

전산화단층촬영 시뮬레이션 프로그램의 임상교육 효과에 관한 연구

— A Study into the Effect of the CT Simulation Program on Clinical Education —

전남대학교병원 영상의학과 · 목포과학대학 방사선과¹⁾ · 남부대학교 컴퓨터전기정보학과²⁾

김용완 · 김정삼¹⁾ · 이경록²⁾

— 국문초록 —

전산화단층촬영 시뮬레이션 프로그램은 환자가 받는 방사선 피폭 선량에 전혀 관계가 없으면서 임상에서 사용하는 고가의 의료 장비와 같은 모의실험을 함으로써 양질의 교육효과를 얻을 수 있다. 이러한 프로그램의 장점을 최대한으로 이용하기 위하여 강의 교안을 만든 다음 교육을 실시하였다. 이론교육만 실시한 학생을 대조군으로, 이론교육과 시뮬레이션 교육을 동시에 실시한 학생을 실험군으로 분류하여 면접평가 하였다. 대조군과 실험군의 평가를 시행한 결과 실험군의 성적이 월등히 향상됨을 알 수 있었다. 그러므로 시뮬레이션 프로그램은 학생들과 임상을 앞둔 방사선사에게 양질의 교육 자료로 활용될 것으로 사료된다.

중심 단어: 전산화단층촬영, 시뮬레이션 프로그램, 시뮬레이션 교육, 면접조사

I. 서 론

우리 사회의 모습은 하루가 다르게 정보화, 디지털화 되어가고 있다. 그 변화에는 정보통신기술이 있으며 정보통신의 기술은 인간이 일상생활과 직업 활동 등에서 부딪히게 되는 다양한 문제를 해결하기 위해 끊임없이 개발되고 발전하고 있다. 정보화 사회에서는 디지털화 된 정보를 처리하는 능력이 일상생활 속에서 뿐만 아니라 모든 산업, 학문 분야에서 요구되고 있다. 이러한 분야에서 컴퓨터를 이용한 장비의 개발은 많은 변화를 가져왔으며 그중에서 전산화단층촬영 장비의 개발은 획기적이라고 할 수 있다.

일반적인 전산화단층촬영 장비는 컴퓨터를 이용하여 회전하는 X선관과 검출기를 이용해 인체내부를 단면으로 잘라내서 영상화하는 장치로서 일반 X선 검사에서는 볼

수 없었던 연부조직(혈액, 회질, 백질, 종양 등)의 작은 흡수차이까지도 잘 관찰할 수 있으며 인체의 내부와 해부학적 구조까지도 세밀히 관찰할 수 있다¹⁻²⁾. 이러한 전산화단층촬영 검사로 인해 얻어지는 해부학적 구조와 영상의 변화, 외과적 수술과 관련한 시뮬레이션 프로그램은 여러 사례를 찾아볼 수 있지만 전산화단층촬영에 관한 시뮬레이션 개발은 아직 한 번도 보고 된 적 없다.

따라서 본 연구에서는 전산화단층촬영영상 기술과 자기공명영상 기술 등을 교육하는 대학에서 이들 장비가 고가의 의료 장비이므로 쉽게 접근할 수가 없었다. 그러므로 이러한 문제점을 해결하기 위하여 컴퓨터단층촬영 시뮬레이션 프로그램 개발하여 교육생들과 면허를 취득하여 전산화단층촬영실에 근무할 방사선사에게 미리 시뮬레이션 프로그램으로 장비의 사용방법과 프로토콜을 훈련 교육함으로써 임상근무에서 전산화단층촬영 방법을 익히는 시간을 단축시키고 환자가 받는 피폭에 영향을 받지 않으면서 전산화단층촬영 장치 모의조작을 할 수 있는 장점을 최대한으로 이용하였다. 또한 전산화단층촬영검사는 환자가 받는 피폭선량의 양이 많으므로 국가적인 차원에서 전산

*접수일(2009년 9월 29일), 심사일(2009년 10월 8일), 확정일(2009년 10월 22일)

책임저자 : 김용완, (501-757) 광주광역시 동구 학동 8번지
전남대학교병원 영상의학과
TEL : 062-220-5771, FAX : 062-226-4380
E-mail : kkyw@paran.com

화단층촬영 검사 시 적정 피폭선량의 기초 자료나 선량 감소 방안을 마련하고 있다³⁻⁵⁾. 이러한 피폭선량의 감소 방안으로 시뮬레이션 프로그램을 개발하여 이론교육만 실시한 대조군과 이론교육과 시뮬레이션 교육을 병행한 실험군과의 면접평가 후 성적 차이 분석 통하여 시뮬레이션 프로그램의 임상교육 효과에 대한 유용성을 알아보았다.

II. 대상 및 방법

1. 평가대상 선정

평가 대상은 총 80명을 대상으로 선정하였으며, 전산화 단층촬영 과목 성적을 기준으로 하였다. 광주 소재에 K대학 A+(95~100점) 20명, A(90~94점) 20명, 목포 소재 M대학 A+(95~100점) 20명, A(90~94점) 20명으로 남자가 57명으로 71.25%, 여자가 23명으로 28.75%였다.

2. 평가자 선정

정확하고 효율적인 평가를 위해서 광주 소재에 K대학 교수 2명, 목포 소재 M대학 교수 1명, 전산화단층촬영실에 임상 근무 경력이 10년 이상 3명, 총 6명이 2인 1조, 3개조로 평가양식에 따라 평가하였다.

3. 평가 장소 및 기간

평가 대상자들의 특성과 편의를 위하여 광주 소재 K대학은 C병원에서 5월1일~31일, 목포 소재 M대학은 C병원에서 6월 1일~30일, 2개월 동안 공휴일과 환자가 없는 시간을 이용하여 면접 평가를 시작하였다.

4. 평가 장비 및 분석 프로그램

면접조사의 평가 장비로는 GE QX/i light Speed(GE medical system, USA), GE Light Speed 16(GE medical system, USA)을 사용하여 평가하였다. 자료의 통계 분석처리는 SPSS (Statistical Package for the Social Science) WIN 11.5 프로그램을 이용하여 각 변수의 평점분포, 신뢰도 분석, 교육전과 후의 상관관계분석, 성적차이분석을 하였다.

5. 면접 평가

각 문항을 아주 못함 1점, 못함 2점, 보통 3점, 잘함 4

점, 아주 잘함 5점으로 평가하였다. 면접평가 내용으로는 환자에게 검사 전 설명과정, 검사계획 영상검사, 환자검사 과정, 장비용어 이해 등 크게 4단원으로 정리하여 평가하였다(Table 1).

Table 1. Questionnaire of Evaluation

☞ 검사 전 설명과정

문항	내 용	점 수				
		1	2	3	4	5
1	환자호칭은 000님을 넣어 부르는가?					
2	처방명과 검사부위가 일치하는지를 확인하는가?					
3	검사 복장에 대하여 설명을 하는가?					
4	검사방법에 대하여 환자에게 설명하는가?					
5	주의사항과 약물 부작용 관하여 설명하는가?					

☞ Scout의 영상검사

문항	내 용	점 수				
		1	2	3	4	5
1	Scout의 명칭을 이해하고 있는가?					
2	중심점을 정확히 맞추는가?					
3	시작점을 정확히 맞추는가?					
4	끝점을 정확히 맞추는가?					
5	원하는 부위가 모두 포함되었는가?					

☞ 환자검사과정

문항	내 용	점 수				
		1	2	3	4	5
1	환자를 검사부위에 맞게 테이블에 눕히는가?					
2	검사방법 및 주의사항을 환자에게 설명하는가?					
3	증상 확인 후 맞는 프로토콜을 입력하는가?					
4	검사에 관한 전체 과정을 정확하게 이해하고 있는가?					
5	영상을 Viewing하는 법을 잘 알고 있는가?					

☞ 장비용어이해

문항	내 용	점 수				
		1	2	3	4	5
1	관전압, 관전류를 이해하고 검사를 하는가?					
2	슬라이스 두께를 이해하고 검사를 하는가?					
3	테이블 이동거리를 이해하고 검사를 하는가?					
4	피치를 이해하고 검사를 하는가?					
5	알고리즘을 이해하고 검사를 하는가?					

6. 시뮬레이터를 활용한 교육

- ① 로그인 단계에서 입력된 로그인 정보와 기 등록된 로그인 정보가 일치하면 검사시작 단계로 진행한다 (Fig. 1).
- ② 검사시작 단계에서 검사 날짜, 환자 번호, 성명, 검사 의뢰자, 환자 병력, 성별, 나이, 몸무게, 검사부위 등의 기본정보를 입력한다(Fig. 2).
- ③ 실습자가 우측하단의 입력완료 버튼을 클릭하면 스카우트 스캔(Scout Scan) 화면이 표시되고, 실험자는 스카우트 스캔을 위한 검사조건(Parameter)을 입력한다(Fig. 3).
- ④ 검사가 완료되면 영상이 자동으로 재구성 영상으로 변한다.
- ⑤ 자동으로 재구성된 영상이 완성되면 우측면 도구들을 이용하여 확대, 축소, 거리, CT Number 등 여러 가지 기능을 확인할 수 있다(Fig. 4).

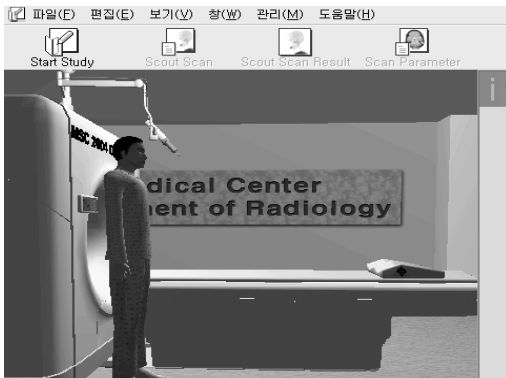


Figure 1. Step of Start Study

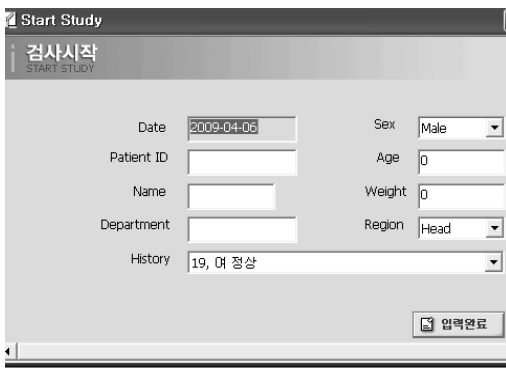


Figure 2. Step of Basic Information

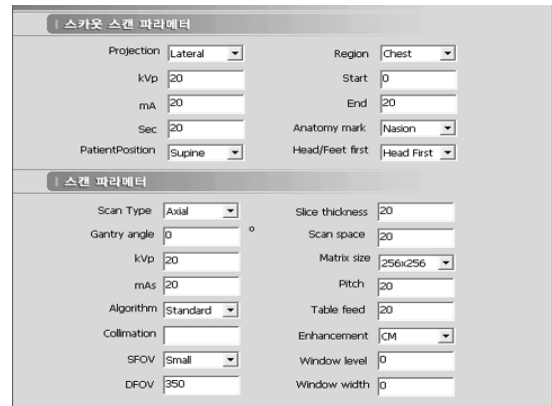


Figure 3. Step of Scan Parameter



Figure 4. Step of Reconstruction Image

III. 결 과

1. 대상자의 특성

조사대상자는 이론교육을 실시한 대조군과 이론과 실기 교육(시뮬레이션)을 실시한 실험군으로 나누어 각각 40명씩으로 구성했다. 성별 분포는 대조군에서 남자가 27명으로 33.75%, 여자가 13명으로 16.25%, 실험군에서는 남자가 26명으로 32.50%, 여자가 14명으로 17.50%로 분포하였다(Table 2).

Table 2. General characteristics of participants

구 분	Sex	Number	Percentage(%)
대조군	남	27	33.75
	여	13	16.25
실험군	남	26	32.50
	여	14	17.50

2. 변수의 평점분포

평가 점수는 100점 만점으로 측정했다. 검사 전 설명과정의 평점은 59.43점(33~75점), Scout의 영상검사 평점은 55.30점(28~75점)으로 분포하였다. 환자의 검사과정의 평점은 54.10점(29~75점)이며, 장비 용어 이해 평점은 52.34점(20~75점)으로 분포하였다.

전체적으로 검사 전 설명과정의 평점이 상대적으로 높은 점수분포를 보였고, 장비 용어 이해부분에서는 낮은 점수로 나타났다. 이는 환자에게 설명하는 부분은 교육을 실시하지 않아도 학생들이 잘 이해하고 있는 것으로 판단되지만 장비에 관한 용어적인 문제는 교육을 받은 후에도 잘 이해하지 못하는 성향이 있는 것으로 볼 수 있었다(Table 3).

3. 신뢰도분석

각 문항에 대해 측정결과의 일관성이 있는가를 파악하기 위해 Cronbach-alpha값을 기준으로 신뢰도 분석을 실시하였다. 신뢰도 분석 결과 검사 전 설명과정에서 0.984, Scout의 영상검사에서 0.991 환자의 검사과정에서 0.994, 장비 용어 이해에서 0.994로 나타났다. 신뢰도 분석에서 0.9이상인 매우 높은 신뢰도로 알려져 있어 문항에 대한 내적 일관성이 매우 높은 것으로 볼 수 있었다(Table 4).

4. 상관관계 분석

측정 변수 검사 전 설명과정, Scout의 영상검사, 환자의 검사과정, 장비 용어 이해에 대해 상관관계 분석 결과

Table 3. Scores of Variation

변수	Number	Minimum	Maximum	Mean	SD
검사 전 설명과정	80	33	75	59.43	14.25
Scout의 영상검사	80	28	75	55.30	17.89
환자의 검사과정	80	29	75	54.10	19.07
장비 용어 이해	80	20	75	52.34	20.35

Table 4. Analysis of Cronbach's alpha

변수	문항	Cronbach-alpha
검사 전 설명과정	5	0.984
Scout의 영상검사	5	0.991
환자의 검사과정	5	0.994
장비 용어 이해	5	0.994

Table 5. Analysis of correlation

	검사 전 설명과정	Scout의 영상검사	환자의 검사과정	장비 용어 이해
검사 전 설명과정	1.0			
Scout의 영상검사	0.986	1.0		
환자의 검사과정	0.979	0.991	1.0	
장비 용어 이해	0.971	0.989	0.991	1.0

Table 6. Comparison between control and experiment group of T-test

변수	구분	Mean	SD	t	p
검사 전 설명과정	실험군	73.25	1.50	39.59	0.000
	대조군	45.60	4.16		
Scout의 영상검사	실험군	72.83	1.36	51.49	0.000
	대조군	37.78	4.09		
환자의 검사과정	실험군	72.73	1.57	46.95	0.000
	대조군	35.48	4.77		
장비 용어 이해	실험군	72.18	1.85	44.69	0.000
	대조군	32.50	5.30		

4개의 주요 변수 간 상관계수가 0.9 이상으로 나타나 측정변수가 매우 밀접한 관련성이 있다고 할 수 있었다(Table 5).

5. 대조군과 실험군의 성적 차이분석

검사 전 설명과정에서 대조군의 평균점수 45.60, 실험군의 평균점수는 73.25로 나타나 실험군의 점수가 통계적으로 유의한 차이를 나타냈다. Scout의 영상검사에서도 대조군의 평균점수 37.78, 실험군의 평균점수는 72.83으로 나타나 여전히 후자에서 높은 점수를 기록했다. 환자의 검사과정에서는 대조군의 평균점수 35.48, 실험군의 평균점수는 72.73으로 나타나 유의한 차이를 보였다. 또 장비 용어 이해에서도 대조군의 평균점수 32.50, 실험군의 평균점수는 72.18으로 나타나 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p < 0.001$). 따라서 대조군보다 실험군에서 모든 측정변수가 통계적으로 유의한 차이를 보이며 높은 점수를 나타내고 있음을 알 수 있었다(Table 6).

IV. 고 찰

최신 의료기술의 발달과 더불어 진단영역에서도 다중 검출기 전산화단층촬영 장치가 개발되어 각종 의료기관에서 많이 이용되고 있지만 환자에게는 상대적으로 많은 선량을 수반한다. 이런 전산화단층촬영 검사의 빈도는 세계적으로 증가하고 있는 추세이며, 검사의 종류도 다양하게 증가하고 있다⁶⁾. 그러나 이러한 일반적인 경향과는 달리 대조적으로 전산화단층촬영의 빠른 발전에 비하여 환자가 받는 피폭선량 연구에는 시대의 흐름에 뒤떨어져 있으며, 사회적인 문제로 대두되고 있다. 피폭선량을 아주 민감한 부분으로 컴럼비아 의대 아인슈타인 박사는 전산화단층촬영 심장혈관조영검사(전산화단층촬영, CTCA) 검사 시 방출되는 방사선의 영향으로 여성과 청소년의 유방암과 폐암의 발생위험이 증가한다는 연구결과를 미국 의사협회지에 발표했으며⁷⁾, 또한 아인슈타인 박사는 64채널 다중 나선식 장비로 CTCA를 한번 시행할 경우 일생동안 암 발생 위험이 얼마나 높아지는지를 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 측정했으며, 그 결과 전산화단층촬영으로 CTCA를 받으면 20세의 여자는 143명 중 1명, 80세 남자는 3,261명중 1명 꼴로 암에 더 걸리는 것으로 나타났다⁸⁾. 방사선의 피폭이 인체에 얼마나 해로운 결과로 나타나는지 잘 알 수 있을 것이다. 또한 미국에서 실시된 한 조사에서 전산화단층촬영검사 건수가 20년이 안되어 1980년에는 3,600건에서 1998년에는 3억 3천만 건으로 거의 10배가 증가 하였다⁹⁻¹¹⁾. 날로 증가하고 있는 전산화단층촬영 검사 건수를 생각하면 환자가 받는 선량도 많이 고려되어야 할 문제점이다¹²⁾. 이러한 문제점을 개선하기 위하여 전산화단층촬영 시뮬레이션 프로그램을 개발하고 이 프로그램 이용하여 실습한 교육생을 대상으로 면접조사를 하여 시뮬레이션 프로그램이 얼마만큼의 교육효과가 있는지를 알아보고 각 장단점을 분석해 보았다. 면접조사의 세부 내용을 살펴보면 임상에서 똑같이 검사하고 있는 실제내용들을 포함하여 각 분야별 전문가로 구성된 교수와 임상경력 10년 이상인 방사선사로 편성하여 면접평가를 하였다. 첫째 면접 평가 내용은 검사 전의 설명과정은 환자의 호칭문제, 처방명과 검사부위가 일치하는지를 확인하는 문제, 환자 복장에 관한문제, 검사방법을 환자에게 설명하는 문제, 주위사항과 약물 부작용에 관하여 환자에게 잘 설명하는지를 평가 하였지만 평가 내용이 전산화단층촬영실에서 하는 일만 아니라 다른 일반 검사실에서도 평가내용과 거의 비슷한 내용들이 많아 교육전과 후에도 교육생들이 잘 이해를 하고 있었다. 둘째 Scout의 명칭, 중심

점, 시작점, 끝점의 대면조사에는 평가자가 원하는 내용을 폭넓게 이해를 하고 있는지를 평가하였지만, 면접조사는 설문조사와 달라 교육생들이 긴장한 나머지 제 능력을 평가 받지 못하지만, 시간이 지남에 따라 학교생활에서 배운 것을 토대로 하여 거의 많은 대답을 할 수가 있었다. 이런 긴장감을 제거하고 교육생들이 빨리 적응하기 위해서는 개발된 시뮬레이션 프로그램이 교육생에게 체계적으로 전달하기 위해서는 교재의 개발도 필요하다 할 수 있다. 또한 시뮬레이션을 잘 이해하는 문제를 영역별 하위 요소에 기초하여 교수들이 실제적으로 활용할 수 있는 교재나 자료로 이용될 수 있도록 적극 노력하여야 할 것이다. 셋째 환자의 검사과정 내용은 환자를 테이블에 정확히 정렬 할 수 있고, 검사방법과 주위사항을 환자에게 주의 깊게 설명하고, 프로토콜 입력, 검사 전 과정을 얼마나 잘 이해하고 있는지, 영상의 전시하는 방법 등을 잘 알고 있는지를 평가하였지만 거의 별 어려움이 없이 대답하였다. 이는 시뮬레이션 교육을 받는 교육생이 교육을 받지 않은 교육생보다 환자에게 친절하고 환자에게 설명하는 방법이 훨씬 좋아졌으며 장비에 관하여 이해하는 폭도 많아 면접조사 결과 시뮬레이션 교육이 교육생에게 많은 도움이 되었다고 할 수 있다. 넷째 장비의 용어적인 내용으로 관전압과 관전류, 슬라이스 두께, 테이블 이동거리, 피치, 알고리즘 등을 잘 이해하는가를 면접 평가하였지만, 용어적인 내용은 일반 검사와 다른 장비와의 관련내용이 없으므로 교육 전 후에도 이해하는 점은 좋아졌지만 다른 면접조사 내용보다 만족감을 얻지는 못 하였다. 다섯째 시뮬레이션 프로그램 교육 후 직접 자원한 환자를 테이블 위에 직접 올려놓고 환자가 없는 시간을 이용하여 면접평가를 하다 보니 평가자 한 명당 너무나 많은 시간이 소모되었다. 이러한 문제점으로는 교통사고 환자로 인하여 지연되는 경우 또는 응급실에 도착하여 전산화단층촬영 예약 후 검사 준비가 지연되는 경우, 의식불명의 환자가 장비 위에서 움직임으로서 검사가 지연되는 경우 등 여러 형태가 있었다. 여섯째 전산화단층촬영의 교습법이 이론보다는 시뮬레이션 프로그램의 통한 실기 위주의 교육이 이루어져야 한다. 면접조사의 결과에서 나타났듯이 이론 교육만 받는 교육생과 이론과 시뮬레이션 교육 병행하여 교육을 받는 교육생이 성적차이에서 확연히 드러나듯이 이론 위주의 학습보다 실기 위주의 학습이 선행되어야 할 것이다. 일곱째 개발된 프로그램은 계속적인 수정과 보완이 이루어져야 한다. 어떤 프로그램이든 한번에 이상적인 프로그램이 준비될 수는 없기 때문에 적용을 해보고 들어나는 문제는 계속적으로 수정, 보완할

필요가 있다. 이러한 점을 생각하여 교육생들에게 시뮬레이션 프로그램을 통해 촬영조건의 변경, 윈도우 폭, 윈도우 치 등, 검사방법과 환자에게 쉽게 접근하는 방법을 자주 반복 학습시킴으로써 이론과 실습을 통한 용어의 이해에 많은 도움을 주어 실제 임상근무에서 배우는 시간을 단축시키고 환자가 아닌 시뮬레이션 프로그램을 이용하여 실습함으로써 환자가 받는 피폭선량을 피폭에 영향을 받지 않으면서 임상연습을 할 수 있는 장점을 가지고 있다. 이러한 장점을 이용하여 교육생들이 면허를 획득하고 전산화단층촬영실에 근무하기 전 방사선사에게 시뮬레이션 프로그램을 적극 활용함으로써 임상에 많은 도움이 될 것으로 생각된다.

V. 결 론

시뮬레이션의 프로그램은 임상에 들어가지 전에 충분히 모의조작 후에 환자에게 검사함으로써 고가의 장비를 효율적으로 오래 사용할 수 있고, 검사자의 실수로 인한 환자가 받는 피폭선량을 경감할 수 있는 장점을 가지고 있다. 향후 전산화단층촬영 시뮬레이션 프로그램은 학생들과 방사선사에게 좋은 실습교육 자료로 활용될 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. 김영근, 김문찬, 임청환 : 전산화단층촬영 영상학, 청구문화사, 150-167, 1997
2. 김문찬, 이종호, 남윤철 : 최신 전산화단층촬영 영상기 술학. 청구문화사, 425-426, 2005
3. Heiken JP, Brink JA, Vannier MW : Spiral (Helical) 전산화단층촬영 Radiology, 647-656, 1993
4. 한동균 : 전산화단층촬영장치의 성능관리의 이해와 평가, 대한전산화단층기술학회지, 6(1), 20-33, 2004
5. Seong Ohk Kwon, Seun Ki Kim, Kang Hwan Kim, et, al, 전산화단층촬영검사로 인한 방사선 피폭이 혈액에 미치는 생물학적 변화에 관한연구, 대한 전산화단층기술학회지, 11, 125-130, 2009
6. Hong Lee, Moon Chan Kim, Sang Bo Shin, et al : 전산화단층촬영검사시 목적장기 이외 부위의 차폐를 통한 피폭선량감소 효과에 관한 연구, 대한전산화단층 기술학회지, 11, 131-137, 2009
7. Einstein AJ, Sanz J, Dellegrottaglie S, Milite M, Sirol M, Henzlova M, Rajagopalan S : Radiation dose and cancer risk estimates in 16-slice computed tomography coronary angiography. Mar-Apr, 15(2), 232-40, 2008
8. Einstein AJ, Henzlova MJ, Rajagopalan S : Estimating risk of cancer associated with radiation exposure from 64-slice computed tomography coronary angiography, Jul 18;298(3): 317-23, 2007
9. Kalra MK, Maher MM, Toth TL, et al : Strategies for 전산화단층촬영 Radiation dose optimization, Radiology, 230, 619-628, 2004
10. Mettler FA, Briggs JA, Carchman R, et, al, : Use of Use of Radiology, in US general short-term hospitals; Radiology, 189, 377-380, 1993
11. Bunge RE, Herman CL, Usage of diagnostic imaging procederus : a nationwide hospital study, Radiology 163, 569-573, 1987
12. 김기홍, 서동수, 김선기 : Analyze of the Single-slice CT & the Multi-slice CT, 대한전산화단층기술학회 지, 3(1), 91-94, 2001

• Abstract

A Study into the Effect of the CT Simulation Program on Clinical Education

Yong-Wan Kim · Jung-Sam Kim¹⁾ · Kyung-Rok Lee²⁾

Dept. of Diagnostic Radiology, Chonnam National University Hospital

¹⁾*Dept. of Radiological Technology, Mokpo Science College*

²⁾*Dept. of Computer Electric and information Nambu University*

The computed tomography(CT) simulation tool provides virtual experimental environment without using a high cost medical equipment. We made teaching materials for the CT simulation tools and educated the students and entry level of radio-technologists. We divided the experimental objects into two groups; students who took only theoretical classes (group 1) and students who took both theoretical and simulation classes (group 2). The results showed that the group 2 outperformed group 1 significantly, which indicates that the simulation program provides a good educational material for not only students but also radio-technologists.

Key Words : computed tomography, simulation program, education of simulation, serach of interview