

# Error Analysis of General X-ray Examination by Using Simulation Training

Youl-Hun Seoung

Department of Radiological Science, College of Health Medical Science, Cheongju University

Received: November 07, 2018. Revised: December 26, 2018. Accepted: December 31, 2018

## ABSTRACT

The purpose of this study was to present simulation training model for general X-ray examinations and to analyze the errors that occur during the simulation training. From 2012 to 2018, a total of 183 students (77 men and 106 women) participated. The simulated X-ray system used computed radiography (CR) system. The contents of simulation training were patient's care, X-ray examinations accuracy, images stability, etc. As a result, it were found that the patient's position setting error, the accuracy error of the X-ray beam central ray, the image receptor's size and setting error, the error of the grid use, the marking error, and the error of X-ray exposure technical factors. It is expected that improved practical general X-ray examinations training of radiographer will be needed, focusing on these errors, so that we could contribute to the health care of the people by providing precise examinations and high quality medical service.

Keywords: General X-ray examination, Simulation, Error analysis, Radiographer, Education

## I. INTRODUCTION

우리나라에서는 1963년 처음으로 방사선과가 2년제 과정으로 개설되었지만, 의료방사선기술과학의 발전으로 2018년 현재 전국 4년제 20개, 3년제 23개 학과와 대학원대학교 1개가 개설 운영되고 있으며 방사선학 석·박사과정이 개설되어 있다. 이처럼 의료방사선기술과학의 교육은 꾸준히 확대되고 있으며 성장하고 있다. 그중 일반 X선 검사는 1차 의료기관에서부터 3차 의료기관까지 공통적으로 갖추고 있는 필수 진단방사선학적 검사로서 매우 널리 사용되는 진단 검사법이다. 따라서 일반 X선 검사는 가장 전통적이면서 기본적 직무로서 검사의 질이 방사선사들의 개인적인 역량에 가장 큰 영향을 받는다.<sup>[1]</sup> 특히, 미국과 같은 경우에는 일반 X선 검사 교육은 의료방사선학에서 매우 기본이 되는 임상 교육과정으로 이론과 임상실습이 동시에 이루어져 실무능력을 키우고 있다. 그렇기 때문에

기본적으로 먼저 일반 X선 검사에 대한 면허를 취득한 General Radiographer가 된 이후에 MRI (magnetic resonance imaging) Radiological Technologist, CT (computed tomography) Radiological Technologist, Radiation Therapy Technologist, Nuclear Medicine Technologist 등이 될 수 있다.<sup>[2,3]</sup> 그러나 우리나라 현실에서 일반적으로 이론과 임상실습이 분리되어 실시하고 있으면서도 일반 X선 검사의 임상실습 시간은 매우 짧아 대학 교육 내에서의 실증적인 실무능력을 갖추는데 한계점이 있다. 이처럼 실습교육이 충분치 못하기 때문에 졸업 후 임상 적응의 어려움을 초래하며 임상실무수행 능력 저하로까지 이어져 의료사고가 발생하기도 한다.<sup>[4]</sup> 따라서 선행연구에서도 영상진단기술의 실습에 대한 중요성을 강조하고 있다.<sup>[5]</sup> 또한 최근에는 원자력안전위원회에서 대학의 X선 사용에 대한 엄격한 제한 때문에 새로운 형태의 교육과정이 필요하다. 그 결과 인체 대신 3D 프린팅 기술을 접목한 교육형태가 제시되었다.<sup>[6]</sup> 또한 웹 기반의 컴퓨터

교육보조 시스템을 이용하여 경추골절 환자의 일반 X선 검사 교육을 시도하기도 하였다.<sup>[7]</sup> 그 밖에도 임상 현장의 적응력을 높이고 환자 중심의 통합적 사고력 향상을 위한 개방형 임상실습 프로그램을 제안한 사례도 있다.<sup>[8]</sup> 그러나 이와 같은 시도들은 현장 중심의 교육이기 보다는 간접적인 관찰 또는 제안 수준의 한계점이 있다.

이러한 한계점을 간호학과에서는 간호학 실습 시뮬레이션을 도입하여 학습효과를 향상시키기 위한 노력을 하고 있다.<sup>[9]</sup> 시뮬레이션(simulation)이란 기계적 조작을 통해 발생 가능한 상황을 인위적으로 재현하여 현장에 적용할 수 있는 모의적인 교육 또는 훈련을 말한다.<sup>[10]</sup>

따라서 본 연구에서는 일반 X선 검사를 대상으로 시뮬레이션 실습 모델을 제시하고 실습 시 발생하는 오류를 분석하고자 하였다.

## II. MATERIALS AND METHODS

### 1. 시뮬레이션 설계

일반 X선 검사의 시뮬레이션은 X선 장비를 이용하여 실제 운용할 수 있는 시뮬레이션 범위 내에서 설계하였다. 이를 위해 Fig. 1과 같이 임상에서의 검사 과정을 SIPOC (supplier, input, process, output, customer)분석으로 범위를 결정하였다.<sup>[11]</sup>

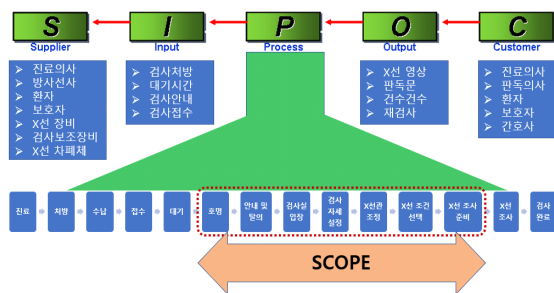


Fig. 1. Analysis of SIPOC for diagnosis X-ray examination.

일반 X선 검사의 시뮬레이션 범위는 환자 호명을 시작으로 검사설명과 탈의 안내, 환자자세 설정, X선관 조정, X선 조건 선택, X선 조사 준비까지로 정하였다. 실제 X선 조사는 침습적인 검사행위로 본 시뮬레이션 범위에서는 배제하였다. 일반 X선 검사

프로세스는 대학병원 임상 경력 10년 이상의 방사선사 3인이 브레인스토밍(Brainstorming)을 통해 임상에서 중요한 검사 인자들을 도출하였다. 도출된 인자들은 CDMA (combine delete modify add)기법을 이용하여 최종 핵심 안을 도출하였으며 그 결과 Fig. 2와 같이 총 4단계의 검사 프로세스로 정의하였다.

1 Step	Patient care
2 Step	X-ray Examination Accuracy
3 Step	Procedure Speediness
4 Step	Image Stability

Fig. 2. Diagnosis X-ray examination simulation training process.

### 2. 대상 및 방법

일반 X선 검사의 시뮬레이션 참가 교육대상자들은 4년제 대학 방사선학과 전공자들이며 이들은 일반 X선 검사에 대한 이론과 실습을 이수한 학생들이다. 2012년부터 2018년까지 총 15회 실시하였으며 총 183명 (남자 77명, 여자 106명)이 참가하였다. 시뮬레이션 X선 시스템은 천장타입의 X선 발생장치와 컴퓨터방사선영상(computed radiography, CR) 시스템을 이용하였다. 시뮬레이션에서 가상의 환자역할은 X선 검사에 대한 이해도가 전혀 없는 지원자를 선발하여 실시하였다. X선 검사는 Table 1과 같이 몸통검사, 두부검사, 사지검사, 척추검사, 보조도구 이용검사 등 총 5종류의 항목으로 나누었다. 그리고 각 항목들에는 임상에서 가장 많이 사용된다고 판단된 세부 일반 X선 검사들로 분류하여 검사의뢰서를 제작하였다. 시뮬레이션의 진행은 가상의 환자가 검사의뢰서를 임의대로 선택하여 교육대상자에게 전달하면 시뮬레이션 교육은 시작되며 약 30분간 일인 단독으로 실시하였다. 검사종료는 실제 X선 조사를 하지 않고 X선 준비(Ready) 스위치를 누르면 한 검사가 끝난 것으로 간주하고 다음 검사를 진행하였다.

### 3. 평가 및 분석

시뮬레이션 평가를 위한 판정표는 Table 2와 같이

대학병원 임상 경력 10년 이상의 방사선사 3인이 브레인스토밍과 CDMA 기법을 통해 도출된 총 4단계의 검사 프로세스 아래 세부 평가항목을 나누어 만들었다. 그러나 본 평가에서는 검사의 신속성은 임상에서 요구하는 항목으로서 임상 경력이 전문한 학생들에게는 적합하지 않아 제외하였다. 평가 방법은 일인의 교수가 진행되는 과정을 Fig. 3과 같이 설치된 외부 모니터를 통해 교육대상자들의 검사 행위를 관찰하였으며 각 항목에 위배될 경우 감점하는 형태로 실시하였다. 오류 분석은 유효 평가 건수를 도출한 후 환자 보호, X선 검사의 정확성, 영상의 안정성 등의 프로세스에 발생하는 오류 빈도수를 분석하였다. 그리고 각 프로세스 별 세부 평가 항목을 재분석하고 Pareto 분석으로 상위 20%에 속하는 주된 오류원인을 조사하였다.

Table 1. Simulation's X-ray examination kinds

Contents	Detail X-ray examination
Body X-ray	Chest: PA/AP, Lateral, Apicogram Abdomen: Erect/Supine Pelvic: AP, Lateral, Oblique, Frog-leg, Inlet-Outlet, Hip-translateral
Skull X-ray	AP, Lateral, Town's, Orbit, Sella turcica lateral, Nasal bone lateral, Zygomatic arch, Mandible (PA/Axiolateral), PNS (Water's, Caldwell), Mastoid (Law/Stenvers), Temporomandibular joint (Open/Close),
Extremity X-ray	Hand: AP, Lateral, Oblique, Thumb AP/Lateral Wrist: AP, Lateral, Oblique(Med/Lat), Deviation (Ulnar/Radius), Carpal tunnel Forearm/Humerus/Tibia/Femur: AP, Lateral, Oblique Elbow: AP, Lateral, Oblique, Capitellum Shoulder: AP, Lateral, Axial, West point, Scapula lateral, Hill-Sacks, Clavicle AP axial, Grashey, Stryker-notch, SOV Foot: AP, Lateral, Oblique, Sesamoid Ankle: AP, Lateral, Oblique, Mortise, Broden's Knee: AP, Lateral, Oblique, Rosenberg, Intercondylar fossa (Camp-coventry)
Spine X-ray	C-spine: AP, Lateral, Extension/Flection, Both oblique, Open mouth T-spine: AP, Lateral, Extension/Flection, Both oblique, C-T junction L-spine: AP, Lateral, Extension/Flection, Both oblique
X-ray by using accessory device	Knee stress (ACL/PCL/MCL/LCL), Shoulder stress (Pearson), Scanogram (Upper&Lower), Knee Merchant, Chest decubitus, Whole spine AP, Teleradiogram, Foot Weight-bearing

PA: posterioranterior, AP: anteriorposterior  
PNS: paranasal sinus, SOV: supraspinatus outlet view  
ACL: anterior cruciate ligament  
PCL: posterior cruciate ligament  
MCL: medial collateral ligament  
LCL: lateral collateral ligament



Fig. 3. Observation by monitor for simulation X-ray examination.

Table 2. Checklist of simulation's X-ray examination

Process	Checklist
Patient Care	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Check student's cleanliness of body and outfit</li> <li>2. Check patient's name</li> <li>3. Check pregnancy</li> <li>4. Check kindness for patient.</li> <li>5. Check explanation before examination</li> <li>6. Check guarantee of patient</li> <li>7. Check remove of accessory</li> <li>8. Check patient observation during X-ray exposure</li> <li>9. Check gonadal shielding</li> </ol>
X-ray Examination Accuracy	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Accuracy of patient's position</li> <li>2. Accuracy of identify marker</li> <li>3. Suitability of collimations size</li> <li>4. Accuracy of X-ray beam CR</li> <li>5. Accordance of IR's midline with CR</li> <li>6. Accuracy of CR angulation</li> <li>7. Accuracy of FID</li> <li>8. Check used grid</li> <li>9. Check proper used focal spot</li> <li>10. Suitability of X-ray exposure technical factors</li> <li>11. Check patient's hold breath</li> </ol>
Procedure Speediness	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Continuity of examination procedure</li> <li>2. Readiness</li> <li>3. Excellence in equipment operation</li> <li>4. Delay of examination</li> </ol>
Image Stability	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Proper location of marker</li> <li>2. Check used cone</li> <li>3. Proper IR's size and setting</li> <li>4. Check object put on IR's center</li> </ol>

CR: central ray, IR: image receptor, FID: focus image-receptor distance

### III. RESULTS

#### 1. 유효 시뮬레이션 건수

2012년부터 2018년까지 183명이 5가지의 X선 시뮬레이션 검사를 실시하여 총 905건이 평가 대상이었지만 준비 미흡으로 중도를 포기한 경우가 109건 (12%)이 있어 Fig. 4와 같이 실제 유효 시뮬레이션 평가건수는 796건(88%)이었다.

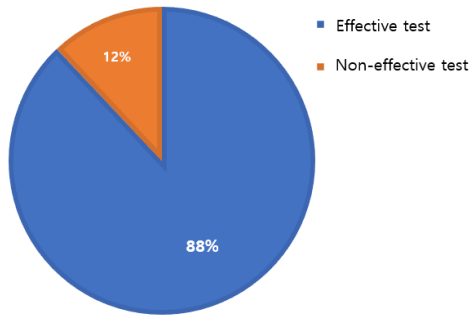


Fig. 4. Effective test rate for simulation X-ray examination.

### 2. X선 검사 프로세스 시뮬레이션 오류 빈도 분석

본 연구에서 제시한 일반 X선 검사의 총 4단계의 검사 프로세스 중 검사의 신속성을 제외한 나머지 단계에서 발생한 오류 빈도율은 Fig. 5와 같이 X선 검사의 정확성에서 79%로 가장 많았고 영상의 안정성에서 15%, 환자보호에서 6%의 오류 빈도가 발생하였다.

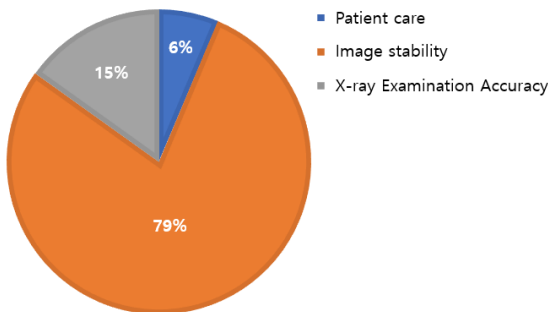


Fig. 5. Analyzed results of error frequency for simulation X-ray examination procedure.

### 3. 세부 X선 검사별 시뮬레이션 오류 빈도 분석

각 프로세스 별 세부 평가 항목에 대한 오류 빈도는 전체 시행한 건수와 상대적 비율로 분석하였다. 그 결과 Fig. 6과 같이 환자보호 단계에서는 검사 전 사전설명이 불량한 경우가 23.5%로 가장 많았다. 그 다음으로는 X선 조사 상황에서 환자를 관찰하지 않은 경우가 15.7%, 액세서리를 제거하지 않은 경우가 15.0%, 환자보호를 소홀히 한 경우가 14.4%, 환자 이름을 확인하지 않은 경우가 9.2%, 임신여부를

확인하지 않은 경우가 7.2%, 검사자 복장이 불량한 경우가 7.2%, 생식선 차폐를 소홀히 한 경우가 5.2%, 환자를 불편하게 한 경우가 2.6% 순으로 나타났다.

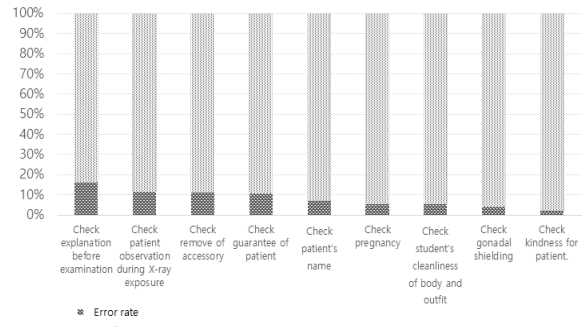


Fig. 6. Analyzed results of error frequency for patient care during simulation X-ray examination.

X선 검사의 정확성에 대한 오류 빈도는 Fig. 7과 같이 환자 자세 설정 오류가 19.0%로 가장 많았다. 그 다음으로는 X선의 중심선이 맞지 않는 경우가 15.2%, 그리드 사용의 오류가 12.7%, 좌·우 인식 도구(마킹)의 오류가 10.5%, X선 조사조건 설정 오류가 10.4%, 조사야 설정의 오류가 6.8%, X선 입사각도의 오류가 6.4%, X선 조사거리의 오류가 6.3%, X선 초점 선택의 오류가 5.5%, 영상검출판과 X선의 중심선이 불일치한 경우가 4.3%, 호흡조절의 오류가 2.9% 순으로 나타났다.

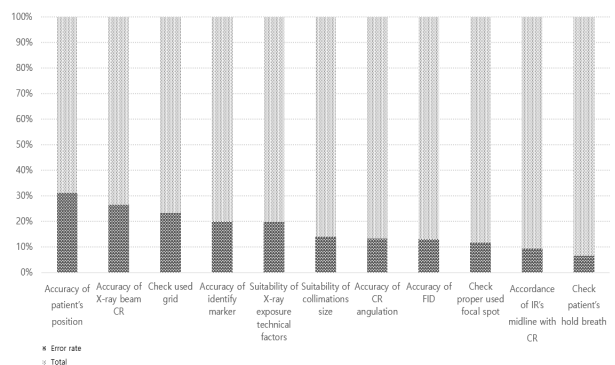


Fig. 7. Analyzed results of error frequency for accuracy during simulation X-ray examination.

X선 영상 안정성에 대한 오류 빈도는 Fig. 8과 같이 영상검출판의 크기 및 위치 설정 오류가 32.2%로 가장 많았다. 그 다음으로는 마킹 부착의 불량 9.8%, Cone을 불량하게 사용한 경우가

2.9%, 영상검출판 중심에 피사체를 불량하게 위치한 경우가 1.1% 순으로 조사되었다.

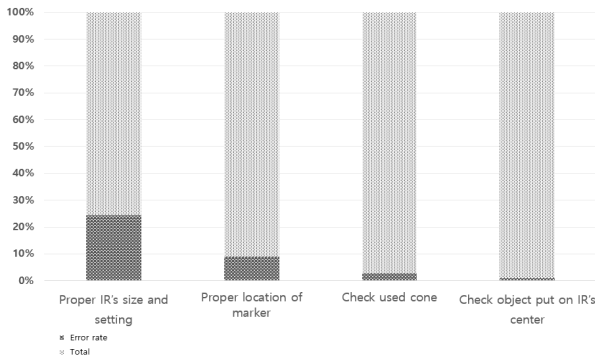


Fig. 8. Analyzed results of error frequency for image stability during simulation X-ray examination.

#### 4. X선 검사의 전체 오류 Pareto 분석

전체 시뮬레이션 일반 X선 검사에서 발생한 오류를 Pareto 분석을 한 결과, Fig. 9와 같이 상위 20% 이내에서 발생하는 주요 오류는 환자 자세 설정 오류가 14.9%로 조사되었다. 그 다음으로는 X선 중심선의 정확성 오류, 영상검출판의 크기 및 위치 설정 오류, 그리드 사용의 오류, 마킹의 오류, X선 조사조건 설정 오류, 조사야 설정의 오류, X선 입사각도의 오류, X선 조사거리의 오류가 약 80%로 누적되는 오류로 분석되었다.

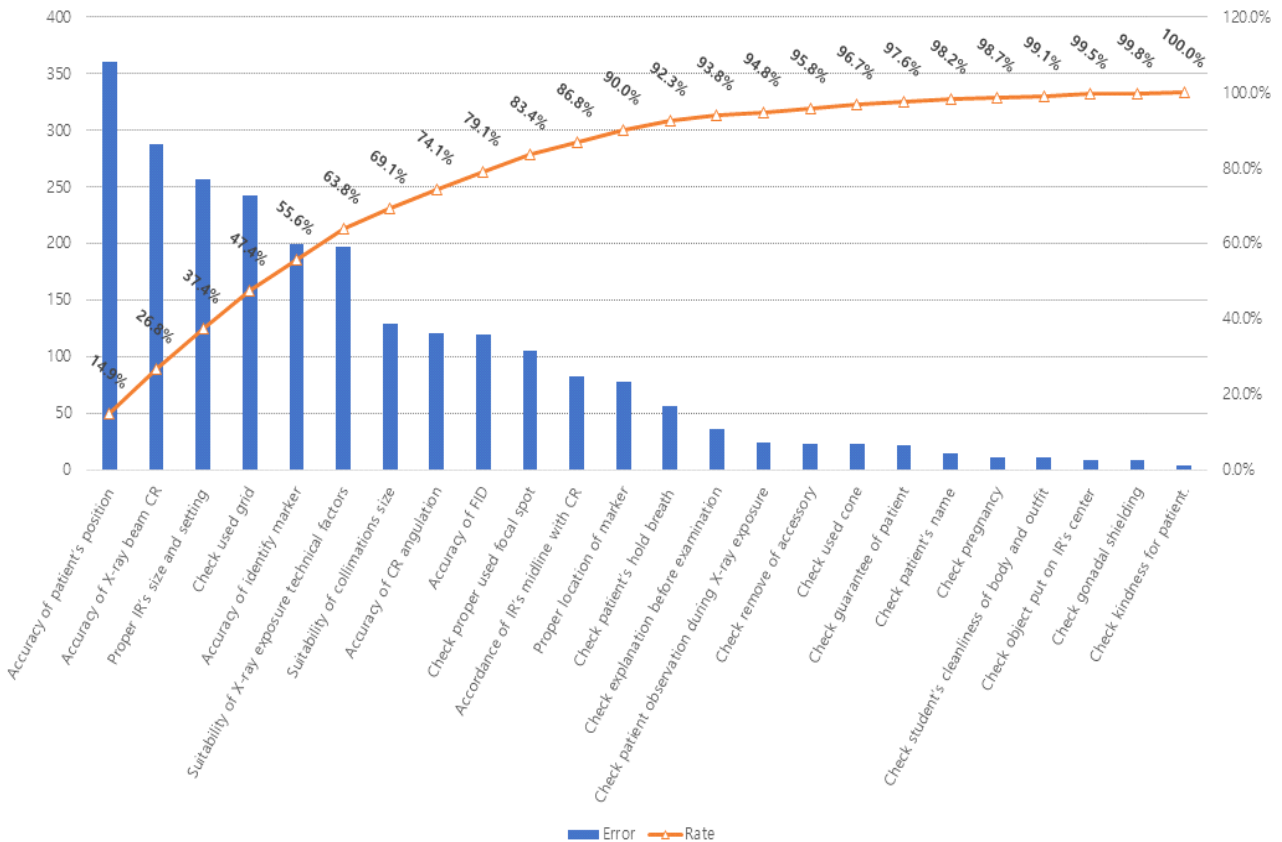


Fig. 9. Analyzed results of Pareto chart during simulation X-ray examination.

#### IV. DISCUSSIONS

본 연구에서는 예비방사선사들을 대상으로 일반 X선 검사 시뮬레이션 훈련과정에서 발생

할 수 있는 오류를 탐색하고 향후 정밀한 교육을 하는데 기초자료를 제공하고자 하였다.

X선 검사는 1895년 발견당시 뢰트겐의 아내의 손에 X선이 조사되면서 시작되었다. 그 후로 1차



세계대전과 2차 세계대전을 거치면서 비약적으로 검사법이 발전하였고 이제는 전 세계에서 거의 동일한 검사방법으로 실시하고 있다. 검사의 주체자도 방사선의 위험성과 이익성을 잘 알면서 전문적으로 관리할 수 있는 방사선사가 수행하고 있다. 이러한 일반 X선 검사는 영상의학의 뿌리가 되는 진단법으로 가장 널리 사용되고 있으며 가장 중요하다고 인식되는 방사선사의 직무 중 하나이다.<sup>[1]</sup> 특히, 최근에는 단순한 촬영의 범위를 넘어 영상관리, 장비관리, 환자관리, 선량관리, 감염관리 등을 총괄해야 하는 영상의학적 검사로 자리 잡고 있다.<sup>[12-14]</sup>

그러나 일반 X선 검사를 수행하기 위한 훈련은 주로 임상 현장에서 이루지는 한계점이 있다.<sup>[5]</sup> 설상가상으로 교육기관에서의 방사선사용에 대한 엄격한 제한으로 실습환경이 매우 위축이 되고 있다. 이러한 조건은 예비방사선사들의 일반 X선 검사 역량을 저하시키고 국민들의 집단선량을 증가시킬 수 있는 요인이 될 수 있다. 미국의 경우에는 학생 일지라도 전공자이라면 임상방사선사 지도하에 환자에 대한 X선 조사가 허용되기 때문에 대학을 졸업하면 바로 임상에서 직무를 수행할 수 있다. 그러나 우리나라에서는 이와 같은 환경이 조성되어 있지 않지 때문에 방사선학과를 졸업하고 방사선사면허를 취득하더라도 임상에서 재교육을 받아야 하는 실정이다. 특히, 1차 의료기관과 같이 일인의 방사선사가 근무할 경우에는 재교육의 기회를 얻기는 어렵다. 따라서 대학에서 실시하는 일반 X선 교육은 임상과 유사한 환경 내에서 실시하는 것이 중요하다.

본 연구에서는 이러한 문제점을 해결하고자 시뮬레이션을 일반 X선 교육에 접목하는 시도를 하였다. 그 결과 임상과 유사하게 진행된 시뮬레이션 교육에서 많은 학생들이 실증적으로 검사 행위에 대한 학습이 부족함을 알 수 있었다. 실시한 시뮬레이션 전체 건수 중 약 12%가 검사 자체를 시도하지 못하고 포기하였고 주된 검사 오류를 발생시키는 요인도 환자의 검사 자세 설정의 오류가 이를 설명하고 있다. 반면 환자보호 단계에서 직관적인 이해도가 높아 다른 검사 단계보다도 오류는 적었다. 그럼에도 불구하고 환자보호 단계를 분석해보면

검사 전 사전설명이 불량한 경우가 가장 많았는데 사례를 보면 사전설명 없이 검사를 진행하는 경우, 설명을 하더라도 어려운 용어 사용으로 환자가 이해하지 못하는 경우 등이 있었다. 그러나 방사선번호에 대한 오류는 적었는데 이는 방사선의 위험성과 관리성을 잘 인식하고 있음을 보여주고 있으며 선행 연구에서 조사된 대학생들의 방사선인식도 수준과 일치하는 결과이다.<sup>[15]</sup> X선 검사의 정확성 단계에서 다른 검사 단계보다도 많은 오류빈도를 보이는 것은 전체 오류에 대한 Pareto 분석과 같이 주된 오류 항목을 포함하고 있기 때문이다. 또 다른 원인으로는 실제 임상과 유사하게 이루어진 시뮬레이션 훈련에 대한 부적응적인 요인이 작용했다고 판단된다. 교과목 실습이 이론과 팀 활동으로 진행하다보니 단독으로 진행되는 시뮬레이션 평가에서는 많은 긴장감을 가지고 있었기 때문이다. 그러나 이러한 긴장감 유지는 초임 방사선사들이 임상 현장에서 느끼는 긴장감과 유사하다고 판단되며 이로 인하여 도출되는 오류사례도 비슷하다고 생각된다. 실제로 임상에서 가장 많이 발생하는 오류가 X선의 중심선이 맞지 않는 경우, 그리드 사용의 오류, 마킹의 오류 등으로 재검사가 이루어지기 때문이다. 특히, 많은 학생들은 마킹 위치에 대한 오류를 범하였다. 이러한 오류는 임상에서도 발생하여 일으켜 사회적 물의를 일으킨 사례도 있었다.<sup>[4]</sup> 일반 X선 검사에서 마킹의 오류는 바로 의료사고로 이어질 수 있음에도 불구하고 이에 대한 교육이 매우 부족함을 알 수 있었고 이에 대한 반복 훈련이 지속적으로 필요하다. 또한 본 시뮬레이션에서는 실제 X선 조사를 하지 않았음에도 불구하고 X선 조사조건을 평가하였는데 그 오류 사례를 살펴보면 5종류의 검사를 동일한 조사조건으로 실시하는 경우, 흉부 X선 검사인 경우 고관전압으로 설정하지 않은 경우, 그리드 변화에 불구하고 조사조건을 변경하지 않은 경우이었다. 이러한 X선 조사조건에 대한 설정능력의 미흡은 임상으로 이어질 가능성이 있기 때문에 이를 향상시킬 수 있는 다양한 교육 훈련이 요구된다. 마지막으로 영상의 안정성 평가는 방사선사들의 내부고객 즉, 영상의학전문의들에게 관독하기 좋은 방사선영상을 제공하기 위한 역량을 평가하기 위한 것이다. 그 결과 CR 영상검출판을 검사대상에 비하여 너무 크

거나 작은 것은 선택하여 사용하는 경우가 있었고 CR 영상검출판의 세로 및 가로 축의 설정이 피사체 종축과 일치되지 않는 경우가 있었다. 이는 FOV(field of view)가 커져서 해상력을 저하시키거나 FOV를 작게 하여 피사체의 정보를 손실시킬 수 있는 원인을 제공할 수 있다.<sup>[6]</sup> 또한 마킹 부착의 불량 오류는 마킹을 좌, 우측에 맞게 부착했어도 뒤집어 부착하는 경우, 회전되어 부착하는 경우 등으로 판독자에게 육안적인 불편함을 제공할 수 있는 오류로 분석되었다. 따라서 영상 전시(display)에 대한 세심한 교육과 훈련이 보장되어야 것이다.

본 연구의 한계점은 일인 교수의 교육과 평가라는 점, 실제 X선 조사가 이루어지지 않아 임상 영상의 평가가 이루어지지 못한 점과 이로 인한 구체적인 X선 조사조건 설정에 대한 평가의 부재 그리고 CR 환경으로 제한된 점이다. 그러나 본 연구는 국내에서 처음으로 시도된 일반 X선 검사 시물레이션 실습 모델이라는 점에서 의미가 있다. 특히, 7년간 진행된 시물레이션 교육에서 누적된 오류의 결과는 일반 X선 검사에 처음 입문하는 초임 방사선사들이 일으킬 수 있는 오류를 가늠할 수 있도록 제시한 실증적인 분석 결과이다. 이러한 결과는 대학에서 일반 X선 검사 교육을 심도 있게 가르치는데 기초자료로 활용될 수 있으리라 기대한다. 뿐만 아니라 향후 본 연구에서 제시한 시물레이션 모델과 평가 항목들은 신규 방사선사 채용 시 실무면접을 주관하는 기관과 대상자들에게 도움이 될 수 있으리라 판단한다. 향후에는 이러한 오류를 감소시킬 수 있는 방안에 대한 추가 연구와 실습 교육의 개선이 필요하다.

## V. CONCLUSIONS

본 연구에서는 일반 X선 검사를 대상으로 시물레이션 실습 모델을 4단계의 항목으로 나누어 제시하였고 각 항목별로 세부 X선 검사를 실시한 결과 환자 자세 설정 오류, X선 중심선의 정확성 오류, 영상검출판의 크기 및 위치 설정 오류, 그리드 사용의 오류, 마킹의 오류, X선 조사조건 설정 오류, 조사야 설정의 오류, X선 입사각도의 오류, X선 조사거리의 오류 순으로 분석되었다.

## References

- [1] J. H. Kim, S. S. Jin, S. S. Kang, D. H. Kim, C. S. Kim, "Analysis of the Importance of Subjects to Improve the Educational Curriculum in the Radiological Science - Focused on Radiological Technologists," *Journal of radiological science and technology*, Vol. 35, No. 2, pp. 125-132, 2012.
- [2] <http://www.arrt.org>
- [3] <http://www.jrcert.org>
- [4] <http://www.hankookilbo.com/News/Read/201407011649856385>
- [5] S. M. Kwon, K. A. Kim, C. H. Park, "Evaluation of Job Performance of Radiology Students by using Field - based Radiography Course," *Journal of the Korea Society of Radiology*, Vol. 10, No. 7, pp. 551-557, 2016.
- [6] W. J. Choi, D. H. Kim, "Making Human Phantom for X-ray Practice with 3D Printing," *Journal of the Korea Society of Radiology*, Vol. 11, No. 5, pp. 370-377, 2017
- [7] B. R. Park, "Web Information of General Radiography an Cervical Vertebrae Fracture in Patients," *Journal of radiological science and technology*, Vol. 28, No. 2, pp. 123-128, 2005.
- [8] S. C. Kim, "Development of Open Clinical Training Program to Improve Radiology-Major Students' Clinical Competency," *Journal of radiological science and technology*, Vol. 33, No. 3, pp. 193-201, 2010.
- [9] K. C. Lim, "Directions of Simulation-Based Learning in Nursing Practice Education: A Systematic Review," *The Journal of Korean Academic Society of Nursing Education*, Vol. 17, No. 2, pp. 246-256, 2011.
- [10] J. B. Cooper, V. R. Taqueti, "A brief history of the development of mannequin simulators for clinical education and training," *Quality & Safety in Health Care*, Vol. 137, No. 1, pp. 11-18, 2004.
- [11] Y. H. Seoung, "A Case Study on the Six Sigma Application to Reduce Waiting Day for Computed Tomography in the Radiology Department," *Journal of the Korea safety management & science*, Vol. 12 No. 2, pp. 225-230, 2010.
- [12] B. S. Kang, K. M. Lee, W. Y. Shim, S. C. Park,

- H. D. Choi, Y. K. Cho, "Analyze for the Quality Control of General X-ray Systems in Capital region," *Journal of the Korean Society of Radiological Technology*, Vol. 35, No. 2, pp. 93-102, 2012.
- [13] D. H. Hong, H. G. Kim, "Analysis of Bacterial Contamination on Surface of General Radiography Equipment and CT Equipment in Emergency Room of Radiology," *Journal of the Korean Society of Radiological Technology*, Vol. 39, No. 3, pp. 421-427, 2016.
- [14] S. L. Hwang, H. R. Jung, C. H. Lim, "A Study on Radiation Dose for General Radiography Examination at First Medical Institution," *Journal of the Korea Society of Radiology*, Vol. 5, No. 5, pp. 245-253, 2011.
- [15] Y. H. Seung, S. S. Kim, "Structural Relationship for Recognition of Radiation Risks on Management and Benefits of the University Students," *Journal of Digital Convergence*, Vol. 12, No. 2, pp. 431-437, 2014.
- [16] Y. H. Seung, "Comparison of Hounsfield Units by Changing in Size of Physical Area and Setting Size of Region of Interest by Using the CT Phantom Made with a 3D Printer," *Journal of the Korean Society of Radiological Technology*, Vol. 38, No. 4, pp. 421-427, 2015.



## 시뮬레이션 교육을 통한 일반 X선 검사의 오류 분석

성열훈

청주대학교 보건의료과학대학 방사선학과

### 요 약

본 연구에서는 일반 X선 검사를 대상으로 시뮬레이션 교육 모델을 제시하고 실습 시 발생하는 오류를 분석하고자 하였다. 2012년부터 2018년까지 총 183명 (남자 77명, 여자 106명)의 학생이 참가하였다. 시뮬레이션 X선 시스템은 컴퓨터방사선영상(computed radiography, CR) 시스템을 이용하였다. 환자 보호, X선 검사의 정확성, 영상의 안정성 등의 검사 프로세스에 발생하는 오류 빈도수를 분석하였다. 그 결과 환자 자세 설정 오류, X선 중심선의 정확성 오류, 영상검출판의 크기 및 위치 설정 오류, 그리드 사용의 오류, 마킹의 오류, X선 조사조건 설정 오류, 조사야 설정의 오류, X선 입사각도의 오류, X선 조사거리의 오류 순으로 분석되었다. 이러한 오류를 중심으로 개선된 방사선사 실습 교육이 필요할 것이며 그로 인하여 정밀한 검사와 고품질의 의료서비스를 제공하여 국민들의 보건의료에 조금이나마 기여할 수 있기를 기대한다.

중심단어: 일반 X선 검사, 시뮬레이션, 오류 분석, 방사선사, 교육,

### 연구자 정보 이력

	성명	소속	직위
(단독저자)	성열훈	청주대학교 보건의료과학대학 방사선학과	교수