronary angiogram	1095	1:913	1667	1:600

표 8. 복부 CT의 LAR

Type of CT study	Male		Female	
	LAR	Odds	LAR	Odds
Abdomen, no contrast	652	1:1533	993	1:1007
Dynamic Abdomen CT	2207	1:453	3359	1:298
Biliary-pancreas CT	2752	1:363	4189	1:239
Chest Routine with contrast plus Dynamic Abdomen CT	4321	1:231	6577	1:152

3) 복부 및 골반 CT의 LAR

복부 CT의 LAR은 남성 1533명 중 1명, 여성은 1007명 중 1명이었고, Dynamic CT의 경우 남성 453명 중 1명, 여성 298명 중 1명으로 LAR이 높게 나타났다. Chest routine과 Dynamic 복부 CT를 병행하여 스캔을 하는 다중 CT의 LAR은 남성 231명 중 1명, 여성 152명 중 1명에서 모든 암 발생 가능성이 있어 LAR이 높고, 스캔이 더 추가되는 다중 CT의 LAR은 이보다 더 높을 것으로 예상된다[표 8].

IV. 고찰

CT 검사기술은 발전을 거듭하여 초 단위 이하의 검사시간에 다중절편(multi slice)을 획득할 수 있어서 검사 속도가 빨라지고, 화질은 향상되었다. 하지만 이로 인하여 환자의 피폭선량이 감소하지 않는 이유는 검사 범위의 확대, 반복검사의 용이성, 장치의 구조적인 요소 및 검사 시행 횟수의 증가 등으로 피폭선량이 증가되기 때문이다[14]. 전통적으로 CT 검사는 중재적 시술과 방사선 치료와 함께 환자선량이 많은 대표적인 검사로 규정되고 있으며[5][15], CT는 단순촬영과는 달리 방사선 조사가 360도 회전을 하며 이루어지고, 비교적 얇은 두께의 방사선이 특정검사 부위의 검사를 위하여 여러 번 조사되는 특징을 가진다.

CT 검사에서 환자선량을 측정할 수 있는 DLP는 특정 스캔 입력에서 총 에너지 흡수량을 반영하기 때문에 환자선량에 대한 직접적인 척도라기보다 전형적 CT 검사에 대해 설정된 참조선량과 다수의 환자에 대한 평균치로서 비교하는 데 사용된다[16]. 유효선량 산출에는 개별 스캐너 특성에 대한 지식이 필요하지만 스캐너 유

형과 무관하게 DLP에 k(전환계수)를 곱하여 유효선량을 평가할 수 있다[17-19]. k(전환계수)는 실험적 가중치($mSv\ mGy^{-1}cm^{-1}$)로서 신체부위에 따라 결정되며, ICRP 102에서 권고한 전환계수를 곱하여 유효선량으로 산출한 본 연구의 유효선량이 환자선량을 나타내는 데 타당하다 할 수 있다.

영국의 CT 검사에서의 환자선량 권고량(NRPB, 2003)에서는 DLP 값이 어른의 두부는 $930\ mGy \cdot cm$, 흉부 $580\ mGy \cdot cm$, 복부와 골반은 $560\ mGy \cdot cm$ 이었다[20]. 우리나라의 CT 검사에서 환자선량 권고량은 두부 DLP $1,000\ mGy \cdot cm$, 복부는 $700\ mGy \cdot cm$ 이었다[21]. 본 연구에서 두부 CT의 DLP 평균값은 $634.39\ mGy \cdot cm$ 이었고, 조영제를 사용한 두부 CT의 경우 조영 전과 조영 후의 스캔 DLP값이 더해져서 평균 DLP는 $1130.66\ mGy \cdot cm$ 이었다. 고분해능 CT와 Helical 스캔을 시행하는 흉부 Routine CT는 $547.47\ mGy \cdot cm$ 이었고, 심장 CT의 DLP는 평균 $869.34\ mGy \cdot cm$ 이었다. 복부 CT의 DLP는 $483.19\ mGy \cdot cm$ 이었고, Dynamic 복부 CT는 $1637.11\ mGy \cdot cm$, 흉부와 복부 다중 스캔의 경우 최대 $3372\ mGy \cdot cm$ 까지 나타났다. 따라서 NRPB와 IAEA 권고량과 비슷한 결과였지만 부위별로 스캔 횟수, 프로토콜 등의 차이가 있으므로 부분적으로 권고량보다 높은 선량의 검사도 있어 이에 대한 세부적인 권고량이 필요하다고 본다.

1999년 영국(RCR)에서는 CT 검사 시 두부 $2\ mSv$, 복부 $8\ mSv$, 복부 $10\ mSv$, 골반 $10\ mSv$ 라고 평가하였고[22], 미국(CDRH, 2000)에서의 CT 검사 시 환자선량은 두부 $2\ mSv$, 흉부 $7\ mSv$, 복부 $7\ mSv$, 골반 $6\ mSv$ 라고 보고하였다[23]. 일본에서는 CT 검사 시 환자선량 저감 목표값을 두부 $40\ mGy$, 복부 $11\ mGy$ 이라고

하였다[24]. 본 연구에서 유효선량은 두부 1.5 mSv, 흉부 7.6 mSv, 심장 CT 12.2 mSv, 복부 7.24 mSv, 복부 Dynamic 24 mSv였고, 이는 기존 연구와 비슷하게 나타났다. 하지만 조영제를 사용하거나 다중위상 CT, 다중 CT 등에서는 선량이 상당히 높기 때문에 이에 대한 대책이 필요하겠다.

암 발생과 위험성 평가를 위해서 많은 방법이 있지만 본 연구에서 채택한 BEIR VII 모델은 암 발생 위험평가에 있어 가장 포괄적이고 최신의 평가 도구로 많이 활용되고 있다[13]. BEIR VII lifetime risk 모델에서는 인구 10만 명에서 100 mSv의 피폭의 결과로 암 발생 건수를 수치로 평가하였다. 평균적으로 성별과 연령분포가 비슷한 전체 미국인 집단으로 가정하면, BEIR VII 모형은 100 mSv의 선량이 대략 100명 중 1명에서 암(고형암, 백혈병)이 발생한다고 예측하였다. 이 모델에서 제시한 LAR을 유효선량과 곱하므로써 실제 임상에서 LAR로 산출할 수 있다. 본 연구에서 LAR을 평가하기 위해 DLP 수치에 전환계수를 곱하여 구한 유효선량과 BEIR VII 모델을 근거로 산출한 LAR은 신뢰성이 있다고 볼 수 있다.

Einstein 등에 따르면 64 절편 MDCT에 의한 심장 CT에서 악성종양 발생확률은 80세 남성에서는 3,261명 중 1명, 20세 여성에서는 143명 중 1명이었으며, 위험도가 여성 및 젊은 층에서는 증가하는 양상이라 하였다[25]. Smith-Bindman 등의 연구에서는 심장 CT의 LAR은 남자는 600명 중 1명, 여자는 270명 중 1명이었고, 두부 CT에서는 남자 11080명 중 1명, 여자 8100명 중 1명이었다[6]. 16 절편 CT를 이용한 Andrew 등의 연구에서는 심장 CT의 LAR이 대략 1600명 중 1명이라고 하였지만 연령과 체중, 성별 등에 따라 차이가 많다고 하였다[26].

본 연구에서는 두부 CT에서 모든 암 발생에 대한 LAR은 남성 7463명 중 1명, 여성 4926명 중 1명이었고, 심장 CT는 남자 913명 중 1명, 여자 600명 중 1명이었다. 특히 복부 Dynamic CT에서는 남자 453명 중 1명, 여자 298명 중 1명이었고, 흉부와 복부를 함께 검사한 다중 CT에서는 남자 231명 중 1명, 여자 152명 중 1명 이어서 암 발생위험도가 상당히 높은 것으로 나타났다.

본 연구의 제한점으로는 방사선 선량은 CT 기기의 모니터에 제시되는 DLP 수치에다 전환계수를 곱하여 유효선량으로 변환시켰기 때문에 본 연구의 유효선량이 CT 검사 전체의 유효선량으로 일반화시키기에는 무리가 있다. 또한 산출된 유효선량과 BEIR VII 보고서의 역치가 없는 발암위험 모델을 적용하여

계산하였기 때문에 잠재적인 발암위험이 본 연구보다 더 높을 수도 있고 더 낮을 수도 있다. 그리고 CT 검사과정에 유효선량에 영향을 미칠 수 있는 인적, 기계적, 환경적 요인이 많을 수 있으나 이를 배제하였고, 환자선량을 줄이는 방법에 대해서는 연구가 부족하여 추후 연구가 더 필요하겠다.

V. 결론

본 연구는 임상에서 CT 검사에서 측정된 DLP 값을 유효선량으로 변환하고, 이 선량으로 LAR을 제시하였다. 따라서 CT 검사로 인한 실제적인 발암위험을 평가하는데 의의가 있고, CT 검사에서의 환자선량이 저선량에 해당하지만 궁극적으로 암 발생에 어느 정도 기여한다는 것을 정량화하여 확인함으로써 전리방사선에 대한 위험성을 새로이 인식하는데 도움이 될 수 있을 것이다. 전리방사선을 이용하는 CT검사가 환자와 술자의 암 발생 위험을 감소시키기 위해서는 방사선촬영장비의 정도관리, 촬영조건 최적화, 촬영장비의 개선 등을 통해 영상의 질을 향상시킬 방법을 지속적으로 간구하여야 하며 이와 함께 방사선 선량을 감소할 수 있는 연구도 병행되어야 한다. 또한 CT 검사를 시행함으로써 얻을 수 있는 임상정보가 방사선 피폭으로 인한 발암 위험보다도 더 중요한지 심사숙고를 하여야 한다.

참고 문헌

- [1] 건강보험심사평가원, *건강보험통계연보*, 2006.
- [2] S. Diederich and H. Lenzen, "Radiation exposure associated with imaging of the chest: comparison

- of different radiographic and computed tomography techniques," *Cancer*, Vol.89, No.11, pp.2457-2460, 2000.
- [3] 김문찬, *TEXTBOOK of Computed Tomography*, 청구문화사, pp.608-622, 2005.
- [4] E. S. Amis, P. F. Butler, and K. E. Applegate, "American college of radiology white paper on radiation dose in medicine," *J Am Coll Radiol*, Vol.4, No.5, pp.272-284, 2007.
- [5] D. J. Brenner and E. J. Hall, "Computed tomography: an increasing source of radiation exposure," *N Engl J Med*, Vol.357, No.22, pp.2277-2284, 2007.
- [6] R. Smith-Bindman, J. Lipson, and R. Marcus, "Radiation with common computed tomography examinations and the associated lifetime attributable risk of cancer," *Arch Intern Med*, Vol.169, No.22, pp.2078-2086, 2009.
- [7] R. Fazel, H. M. Krumholz, and Y. Wang, "Exposure to low-dose ionizing radiation from medical imaging procedures," *N Engl J Med*, Vol.361, No.9, pp.849-857, 2009.
- [8] Berrington de Gonzalez A, Mahesh M, Kim KP, and et al. "Projected cancer risks from computed tomographic scans performed in the United States in 2007," *Arch Intern Med*, Vol.169, No.22, pp.2071-2077, 2009.
- [9] 임청환, 조정근, 이만구, "전산화단층촬영 검사의 방사선 선량에 관한 연구", 방사선기술과학, 제30권, 제4호, pp.381-389, 2007.
- [10] 김문찬, "64 채널 Multi-Detector Computed Tomography를 이용한 관상동맥검사의 선량 : 검사 프로토콜 다변화에 따른 환자선량 감소", 방사선기술과학, 제32권, 제3호, pp.299-306, 2009.
- [11] ICRP, "Managing Patient Dose in Multi-Detector Computed Tomography," ICRP publication 102, 2007.
- [12] G. Bongartz, S. J. Golding, A. G. Jurik, M. Leonardi, EvP van Meerten, and J. Geleijns, "European guidelines on quality criteria for computed tomography," EUR 16262, 2000. <http://www.dr.dk/guidelines/ct/quality>
- [13] National research council of the National academies, "Health Risks from Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation: BEIR VII - Phase 2," Division on Earth and Life Studies, Board on Radiation Effects Research, Washington, DC: National Academy Press; 2005.
- [14] L. F. Rogers, "Radiation Exposure in CT: Why so high?," *AJR*, Vol.177, No.2, pp.269-277, 2001.
- [15] European Atomic Energy Community, *NEWT Euratom Directive 43*, 1997.
- [16] European Commission, *European guidelines on quality criteria for computed tomography, Report EUR 16262*, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg 1999.
- [17] J. M. Boone, "The trouble with CTDI₁₀₀", *Med Phys*, Vol.34, No.4, pp.1364-1371, 2007.
- [18] D. J. Brenner, C. H. McCollough, and G. O. Colin, "It is time to retire the computed tomography dose index(CTDI) for CT quality assurance and dose optimization. For the proposition," *Med Phys*, Vol.33, No.5, pp.1189-1191, 2006.
- [19] R. L. Dixon, "Restructuring CT dosimetry - A realistic strategy for the future. Requiem for the pencil chamber," *Med Phys*, Vol.33, No.10, pp.3973-3976, 2006.
- [20] NRPB, "Doses from Computed Tomography (CT) Examinations in the U.K. 2003 Review," NRPB, UK, 2003.
- [21] 보건복지가족부, 식품의약품안전평가원, 대한영상의학회, 대한방사선사협회, *CT 엑스선검사에서의 환자선량 권고량 가이드라인*, 방사선안전관리시리즈 No.19, 2009.

- [22] The Royal College of Radiologists, "Good Practice Guide for Clinical Radiologists," Royal College of Radiologists, London, 1999.
- [23] FDA, "Nationwide Evaluation of X-ray Trends(NEXT) Computed Tomography Dataset," 2000. <http://www.fda.gov/cdrh/radhlth/next.html>
- [24] 의료피폭가이드라인위원회, *의료피폭의 가이드라인*, 사단법인 일본방사선기사회, 2000.
- [25] A. J. Einstein, M. J. Henzlova, and S. Rajagopalan, "Estimating risk of cancer associated with radiation exposure from 64-slice computed tomography coronary angiography," JAMA, Vol.298, No.3, pp.317-323, 2007.
- [26] J. Andrew, Javier Sanz, and D. Santo, "Radiation dose and cancer risk estimates in 16-slice computed tomography coronary angiography," J Nucl Cardiol, Vol.15, No.2, pp.232-240, 2008.

박 중 삼(Jong-Sam Park)

정회원



- 1995년 2월 : 경북대학교 대학원 (공학석사)
- 2002년 2월 : 경북대학교 대학원 (공학박사)
- 1993년 9월 ~ 현재 : 대구보건대학 방사선과 재직

<관심분야> : 무기공업화학, 의료영상컨텐츠, 전산화 단층촬영

저 자 소 개

강 영 한(Yeong-Han Kang)

정회원



- 2005년 2월 : 대구가톨릭대학교 보건과학과(보건학석사)
- 2009년 2월 : 경북대학교 보건학과(보건학박사)
- 1996년 3월 ~ 현재 : 대구가톨릭대학교병원 영상의학과 재직

<관심분야> : 보건응용, 의료영상컨텐츠, 전산화단층촬영