

응급구조사 교육 분야에서 의료 시뮬레이션의 활용 방안 모색 An Exploration on the Use of Medical Simulation in Emergency Medical Technician Education

김 지 희

Jee-Hee Kim

강원대학교 응급구조학과
(2007. 7. 30. 접수/2007. 9. 18. 채택)

요 약

교육, 훈련, 연구에 사용된 의료 시뮬레이션 교육으로서 마네킹 시뮬레이터(mannequin simulator)의 개발은 오랜 시간에 걸쳐 이루어지고 있으며, 심폐소생술, 심장 수술, 마취 임상 수기, 위기관리(crisis management)에 대한 효율성 평가로 이어졌다. 최근 한국의 여러 의과대학에서 시뮬레이션 교육을 도입하여 임상 수기 교육을 하고 있으며, 시뮬레이션 센터를 설립하고 있다. 선진국의 응급의학분야에서 응급구조사의 역할이 매우 중요하게 대두되고 있으며, 한국에서 응급구조사의 효율적인 교육과 역할 수행을 위해 마네킹 시뮬레이터를 이용한 교육이 매우 중요하다. 본 연구는 이러한 의학 분야 시뮬레이션이 의과대학 교육뿐 아니라 구조구급 분야에 종사하는 소방공무원, 간호사, 응급구조사 양성 교육 등 의료의 여러 영역에서 다양하게 이용되는 의료시뮬레이션 진화와 교육에 대해 소개하고자 한다.

ABSTRACT

Simulators were introduced in education as a tool to make advanced training standardized, less expensive, and without danger to those involved. In 1922 in the United States, Edward Link presented his homemade flight simulator, which became common place in both military and civilian aviation, known as the "Link Trainer". The development of mannequin simulators used for medical simulation education, training, and research is reviewed, tracing the motivations, evolution to commercial availability, and efforts toward assessment of efficacy of those for teaching cardiopulmonary resuscitation(CPR) for medical personnel and emergency medical technicians(EMT), cardiology skills, anaesthesia clinical skills, and crisis management. This study will provide a brief overview of simulators and trainers in several domains.

Keywords : Medical simulation, Emergency medical technician(EMT)

1. 서 론

최근 우리나라에서 의료 시뮬레이션(Medical simulation)을 이용한 의학 관련 교육들이 서울대 의대, 부산대 의대, 가톨릭대 의대, 연세대 의대 등에서 지속적으로 이루어지고 있다.^{1,2)} 미국에서는 2000년 전후로 연구 수준에서 벗어나 각 의과대학에서 의료 시뮬레이션 교육센터를 개설하여 적절한 교육이 이루어지기 힘든 분야인 응급의학에서 많이 활용하고 있다. 특히 응급구

구조의 경우 교육 기간 중 응급상황을 접하는 경우가 드물고, 실제로 응급환자가 발생하더라도 환자의 생명을 구조하다 보면 학생들의 실습 교육은 후순위로 밀려나게 된다. 의학교육 또는 응급구조 교육을 모두 마친 전문의 또는 응급구조사들은 불시에 발생하는 응급상황에 적절히 대처할 수 있도록 하기 위하여 주기적인 재교육이 필요하며, 이런 재교육에 가장 적합한 교육모델이 바로 의료 시뮬레이션(medical simulation)이다.

의료시뮬레이션(medical simulation) 교육이란 임상 사례를 바탕으로 한 가상시나리오를 작성하여 실제 인

체의 각 기능을 취할 수 있는 고성능 인형 작동으로 사례를 재현시키게 된다. 이를 통해서 피교육자에게 의료수행을 하게 한 후 즉각적인 피드백과 평가를 통하여 사례에 대한 교육훈련을 실시하는 형태의 교육이다.³⁾

교육, 훈련, 연구에 사용된 의료 시뮬레이션 교육으로서 마네킹 시뮬레이터(mannequin simulator)의 개발은 오랜 시간에 걸쳐 이루어져 왔으며, 심폐소생술, 심장수술, 마취 임상수기, 위기관리(crisis management)에 대한 효율성 평가로 이어졌다.⁴⁾ 최근 한국의 여러 의과대학에서 시뮬레이션 교육을 도입하여 임상수기 교육을 하고 있으며, 시뮬레이션 센터를 설립하고 있다. 선진국의 응급의학분야에서 응급구조사의 역할이 매우 중요하게 대두되고 있으며, 한국에서 응급구조사의 효율적인 교육과 역할 수행을 위해 마네킹 시뮬레이터를 이용한 교육이 매우 중요하다. 전세계적으로 보건의료분야에 적용되는 시뮬레이션 교육을 전문으로 하는 센터들이 해마다 증가하고 있다. 우리나라에서도 Objective structured clinical examination(OSCE, 객관구조화진료시험) 시행 이후 여러 의과대학에서 임상수기 교육을 할 수 있는 임상실습실 설계 과정과 의학전문대학원 준비 단계에서 시뮬레이션 교육을 함께 할 수 있는 공간으로 시뮬레이션 센터를 준비하고 있다.^{5,6)} 시뮬레이션 교육은 교실에서 강의로 배운 이론을 임상수행능력으로 발휘시키는데 탁월한 효과가 있어서⁷⁾ ① Objective structured clinical examination(OSCE), ② Evidence based learning(EBL, 근거바탕학습), ③ Standardized patient(SP, 표준환자), ④ Problem based learning(PBL, 문제바탕학습), ⑤ Clinical performance examination(CPX, 임상수행시험) 등과 함께 의학교육에서 사용되는 새로운 교육방법의 패러다임으로 자리잡아가는 추세이다.⁸⁾

2. 의료 시뮬레이션의 진화와 응급구조사 양성교육

2.1 의료시뮬레이션의 진화

김지희⁹⁾ 등은 의료시뮬레이션의 역사적 진화를 정리하여 보고한 바 있다. 김 등의 문헌 고찰에 의하면, 근대사에서 시뮬레이션의 효시는 1922년 비행조종사 훈련 시뮬레이션에서 사용되었던 Edward Link가 자체 개발한 항공 시뮬레이터(flight simulator)⁴⁾이다. Link 시뮬레이터는 비교적 저렴한 가격으로 별다른 위험요소 없이 공군 조종사들을 배출하는 유용한 방법이었다.

1960년대에 미국 피츠버그대학 마취과 의사 Peter Safar는 의료교육현장에서 혁신적인 연구를 통해 의료 시뮬레이션에 관심을 가졌다. 사고와 심정지로 인한 사망을 막기 위해 호흡이 없는 희생자를 소생한 결과는 그다지 좋지 않았다.⁴⁾ James Elam과 논의 끝에, Peter Safar는 기관내 삽관튜브(endotracheal tube, ETT)로 공기를 불어넣어 정상 동맥혈 가스를 충분히 공급할 수 있다는 것을 인공호흡법으로 확인할 수 있었다. Peter Safar와 노르웨이의 Laerdal은 의료시뮬레이션에 막대한 영향을 끼친 사람이다. 1958년 Safar와 Elam은 Journal of American Medical Association(JAMA)에서 입대 인공호흡으로 높은 산소농도와 이산화탄소가 배출됨을 증명하였다. Safar는 그의 결과를 노르웨이에서 개최된 마취과학/심폐소생학회에 발표하였다. 1961년 이 학회에 참석했던 Bjorn Lind와 노르웨이의 마취과의사들은 플라스틱 장난감 제조업자로 성공한 노르웨이 기업가 Asmund Laerdal에게 심폐소생훈련기구에 대한 아이디어를 제공하였다. Laerdal은 곧바로 입대 인공호흡을 위한 실물 마네킹을 고안하였다. 전 세계 심폐소생술 훈련에 사용되어 약 2억 명 이상의 인구를 훈련시켰다고 알려진 Resusci-Anne(Laerdal Medical, 노르웨이)¹⁰⁾은 1960년에 탄생하여 2007년 47번째 생일을 맞게 되었는데 입대 인공호흡과 흉부압박, 맥박 촉진 등의 간단한 심폐 기능만을 가지고 있었던 초기 단계 마네킹이었다. 1990년대 이후 컴퓨터 산업 발달과 함께 마네킹들도 진화해 갔는데 중요 기능으로 심음과 폐음을 들을 수 있으며 대화가 가능하고 경동맥, 요골동맥 등에서 맥박 촉진 및 혈압 측정이 가능하다. 상기도뿐만 아니라 하기도의 기관지 구조를 가지고 있어 응급상황에서 기관지경을 이용한 튜브삽관이 가능하며 공기가 습증(기흉, pneumothorax) 상태를 조작할 수도 있다. 심전도, 산소포화도, 호기말 이산화탄소 등의 모니터가 가능하여 환자 상태를 평가할 수도 있고 체외체세동이 가능하며 위장관 튜브나 Foley 카테터 등을 삽입할 수도 있다.

Table 1은 시뮬레이션 마네킹의 진화를 보여주고 있다.

2.2 컴퓨터 연결 부분 마네킹을 이용한 시뮬레이터 (Procedural simulator)

Procedural simulation¹⁰⁾이란 컴퓨터에 기초한 부분마네킹을 이용하여 외과적 수술을 시행하는 시뮬레이션이다. 1987년 Gillies와 Williams가 섬유내시경 훈련(fibre-endoscopic training)을 보고하였고, Baillie 등은 1988년에 basic Endoscopic retrograde Cholangiopancreato-

Table 1. The evolution history of modern era of mannequin simulators¹⁰⁾

Simulation mannequin	Year	Creator	Domains
Resusci [®] -Anne	1960	Asmund Laerdal (Norway)	Mouth-to-mouth ventilation mannequin
Sim One	1967	Creator : Stephen Abrahamson, Judson Denson Manufacturer : Sierra Engineering, Aerojet General Corporation (U.S.A.)	Remarkably lifelike mannequin. Controlled by a hybrid digital and analogue computer. The chest was moved with breathing, the eyes blinked, the pupils dilated and constricted, and the jaw opened and closed. Only one was constructed.
Harvey cardiology mannequin = Cardiology Patient Simulator	1968	Michael Gordon (U.S.A.)	Harvey is a full sized mannequin that simulates 27 cardiac conditions. It is the earliest example of the modern concept of a part-task trainer for medical skill training.
Human Patient Simulator [™] (HPS)	1986	Sarasota, Florida (U.S.A.)	Developed in 1986, Licensed in 1994, Brain model development in 1996
CASE 1.2 (Comprehensive Anesthesia Simulation Environment 1.2)	1987	Stanford Medical School, Veterans' Affairs Palo Alto Health Care System (U.S.A.)	The first anesthetic mannequin simulator
GasMan [®] (program for absorption and distribution of anesthetic) SLEEPER → BODY [™]	1989	Philip (U.S.A.) Smith (U.S.A.)	Mathematical model of physiology and pharmacology in anesthesia, Screen based simulator
Sophus Anaesthesia Simulator ¹¹⁾	1991	Herlev Hospital (Denmark), Roskilde University, Riso National Institute	Educational simulator for research and anesthesia
CASE 2.0 system	1992	Boston Anesthesia Simulation Center (U.S.A.)	Physiological model of cardiovascular system
Gainesville Anesthesia Simulator (GAS)	1994	Gainesville, Florida University (U.S.A.)	Licensed by Loral Data System Inc.
Leiden Anesthesia Simulator	1994	Chopra (The Netherlands)	Simulation for the noninvasive arterial partial pressure and pulse oximetry
Medical Education Technologies Inc. (METI)	1996	Sarasota, Florida (U.S.A.)	Corporated into Human Patient Simulator [™] (HPS)
SimMan [®]	2000	Laerdal Medical Stavanger (Norway)	Substantially cheaper than other available higher fidelity mannequin simulators, thus altering the market. It made the Patient Simulator popular.

(JB Cooper & VR Taqueti, 2004)

graphy(ERCP) technique를 보여주는 컴퓨터 시뮬레이션을 보고하였다. 이러한 시뮬레이터의 종류는 Table 2와 같다.

2.3 응급구조사 현황 및 응급구조사 양성 교육기관

우리나라에서 응급구조사는 1996년부터 배출되기 시

작하여 2007년 3월 기준으로 1급 응급구조사(EMT-level 1) 6,617명, 2급 응급구조사(EMT-level 2) 5,865명이 등록되어 있으며, 지역별 분포 및 영역별 분포는 Table 3과 같다.¹²⁾

1급과 2급 응급구조사의 영역별 분포 현황은 Table 3과 같다.¹²⁾.

Table 2. Listing of types of simulators by earliest identified date of reference⁽¹⁰⁾

Simulators	Date of first publication
Fibre-endoscopy	1987
ERCP	1988
Colonoscopy	1990
Endoscopic trainer	1993
Laparoscopic surgical simulator	1994
Hysteroscopy	1994
Hollow organ closure	1994
Total hip replacement	1995
Ophthalmic simulator of laser photocoagulation	1995
Ophthalmic surgery simulator	1995
Intravenous catheter insertion	1996
Otolaryngology	1996
Laparoscopic surgery	1997
AAA endovascular repair	1998
Virtual simulator for inferior vena cava filter placement	1998
Sigmoidoscopy	1998
Shoulder arthroscopy	1999
Surgical suturing	1999
Breast biopsy simulation	1999
Transurethral prostatic resection	1999
PC based interventional cardiology simulator	2000
Bronchoscopy	2001
Upper gastrointestinal endoscopy	2003
Virtual Intra-Venous simulator	2004
Endoscopy/Bronchoscopy simulator	2005
Endovascular simulator	2005
AAA, abdominal aortic aneurysm ERCP, Endoscopic retrograde Cholangiopancreatography	

(JB Cooper & VR Taqueti, 2004)

2007년 3월 현재 응급구조과 개설 대학은 총 26개이며, 5개의 2급 응급구조사 양성기관이 있다(Table 5, Table 6)⁽¹³⁾.

2.4 제주한라대학의 시뮬레이션 교육사례^(14,15)

제주한라대학에서 시뮬레이션(Simulation)과 문제바탕학습(Problem-based learning, PBL)을 접목한 교육모

Table 3. Regional distribution of Paramedic⁽¹²⁾

Grade Area	Paramedic Intermediate (P-I)	Paramedic Basic (P-B)	Total	%
Seoul	1,151	1,150	2,301	18.5
Gyeonggi	1,306	996	2,302	18.4
Incheon	413	205	618	4.9
Daejeon	221	145	366	2.9
Gangwon	113	502	615	4.9
Gwangju	402	184	586	4.6
Jeonnam	304	160	464	3.7
Jeonbuk	169	205	374	2.9
Chungnam	331	195	526	4.2
Chungbuk	303	170	473	3.7
Gyeongnam	462	356	818	6.5
Busan	155	251	406	3.2
Daegu	124	403	527	4.2
Gyeongbuk	403	352	755	6.0
Jeju	360	53	413	3.3
Unknown	400	538	938	7.5
Total	6,617	5,865	12,482	100

(Korean Emergency Medical Technician Association, As of March, 2007)

Table 4. workplace distribution of Paramedic⁽¹²⁾

구분	P-I	P-B	Total	%
National Emergency Management Agency(NEMA)	1,326	3,683	5,009	43.6
Hospital	2,175	429	2,604	22.7
119 Transport agency	130	101	231	2.0
Emergency medical center	43	8	51	0.4
Army	221	381	602	5.2
Educational institutions	137	9	146	1.3
Industrial company	1,044	405	1,449	12.6
the unemployed	994	390	1,384	12.1
Total	6,070	5,406	11,476	100

(Korean Emergency Medical Technician Association, As of March, 2007)

텔인 S-PBL(Simulation-Problem-based learning)을 개발하여 간호 및 보건계열 교육에 적용하고 있다. 이영아는 2005년 응급구조과에서 기본인명소생술(Basic life support, BLS) S-PBL Package 학습개념을 도입하여

Table 5. Training sites of Paramedic Intermediate(As of March, 2007)¹³⁾

College	Year	Number	College	Year	Number
Gacheon	4	64	Gwangyang	3	40
Gwangju Health	3	64	Daewon	3	40
Daejeon Health	3	64	Dongnam Health	3	64
Donga	3	30	Dongju	3	30
Masan Health	3	64	Seokang	3	32
Eulji	4	64	Sunlin	3	64
Jeonju Kijeon	3	40	Suncheon Cheongam	3	30
Chungju	4	32	Cheju Halla	3	64
Kongju	4	40	Choonhae	3	30
Howon	4	40	Kangwon	4	30
Baekseok	4	30	Pohang	3	30
Dongkang	3	30	Juseong	3	30
Seongdeok	3	30	Daejeon	4	30

(National Emergency Medical Center, EMS, 2007)

Table 6. Training sites of Paramedic Basic¹³⁾

Institute	Number
National Fire Service Academy	150
Seoul Fire Academy	100
Gyeonggi Fire Academy	150
The Armed Forces Health Service School	80
Yeungjin College	150

(The Korean Society of Emergency Medicine, As of 2006)

Table 7과 같은 교육을 실시하였다.^{14,15)}

이영아¹⁴⁾는 S-PBL Package 개발을 다음과 같이 요약하였다.

- (1) 교과과정 및 학습개념 · 학습목표 제시
- (a) 기본인명소생술, 응급의학총론, 응급구조 및 이송 교과내용의 개념

- (b) 상황 및 전체 줄거리 : 119 구급대원 출동사례 시나리오

- (c) 학습목표 제시

- (2) 운영 시간표 및 참고문헌 제시

- (3) 문제해결접근방법 제시 : 임상 추론 절차 제공

- (4) 패키지 운영지침서 작성

- (5) 강의 · 시뮬레이션 계획 : 학생 · 교수 역할, 팀별 학습활동

- (6) 평가계획 및 평가도구 : 출석(30%), 이론 평가(30%), 실기평가(20%), 과제물(10%), 그룹 활동(10%), 학생 자가 평가표 개발

이영아¹⁴⁾가 보고한 S-PBL 패키지 교육에서 학습정도에 대한 학생 자가 평가 분석 결과, S-PBL 교육이 매우 필요하며, 튜터기술과 시뮬레이션, PBL의 장점을 부각시킬 때 교육효과가 극대화될 것으로 전망하였다. 제주한라대학의 S-PBL 패키지의 교육효과가 학생들

Table 7. Basic life support(BLS) S-PBL Package in Cheju Halla College

Credit/ Hour	Main concept	Clinical laboratory /Simulation	Video contents	Training Period
2 credits/ 3 Hours	<ul style="list-style-type: none"> · Prehospital care · Cardiac arrest care · Cardiology emergency disease · Basic life support (BLS) 	<ul style="list-style-type: none"> · Cardiopulmonary resuscitation (CPR) · Airway management · Defibrillator · Emergency care and transport 	<ul style="list-style-type: none"> · Emergency care management · CPR · Airway management · Automated external defibrillator(AED) 	15 weeks

(Young-A Lee, The Korean Society of Emergency Medical Technology, 2005)

의 학습수행능력을 향상시켰다는 연구결과를 토대로 하여 각 보건계열 학과에서 학교 실정에 맞는 시뮬레이션 시나리오를 개발하는 것이 매우 필요할 것으로 사료된다.

3. 고 찰

3.1 응급구조과 교육을 위한 의료시뮬레이션 교육의 구성

의료 시뮬레이션 교육을 위해서는 진행자(facilitator), 공간과 장비(facilities), 경비(fund), 시나리오의 개발, 재토의(디브리핑, debriefing)가 필요하다.^{16,17)}

3.1.1 의료시뮬레이션 진행자(facilitator)

좋은 학습을 얻기 위해서는 시뮬레이션 진행자의 역할이 가장 중요하다. 진행자는 시뮬레이션 환경을 조성하고 피교육자들이 적용할 수 있도록 학습 분위기를 만들어야 한다. 따라서 교육자의 수준에 맞추어 융통성 있게 과정을 이끌어가야 한다.

3.1.2 교육공간과 장비(facilities)

시뮬레이션 마네킹을 놓을 공간과 시나리오에 맞는 배경을 설치할 수 있어야 하며, 재토의(debriefing)를 위해 카메라로 녹화할 수 있고 마이크 시설을 갖추어 의사소통에 어려움이 없어야 한다. 재토의(debriefing)를 위해 공간, 마네킹, 부품, 의료 소모품을 넣을 충분한 공간이 있어야 한다. 시뮬레이션 마네킹이 상주하는 병원 1인실과 같은 공간이 있어야 효과적인 교육이 가능하다. 아울러 컴퓨터와 연결되어 시뮬레이션 전후에 피교육자들이 연습한 결과를 미리 조회할 수 있는 기능을 통해 준비 상태를 파악할 수 있도록 한다.

3.1.3 경비(fund)

METI, SimMan과 같은 전신용 마네킹, 술기 훈련이 가능한 팔, 목, 다리 등 부분 마네킹 등 다양한 종류의 마네킹을 구비할 수 있다면 매우 효과적인 교육이 될 것이다.

3.1.4 의료시뮬레이션 시나리오 개발

의료 시뮬레이션 교육에서 피교육자들의 지식(knowledge), 술기(skills), 태도(attitudes)를 고려해야 한다. 교육 전에 마네킹이나 다른 컴퓨터를 보여주거나 준비된 비디오를 통해 이해하도록 할 수 있다. 시뮬레이션은 교육의 수단이므로 교육목표를 먼저 설정하고 그에 따른 방법을 선택해 나가면 된다.

시뮬레이션 교육을 효과적으로 하려면,¹⁷⁾ 학습자들로 하여금 미리 정보 습득을 할 수 있도록 교과서나 간행물(연구논문, 각종 보고서, 가이드라인), 전문 표준양식들을 사전에 나누어 줄 수도 있고, 담당 전문가를 초빙하여 재토의(debriefing) 단계에서 함께 하도록 준비한다.

시뮬레이션 교육을 처음 담당하는 사람들이 항상 거치는 과정이 기존의 시나리오를 찾게 되는 일이다. 기존의 시나리오는 컴퓨터에 입력된 내용이므로 초보 교육자로서 시뮬레이션을 지휘하게 되면 반드시 시뮬레이션을 직접 실행해 보고난 후 교육할 내용을 검토해야 한다.

시뮬레이션으로 만들 수 있는 프로그램의 예를 들면, 다음과 같다.¹⁸⁻²⁴⁾

- ① 술기(skills) : 정맥혈관 확보, 도뇨관 삽입, 근육주사, 정맥주사, 혈압측정, 흉관 삽입
- ② 응급질환들 : 약물 투여 후 부작용, 천식, 심근 경색
- ③ 기초 및 전문 마취의학²⁴⁾
- ④ 수술 전후 및 수술 관련 시뮬레이션(periooperative medicine)²⁴⁾: 수술 전 평가, 마취유도, 심근경색, 아나필락시스, 저산소증 등에 대비한 사전 평가
- ⑤ 고난도 기도관리(difficult airway management)
- ⑥ 심폐소생술
- ⑦ 삼관용 기관지 내시경 훈련
- ⑧ 소아²²⁾ 및 성인²⁴⁾ 위기관리능력 훈련
- ⑨ 산과적 응급질환들
- ⑩ 위기상황에 대한 팀 훈련(crisis team training)²³⁾

3.1.5 의료시뮬레이션을 마친 후의 재토의(디브리핑, debriefing)

시뮬레이션을 통한 학습의 80%가 재토의(디브리핑, debriefing)에서 일어난다고 한다. 능동적이고 적극적인 브리핑을 유도하는 것이 진행자의 역할이며, 이 과정에서 의료의 구체적인 정보가 전달되고 전문지식의 지적 호기심이 유발된다. 시뮬레이션 교육이 제대로 효과를 보려면 참가자들도 시나리오 관련 지식을 충분히 습득해온 뒤 참여해야 하고, 시뮬레이션 후 재토의(debriefing)에서 자신이 공부한 이론이 환자에게 어떻게 적용되는지 확인해 보고 경험을 축적해야 장기간 기억을 지속시킬 수 있다.²⁴⁾ 시뮬레이션을 통해 의료수행능력을 함양시키는 최상의 효과를 얻고자 한다면, 먼저 시뮬레이션 내용과 관련된 분야나 술기에 대한 강의를 듣거나 관련 자료를 읽고 부분 술기까지 실습해 본 뒤 시나리오에 참여하고, 재토의(debriefing)에서 토론 및 성찰을 해야 충분한 학습이 이루어졌다 할 수 있다.

3.1.6 현재 사용되는 대표적인 의료시뮬레이션 마네킹 의료 시뮬레이션은 시뮬레이터를 사용하여 의학교육과 의료기술교육을 하는 교육방법이다. 참가자들의 학습효과를 폭발적으로 증대시키는 효과가 있어서 의학교육과 훈련분야에 새로운 변화를 가져왔고 그 구성을 바뀌어가고 있다. 의료 시뮬레이션은 컴퓨터를 기반으로 하는 매크로시뮬레이션(macrosimulation)과 마이크로시뮬레이션(microsimulation)으로 나눌 수 있다¹⁷⁾.

Gaba¹⁰⁾는 11개 범주의 시뮬레이션 특징들을 열거하였는데, ① 말(verbal)(역할극, role play), ② 표준 환자(standardized patient)(배우, actors), ③ 부분 마네킹(part-task trainers)(신체적physical : 가상현실, virtual reality), ④ 컴퓨터 환자(컴퓨터 스크린, 가상세계), ⑤ 전자 환자(환자 복제품, 마네킹, 완전한 가상현실)가 그 예이다.

현재 사용되고 있는 대표적인 시뮬레이션 마네킹으로, METI(Medical Education Technologies, Sarasota, Florida, 미국)⁹⁾, SimMan(Laerdal Medical, Stavanger, 노르웨이)¹⁰⁾, 산과영역의 분만 시뮬레이터(Obstetric child delivering simulation)⁹⁾, 영유아 시뮬레이터(SimBaby)⁷⁾가 있다.

3.1.7 의료시뮬레이션의 장점

Kneebone²⁵⁾에 의하면, 의료 시뮬레이션 교육의 주요 장점으로 첫째, 교육 일정 조정이 용이하며, 둘째, 교육환경이 안전하므로 실제상황에서는 상상할 수도 없는 실수가 의도적 또는 비의도적으로 용납되거나 교육 목표에 따라 조정될 수 있으며, 셋째, 시뮬레이션을 통해 학습자의 수행능력을 객관적으로 평가할 수 있고, 넷째, 디지털 형태의 즉각적인 재토의(디브리핑, debriefing)가 가능하므로 개인의 학습은 물론 단체 학습에도 효과적이다.

시뮬레이션은 학생들의 실습을 위해 동물을 희생시키거나 사망한 환자를 실습대상으로 하는 경우를 줄일 수 있으며, 의료 윤리에 구애받지 않으면서 새로운 의료 수행기술을 시험할 수 있다. 그러나 이러한 장점들에 비해 아직 시뮬레이션 교육에는 현실적으로 많은

제한점이 있는데, 백²⁶⁾은 시뮬레이션 센터를 구축하는데 필요한 시설, 인력, 장비와 관련 비용의 문제와 시뮬레이션을 통해 얼마나 실제적인 상황을 구현할 수 있느냐 하는 문제를 지적하였다.

3.2 Kneebone과 Satava가 정의한 시뮬레이션²⁷⁾

Kneebone은 시뮬레이션을 크게 model-based simulation(모델-바탕 시뮬레이터), computer-based simulation(컴퓨터-바탕 시뮬레이션), hybrid simulation(잡종 시뮬레이션)으로 구분하였다.²⁷⁾ Satava²⁸⁾에 의하면, computer-based simulation(컴퓨터-바탕 시뮬레이션)은 Table 8과 같이 술기(skill)에 의해 구분된다.

3.3 위기평가 및 관리기술 습득에서 Simulation-based training과 PBL의 비교²⁹⁾

Steadman²⁹⁾ 등은 위기평가(crisis assessment)와 관리기술(management skill) 습득에서 simulation-based training(시뮬레이션바탕훈련)이 문제바탕학습(PBL)보다 더 장점이 많다는 결과를 발표하였다. 의과대학 4학년 학생 30명을 대상으로 full-scale simulation(SIM)과 PBL군으로 나누어 dyspnea(호흡곤란)에 대한 교육을 실시하였다. 첫째, 모든 학생들이 위기관리술기(critical care skills)를 평가하기 위해 고안된 시뮬레이션 바탕의 초기 평가에 대한 교육을 받았다. PBL군은 표준화된 PBL 형식으로 호흡곤란을 학습하였고, SIM군은 시뮬레이터를 사용하여 호흡곤란을 학습하였다. 시뮬레이터 교육시간을 동일하게 하기 위해 PBL군은 acute abdomen(급성복증)을 시뮬레이터로 학습하였고, SIM군은 급성복증을 PBL형식의 학습을 택하였다. 5일째 학생들은 같은 호흡곤란 시나리오로 시험을 보았다. 최종 평가 결과, SIM군이 PBL군보다 더 나은 수행성적을 보였다.

Steadman의 연구 결과에 비추어 볼 때, 제주한라대학교의 경우 이런 장단점을 보완하여 시뮬레이션(simulation)과 문제바탕학습(PBL)을 접목하여 국내에서 처음으로 S-PBL 패키지를 만들어 교육을 수행하였다고 사료된다.

Table 8. A simple taxonomy of simulators²⁸⁾

Skills	Conditions for skills	Examples
Exact skills	Exact needle injection	Intravenous injection, lumbar puncture
Simple manipulation	Catheter, endoscopy, ultrasound probe guide	Angioplasty, colonoscopy, endoscopy, abdominal laparoscopy
Complicated skills	One simple manipulation	Intestinal anastomosis, vascular anastomosis
Integrated process	Simultaneous complex manipulation	Anesthetic simulator, laparoscopic examination

(R.M. Satava, 2001)

4. 연구의 제한점

본 연구에서는 문헌 고찰을 통해서 시뮬레이션 교육의 장점과 단점, 교육 현황을 살펴보았다. 본 연구의 제한점으로는 26개 전국 응급구조과의 시뮬레이션에 근거한 교육 과목과 교육효과를 살펴보지 못해 실제의 문제점을 지적하지 못한 점이다. 향후 전국 응급구조과의 설문조사를 통해 시뮬레이션 근거 교육과목의 학점과 교육 시간, 교육 기자재 현황, 교육효과를 비교분석하고자 한다. 이러한 분석을 통해 효과적인 응급구조사 양성 교육방향을 제시할 수 있을 거라 사료된다.

5. 결 론

의학교육의 새로운 패러다임의 하나인 의료시뮬레이션은 임상실습에 입문하기 전 학생들에게 환자진료에 필수적이고 기본적인 임상기술을 습득하게 하고 가상 시나리오를 이용하여 교육시킴으로써 임상수행능력을 향상시키는 중요한 교육방법이다. 의료시뮬레이션 교육은 의사, 간호사, 응급구조사, 의료종사자들에게 전문적 지식과 임상기술의 재교육 및 훈련과 더불어 위기대처 팀 훈련, 위기관리 교육과정을 제공하기 때문에 지역사회에 기본소생교육을 포함한 보건의료교육에 매우 중요하다고 사료된다.

최근 근거중심의학(evidence-based medicine, EBM)이 임상 교육과 실습에서 중요하게 대두되고 있으며, 환자의 안전에 최상의 가치를 두게 되면서 의학교육에 있어서 가상 시나리오를 바탕으로 한 의학시뮬레이션 교육이 더욱 발전할 것이다. 따라서, 임상사례를 바탕으로 한 가상 시나리오를 가지고 실제 인체의 각 기능을 취할 수 있는 고성능 마네킹 재현으로 피교육자가 즉각적 피드백과 평가를 받을 수 있는 교육이 이루어져야 한다.

2003년부터 의과대학 본과 4학년, 인턴, 레지던트 등을 대상으로 서울대학교, 연세대학교, 부산대학교, 가톨릭대학교 등이 주축으로 한 시뮬레이션 교육이 확산되고 있다. 시뮬레이터를 이용한 평가는 응급구조사, 치과위생사, 치과기사, 의지보조기사 등의 자격증, 면허증 국가고시에서 실시되고 있다⁹⁾.

비용 문제가 가장 큰 부담이 되겠지만, 더욱 발전된 모습의 시뮬레이션 교육을 위해서는 다음과 같은 4영역을 갖추어야 할 것으로 사료된다.

- ① 종합모의실습실(Human Patient Simulation Laboratory)
- ② 기술실습실(Skills Laboratory)

- ③ 재토의 및 컴퓨터 학습실(Debriefing Room and Computer Laboratory)

- ④ 진찰실(Examination Laboratory)

의료 시뮬레이션 교육의 기본이라 할 수 있는 대한심폐소생협회 주관의 기본소생술(Basic life support, BLS) 교육이 더 많이 확대되어야 하며, BLS 교육에서 더 발전한 전문심장구조술(Advanced cardiovascular life support, ACLS) 교육 역시 의료종사자들에게 매우 중요한 교육이라고 사료된다.

이런 시뮬레이션 교육과 발맞추어서 전국 권역별 응급의료센터, 지역응급의료센터, 119 구급대원 교육 등 응급의료서비스 관련 교육과 기존의 마네킹 교육이 이루어지던 곳들도 점차 시뮬레이션 교육기법을 도입할 것이다. 무엇보다도 최대의 시뮬레이션 학습효과를 얻으려면 시뮬레이션을 진행하는 교육 진행자 양성과 표준화된 시설이 중요한 관건이라고 제안한다.

참고문헌

1. 부산의대 의학 시뮬레이션센터, 의협신문 4월 18일(2005).
2. <http://medical.pusan.ac.kr/01-introduction/sub0705.htm>, 부산대학교 임상시뮬레이션 센터(2006).
3. V.A. Ypinazar and S.A. Margolis, "Clinical Simulators: Applications and Implications for Rural Medical Education", Rural and Remote Health Vol. 6, 527, (Online)(2006).
4. A. Grenvik and J. Schaefer, "From Resusci-Anne to SimMan : The Evolution of Simulators in Medicine", Critical Care Medicine Vol. 32, No. 2, Suppl. pp.56-57(2004).
5. 한국의학교육학회, "교육시뮬레이션 워크숍자료집", (2005).
6. 제 5회 학술세미나 결과보고서, 한국보건의료인국가시험원, pp.13-15(2003).
7. N.J. Maran and R.I. Glavin, "Low to High Fidelity Simulation-a Continuum of Medical Education?" [See comment]. Medical Education Vol. 37(Suppl 1), pp.22-28(2003).
8. S.B. Issenberg, S. Pringle, R.M. Harden, Khogali, M.S. Gordon, "Adoption and Integration of Simulation-based Learning Technologies into the Curriculum of a UK Undergraduate Education Programme", Medical Education Vol. 37(Suppl 1), pp.42-29(2003).
9. 김지희, 이영미, "마네킹 시뮬레이터를 이용한 의료 시뮬레이션 교육의 현황", 한국응급구조학회지, 제10권, 제2호, pp.15-23(2006).

10. J.B. Cooper and V.R. Taqueti, "A Brief History of the Development of Mannequin Simulators for Clinical Education and Training", *Quality and Safety in Health Care*, Vol. 13, pp.11-18(2004).
11. D. Ostergaard, "National Medical Simulation Training Program in Denmark", *Critical Care Medicine* Vol. 32, No. 2(Suppl.), S58-60(2004).
12. 보건복지부 국립의료원 중앙응급의료센터, 응급의료 체계, pp.26-27(2007).
13. 보건복지부 국립의료원 중앙응급의료센터, 응급의료 체계, pp.28-29(2007).
14. 이영아, "기본소생술 S-PBL 패키지 개발 및 적용 후 평가", *한국응급구조학회지*, 제9권, 제2호, pp.207-221(2005).
15. 이영아, "응급21 패키지", 제주한라대학, 2005년도 특성화 1영역 S-PBL 교육교재(2005).
16. Jeffrey, H., *Simulation in Critical Care and Trauma Education and Training. Current Opinion in Critical Care*, 10, pp.325-329(2004).
17. 유은영, "의료 시뮬레이션", *대한의사협회지*, 제 48권, 제3호, pp.67-276(2005).
18. C.R. Mecedonia, R.B. Gherman, and A.J. Satin, "Simulation Laboratories for Training in Obstetrics and Gynecology", *Obstetrics & Gynecology*, Vol. 102, pp.388-92(2003).
19. T.C. Tsai, P.H. Harasym, C. Nijssen-Jordan, P. Jennett, and G. Powell, "The Quality of a Simulation Examination Using a High-fidelity Child Manikin", *Medical Education* Vol. 37(Suppl 1), pp.72-78(2003).
20. N.J. Maran and R.I. Glavin, "Low to High Fidelity Simulation-a Continuum of Medical Education?" [See comment]. *Medical Education* Vol. 37(Suppl 1), pp.22-28(2003).
21. P.J. Morgan, D. Cleave-Hogg, J. McIlroy, and J.H. Devitt, "Simulation Technology", *Anesthesiology* Vol. 96, pp.10-16(2002).
22. L. Johnson and M.D. Patterson, "Simulation Education in Emergency Medical Services for Children", *Clinical Pediatric Emergency Medicine* Vol. 7, pp.121-127(2006).
23. J. Hammond, M. Bermann, B. Chen, and L. Kushins, "Incorporation of a Computerized Human Patient Simulator in Critical Care Training : A Preliminary Report", *Journal of Trauma* Vol. 53, pp.1064-1067(2002).
24. R.L. Kneebone and D. Nestel, "Learning Clinical Skills-the Place of Simulation and Feedback", *The Clinical Teacher*, December Vol. 2, No. 2, pp.86-90(2005).
25. R.L. Kneebone, W. Scott, A. Darzi, and M. Horrocks, "Simulation and Clinical Practice : Strengthening the Relationship", *Medical Education*, Vol. 38, pp.1095-1102(2004).
26. 백지윤, "시뮬레이션 교육이 간호사의 전문심장소생술 수행능력에 미치는 효과", *연세대학교 석사학위 논문*(2006).
27. R.L. Kneebone, "Simulation in Surgical Training : Educational Issues and Practical Implications", *Medical Education*, Vol. 37, pp.267-277(2003).
28. R.M. Satava, "Surgical Education and Surgical Simulation", *World J. Sur.*, Vol. 25, pp.1484-1489(2001).
29. R.H. Steadman, W.C. Coates, Y.M. Huang, R. Matevosian, B.R. Larmon, L. McCullough, and D. Ariel, "Simulation-based Training is Superior to Problem-based Learning for the Acquisition of Critical Assessment and Management Skills", *Critical Care Medicine*, Vol. 34, No. 1, pp.151-157(2006).