



특수상황에서의 유헬스의 적용

Application of u-Health Under Special Situations

박 동 균 · 정 국 상 · 정 은 영 | 가천의대 길병원 유헬스케어센터 |
Dong Kyun Park, MD · Kug Sang Jeong, PhD · Eun Young Jung, RN
u-Healthcare Center, Gacheon University Gil Hospital
E-mail : pdk66@gilhospital.com

J Korean Med Assoc 2009; 52(12): 1164 - 1172

Abstract

U-Health is a good alternative in providing health care service under special situations where access to health care is limited. With the expansion of life space and the increase of travel, people are being put in danger across various situations on the sea, in the sky, disasters, and so on. It is not easy to provide health care in those situations, while people may still have high expectation to health care. This gap can be narrowed by using u-Health, which is based on advanced information and communication technologies. The special situation for u-Health is where normal health care cannot be performed because of physical limitation and danger, which can be further broken down to five situations. The first is a situation on means of transportation such as ship and airplane. The second situation is when medical facilities are far away from life space, in places like backwoods. The third situation occurs on the place where it is difficult for patients to receive treatment due to restrained freedom, for example, a prison. The fourth is the situation where the medical team is unable to approach easily, such as war zone and disaster area. The last special situation is the extreme environments like polar region. In order to make the u-health system more helpful for patients under special situations, there is a need for a research development and investment on sensors to measure accurate bio-signals, the network to transmit the data, and the technologies to analyze the data and to provide feedback. Therefore, institutional supports for technology development are required for further development of u-Health for people in great needs.

Keywords: u-Health; e-Health; Telemedicine; Ubiquitous healthcare; Pervasive healthcare
핵심 용어: 유헬스; 이헬스; 유비쿼터스 헬스케어; 퍼베이시브 헬스케어

서론

과학기술 문명의 발전으로 인류의 생활 공간 및 환경은 전 지구적으로 확대되어 가고, 의료에 대한 기대 수준도 매우 높아져 있다. 비록 다수는 아닐지라도 산간 도서 지역은 물론 오지나 극지에서 거주하고 생활하는 사람이 존재하며, 활발한 무역경제 및 관광으로 선박과 항공기를 통한 사람의 이동도 빈번하다. 이러한 확대된 생활 공간 및 환경 하에서

사람은 해상이나 공중 등의 다양한 상황에서 위협에 노출되어 건강하고 안전한 삶을 위협받고 있다. 이러한 상황에서는 기존의 의료서비스 수행이 어렵고 불가능함에도 불구하고, 사람은 여전히 의료서비스에 대한 높은 기대 수준을 가지고 있다. 이러한 격차를 줄일 수 있는 좋은 방법이자 대안으로 최근 u-Health가 우리나라를 중심으로 시도되고 있다(1~3).

u-Health는 보건의료와 IT를 연결하여 언제 어디서나 예방, 진단, 치료, 사후 관리의 보건의료서비스를 제공하는 것

으로 정의할 수 있다(4). 이러한 u-Health를 여러 가지 방법으로 분류할 수 있지만, 적용하는 목적에 따라 두 가지로 구분할 수 있다. 첫째는 보다 편리하고 경제적이며 효과적인 의료서비스를 위하여 기존의 의료행위를 보조하는 것이다. 재택 모니터링 또는 원격 모니터링을 이용하는 만성 질환 관리 및 건강관리 서비스가 그 예라 할 수 있다. 둘째는 의료서비스를 제공받기가 어렵거나 불가능한 상황에서 기존의 의료행위와 유사한 의료행위를 제공하는 것이다. 그 예로 10 km 상공의 항공기, 극지의 연구소, 생사가 갈리는 전투 현장 등에서 수행되는 원격진료가 있다.

그런데 다양한 특수 상황에서 제공되거나 시범적으로 시도된 u-Health 서비스의 사례는 많은데 비해 이러한 '특수한 상황'에 대해 명확하게 정의하고 분류한 보고서나 연구 결과는 아직 없는 실정이다. 따라서 본고에서는 '특수한 상황'이란 공간적·물리적 제약 및 위험성 때문에 기존의 정상적인 의료행위가 불가능한 상황으로 정의한다. 이러한 특수 상황은 그 경우에 따라 다섯 가지로 분류된다. 첫째는 이동하고 있는 상황으로 선박, 잠수함, 비행기 및 우주선 등에서 발생한다. 둘째는 생활공간과 의료시설이 멀리 떨어져 있는 상황으로 산간 도서 지역, 오지 등이 있다. 셋째는 신체의 자유가 구속되어 진료에 제한이 많은 상황으로 교도소, 군대 등에서 발생한다. 넷째는 많은 환자가 발생하지만 의료진의 접근이 어려운 상황으로 전투 현장, 재해사고 현장 등이 있다. 마지막으로 극지, 고산지대, 우주선 등과 같은 기타 극한 환경이 있다.

과거에는 이런 특수한 상황에서는 적절한 의료서비스를 받지 못하는 것으로 당연하게 여겨졌다. 하지만 현재에는 인간의 존엄성 및 권리에 대한 기준이 높아지고 의료 및 IT 기술의 눈부신 발달로 인하여 일반적인 상황과 유사한 의료서비스가 가능하게 되었다. 이런 과정에서 u-Health와 관련된 다양한 기술이 더욱 발전해가고 이를 일반적인 상황에 적용하는 다양한 서비스가 가능하게 되어 u-Health는 새로운 성장가능성과 부가가치가 높은 산업으로 발전하고 있다. 본고에서는 특수상황에서의 u-Health 적용사례를 범주별로 살펴보고, u-Health 목표를 명확하게 하여 앞으로 바람직한 발전방향을 모색하여 본다.

이동하고 있는 상황

구급차를 이용한 응급환자이송 등과 같은 육지에서의 이동은 해상이나 공중보다 상대적으로 의료시설 및 의료진 접근성이 뛰어나기 때문에 본고에서는 일반적인 상황으로 간주하여 제외한다. 이동하고 있는 상황은 이동 목적에 따라 두 가지로 나눌 수 있다. 환자를 이송시키는 경우와 환자가 발생하는 경우이다.

1. 환자를 이송시키는 경우

중증도가 심한 환자의 경우 사고현장에서 의료기간까지 이송에 소요된 시간이 환자의 생존율과 예후에 큰 영향을 미친다. 신속한 환자 이송을 위해 해상에서는 선박이, 육상 산악에서는 헬리콥터가 주로 이용된다.

(1) 선박을 이용한 환자의 이송

도서지역은 지리적인 격리성으로 인해 육지지역에 비해 의료 분야에서 매우 취약한 지역으로 남아있다. 도서지역에서는 보건의료시설 및 의료진의 부족으로 응급환자 발생시 가까운 육지의 병원으로 환자를 이송하는 것이 가장 큰 문제이다(5). 이러한 문제를 해결하기 위하여 해양경찰은 해상응급 신고전화 112와 'Blue Guard' 서비스를 제공하고, 해양경비정을 이용하여 도서지역 및 해상 환자를 이송하고 있다.

현재 해양경찰의 일부 함정에는 응급구조사가 탑승하고 있어 응급처치는 가능하나 전문적인 의료처리는 어려우므로 환자 이송시 함정은 또다른 의료사각지대가 된다. 이러한 의료사각지대를 해소하기 위해 최근 해양경찰과 가천의대 길병원이 서로 협력하여 함정에 원격진료시스템을 구축하는 '해양원격응급의료시스템' 프로젝트를 수행하고 있다. Figure 1은 이를 표현한 모식도이다. 환자 이송에 사용하는 해양 경비정에 의무실 공간이 마련되어 있으므로 이송도중 응급조치를 수행할 수 있는 여건이 좋아 효율성이 좋을 것으로 기대하고 있다. 함정에 자동심실제세동기, 환자 생체신호 모니터링 장치(혈압, 맥박, 산소포화도, 호흡수, 온도, 심전도), 화상카메라와 무선헤드셋 등을 설치하고 광역 위성통신망(KOSNET)을 이용하여 함정과 병원 사이에 의료정보를 전달하고 처치에 대한 가이드를 지시한다. 앞으로

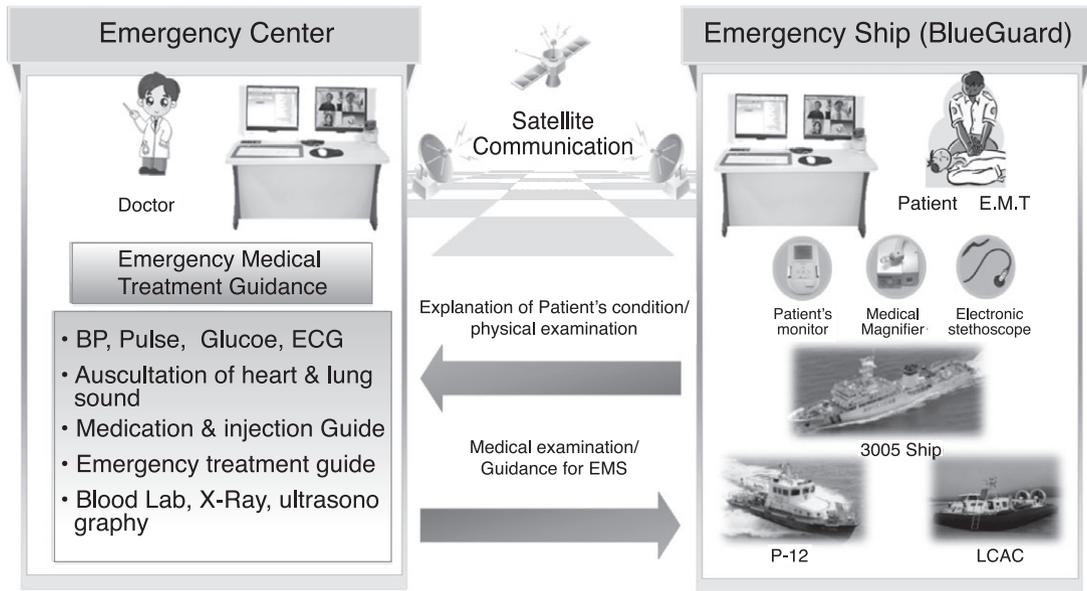


Figure 1. Architecture of maritime telemedicine for Korea Coast Guard.

2011년까지 100톤 이하 212척의 함정과 122구조대 11개소에 구축될 예정이다.

함정과 같은 선박에서 환자를 이송하는 상황에서 적용하는 u-Health는 해상이라는 특수한 지리적 요건으로 인해 사용 가능한 통신기술이 제한적이며, 선박이라는 특수한 공간에서 발생하는 진동과 소음을 고려해야 한다. 지상에서 많이 사용되고 있는 셀룰러 네트워크는 모든 해상에서 적용할 수 없으므로 광대역 범위에 적용 가능한 위성통신이 해상 환자 수송을 위한 u-Health에 사용된다. 이러한 위성통신은 대역폭이 상대적으로 낮으며 데이터 전송지연이 더 많으며 보안의 잠재적 위험성이 더 크다. 선박 내에 구축된 u-Health 기기 및 시스템은 운항에 따른 진동과 소음으로부터 받는 영향을 최소화하여 안정적으로 운영이 가능해야 하며, 선박과 진료 기관 간에 의사소통이 원활하게 이루어지도록 해야 한다.

(2) 헬리콥터를 이용한 환자의 이송

산악사고에 따른 구조현황을 살펴보면 2006년 715건, 2007년 744건, 2008년 925건으로 적지 않은 사고가 의료행위가 어려운 산악에서 발생하고 있으며, 발생건수는 갈수록 증가추세이다(6). 산악사고 중증 환자의 신속한 이송을 위

해서는 주로 헬리콥터를 이용하고 있다. 비단 산악지역 뿐 아니라 육지와 가까운 도서지역도 헬리콥터를 이용하여 환자를 이송하고 있다. 헬리콥터는 빠른 속도로 환자 이송이 가능하고, 좁은 공간에 이착륙이 가능하여 사고현장에 접근이 용이하다. 이러한 장점으로 소방방재청은 2008년 기준으로 25대의 헬리콥터를 운용하여 국민의 안전과 재산을 효율적으로 보호하고 있다(7). 삼성서울병원과 같은 국내 대형병원도 응급의료를 위한 전용헬리콥터를 보유하고 있다.

삼성서울병원의 응급의료전용 헬리콥터에는 제세동기와 산소포화도, 심전도, 혈압, 호기말 이산화탄소농도 등의 모니터링 장비와 인공호흡기, 흡인기, 정맥 주입기가 설치되어 있다(8). 소방항공대의 헬리콥터에는 수동인공호흡기, 수액 세트, 심실 제세동기, 후두경 세트, 혈당 측정기, 응급 처치 세트, 진공 부목, 척추 고정대 등을 갖추고 있다(9). 최근 항공이송 전단계 및 이송 과정에서 환자를 안정화시키는 것이 중요하다는 연구 결과가 있다(10). 이를 위해 환자의 건강상태를 평가하여 의료기관과 교환하고 원격으로 진단 및 처치할 수 있는 u-Health 시스템 및 서비스가 필요하다. 그러나 아직 국내 항공 이송의 경우 u-Health 적용 사례가 없다.

환자 이송을 위한 헬리콥터에 구축하는 u-Health 기기 및 시스템은 선박의 경우와 마찬가지로 헬리콥터라는 특수한 공간에서 발생하는 진동과 소음을 고려해야 한다. 또한 프로펠러가 발생시키는 진동과 소음에서 영향을 받지 않아야 하고, 헬리콥터와 진료기관 간에 의사소통이 원활하게 이루어져야 한다.

2. 환자가 발생하는 경우

(1) 선박의 경우

선원들은 일반 근로자에 비해 작업환경이 열악하고 노동강도가 세어 사고와 부상의 위험성이 높으나 대형 유람선을 제외한 대부분의 선박에는 의사가 탑승하지 않는다. 한국의 경우, 선박에서 환자가 발생하면 해사위성(INMARSAT)이라는 통신수단을 통해 원격에 있는 의사로부터 기초적인 응급지도 및 약물 처방을 받고 있다. 치료는 5일간 의료교육을 받은 ‘의료관리자’에 의해 처리되지만, 의학적 전문성 부족으로 적절한 대처에는 한계가 있다(11).

독일의 RMA (선박원격의료센터)는 365일 24시간 체제의 전문적인 의료서비스를 제공한다(12). 모든 의사들은 직접 응급상황에 의학적인 응답을 제공한다. 2000년부터 디지털 사진전송이 이루어졌으며 최근 12 lead ECG, NIBP, CO₂, 혈중산소포화도, 맥박, 호흡률 등의 비디오 이미지 전송방법이 개발되었다. 이 시스템은 GMS이나 INMARSAT-ISDN, 이리튬 위성 전송방식을 이용하여 전 세계적인 통신을 제공한다. 최근 이 시스템은 독일의 SAR (Search And Rescue) 구조선에 설치되었다.

그리스의 경우 MERMAID 프로젝트를 운영하고 있다(13, 14). MERMAID는 세계 대양의 다국적 선원들의 건강을 위한 해양원격진료 프로젝트를 위해 EU에서 자금을 조달한 프로젝트이다. ISDN을 이용한 비디오 컨퍼런스를 바탕으로 하여 진단 뿐만 아니라 의사가 없는 곳에서 의학적인 처치를 가능하게 한다. 선박에 위성을 통한 인프라시스템을 구축하고, 이를 통해 세계 각처의 전문의를 호출하는 것이다.

스페인의 경우 선원이면 모두 “해양 건강 프로그램(Maritime Health Programme)”에 의거, 동일한 의료서비스

를 받는다(15). 1919년 설립된 Mariner’s Social Institute는 선박에서의 의학지문을 제공하고, 해양종사자들에게 의학서비스를 제공한다. 마드리드에는 원격의학제공센터(Radio Medical Advice Center)가 있는데 항구에 위치하여 병원과 센터의 송수신을 가능하게 한다.

선박에서 응급상황 발생시 적절한 조치를 취할 수 있다면 이를 통해 얻을 수 있는 경제적인 효과 및 선원들의 후생복지 측면에서의 효과는 매우 크다. 2003년 1월 1일~2004년 5월 30일까지의 53건의 의료지도 중 범양상선 소속의 선박에 대한 의료지도건수 9건을 조사대상으로 경제적 비용을 산출한 결과, 1건당 US \$53,111(한화 61,821,204원)의 경제적 효과가 있는 것으로 나타났다(16).

승객을 이송하는 경우와 화물을 이송하는 경우 원양어업 등 어로행위를 하는 경우에 따라 환자의 발생 빈도와 유형, 처치 방법에 차이가 있다. 승객을 이송하는 경우 선원 중에서 환자가 발생하는 경우는 거의 없고 승객 중에서 환자가 종종 발생하고 외상보다는 만성 질환의 악화가 많다. 일반적인 여객선에서 원격진료 시스템을 갖추거나 의사가 탑승하는 경우는 거의 없으며, 장기간 많은 승객들이 이용하는 크루즈 여객선의 경우 의사가 탑승하여 진료한다. 이탈리아의 코스타 크루즈 사는 콩코르디아 크루즈 여객선 내에 가상 응급실(Virtual Emergency Room)을 구축하여 승객과 승무원에게 원격진료 서비스를 제공하는 프로젝트를 진행하고 있다. 이 가상 응급실은 위성통신 기반 TELESAL 시스템을 통해 선내 의료진과 이탈리아 로마의 Ospedale Generalizio del Fate-benefratelli 병원과 연결되어 의료 지원을 받는다(17, 18).

화물을 이송하는 경우는 선원들이 정밀한 건강진단 후 승선을 하기 때문에 환자가 발생하는 빈도는 낮다. 하지만 만약 환자가 발생하는 경우, 환자를 항구로 이송하느라 이송기간이 길어져 계약상의 문제가 발생하여 막대한 비용이 발생할 수 있다. 환자는 대부분 내과적인 질환의 악화보다는 급성 질환이나 작업중 심각한 부상을 입는 경우가 많다. 아직까지는 u-Health 서비스가 활성화 되지 않았지만, 환자 발생시 소요되는 비용이 크므로 적용 가능성이 매우 높을 것으로 예상된다.



Figure 2. MedAire's remote assistance.

(2) 비행기의 경우

운송용 항공기에는 비행중 발생할 수 있는 승객의 안전을 위하여 기내에서 사용할 수 있는 붕대, 거즈, 구급약, 자동 심실 제세동기 등을 포함한 응급처치 기구를 구비하고 있다. 항공기 안에 의사가 탑승하고 있을 가능성이 통계적으로 80%로 높으므로 환자 발생시 기내 방송을 통해 탑승자 중에서 의료인을 찾아서 응급처치를 시행하고 있다(19). 그러나 의료장비의 한계로 인해 전문적인 진단 및 치료가 이루어지지 않으며, 다만 환자의 손상 악화 및 회복에 도움을 주는 최소한의 조치가 시행된다. 미국의 한 연구에 따르면, 항공기 내에서 환자 발생의 원인은 심장 질환이 28%, 신경 이상이 20%, 음식 중독이 20%이고, 1,132건의 항공기 내 응급상황에서 173명(15%)이 병원에 입원하였으며, 그 중 15명(1.3%)이 목숨을 잃었다고 한다(20, 21). 적지 않은 기내 환자가 발생하고 있는데, u-Health 시스템을 갖추고 지상 병원과 원격 자문 및 진료를 수행할 수 있게 되면 그러한 환자의 안전을 보다 크게 향상시킬 수 있다.

이러한 항공기 u-Health는 환자 안전 뿐 아니라 경제적인 이득을 가져다 줄 수 있다. 항공기 내 응급환자가 발생하여 회항해야 하는 경우 유출 연료비용, 이착륙 비용, 승객 관련 비용까지 적지 않은 비용과 시간이 소요된다. 한 항공사는 응급 환자 발생으로 이륙 10분만에 회항을 결정하면 1회당 평균 약 5천여만원의 비용이 소모되는 것으로 밝히고 있다.

현재 비록 환자 발생에 따른 항공기 회항 사례 건수는 낮으나, 항공기 이용 승객이 꾸준히 증가하고 SARS (중증급성호흡기증후군)이나 신종 플루(H1N1)와 같은 급성질환이 발생하고 있으므로 회항에 따른 비용이 앞으로 증가할 가능성이 크다. 이러한 비용은 항공기 u-Health 시스템을 통해 절감할 수 있을 것으로 예상된다.

최근 항공사들은 승객 안전을 통한 상업적 이미지 제고를 위해 u-Health 시스템을 구축하고 있다. 가장 유명한 것이 영국 Remote Diagnostic Technologies사가 개발한 'Tempus 2000' 를 이용한 메드에어(MedAire)사의 '메드링크 서비스(Med Link Service)'이다(22). Tempus 2000은 12 lead ECG, 맥박산소계측(Pulse Oximetry), 호기말 탄산가스분압측정(End Tidal Capnography), 맥박, 혈압, 체온을 메드에어 지상센터에서 24시간 대기중인 의사에게 동영상과 함께 전송하며, 메드링크 서비스를 위한 지상 의료진은 이를 토대로 원격 의료 자문을 제공한다. Figure 2는 메드에어 지상센터에서 원격으로 의사와 응급전문가가 실시간으로 원격의료 자문하는 모습을 보여주고 있다(23).

비행기에서의 u-Health 상황은 다른 상황과 다른 특징을 가지고 있다. 항공기 내 기압의 감소로 인한 심장, 신경, 소화기계 관련 질환의 발병 및 악화가 높은 점과 의료기기 및 통신으로 인한 항공 전자장비 간섭의 가능성을 고려하여야 한다.

의료시설이 너무 멀리 떨어진 경우

환자와 의료시설이 떨어져 있는 상황은 u-Health가 이루어지는 가장 일반적이고 흔한 유형이다. 이 중에서 정도가 심한 경우가 특수상황이라 할 수 있으며, 지리적으로 매우 멀다는 점 이외에 일반적인 u-Health와 별다른 차이가 없다.

미국 알래스카의 경우, 대부분의 환자가 대도시 병원으로부터 수 백마일 이상 떨어진 시골지역의 곳곳에 흩어져 거주하고 있어 지속적이고 높은 의료의 질을 제공할 수 없으며, 병원 방문에 따른 높은 교통 비용도 발생하고 있다. 이러한 상황을 극복하기 위해 Alaska Native Medical Center (ANMC)는 Alaska Federal Healthcare Access Network (AFHCAN)과 함께 원격진료 솔루션을 개발하여 각 마을과 지역에 있는 병원들을 연결하였다(24). 이 솔루션은 검이경 (Video Oscopes), 디지털카메라, 광학섬유내시경(Fiberoptic Endoscope) 장치가 구비되어 있다.

의료시설이 멀리 떨어진 경우 유용한 것이 바로 로봇을 이용한 원격수술이다. 현재 로봇 수술은 점점 확산되어 가고 있으며 한발 더 나아가 원격으로 원격로봇수술에 성공한 사례도 나오고 있다. 세브란스병원은 다빈치 시스템을 이용하여 담낭절제술, 전립선암 수술, 위암 수술 등에서 2008년까지 1,000여의 수술을 달성하였다(25). 이러한 다빈치 시스템은 집도의와 로봇, 수술 환자가 같은 공간(수술실)에 있어야 하는 거리 제한이 있다. 집도의와 환자가 장거리에 떨어진 상태에서도 원격 수술의 가능성을 보여준 사례도 많다. 2001년에 시행된 'Operation Lindbergh: a World First in Telesurgery: The Surgical Act Crosses the Atlantic!'이라는 수술은 미국 뉴욕의 한 건물에서 의사가 수술을 집도하고 프랑스의 Strasbourg 병원에 있는 환자의 원격담낭절제술을 성공하였다(26). 장거리 원격수술 사례로는 2005년 한양대 한양종합기술연구원의 의사가 원격로봇을 조종하여 일본 큐슈대의 돼지 담낭을 절제하는 원격수술이 시행된 사례가 있다. 국내 기술로 개발된 원격수술 로봇을 이용한 사례로는 2007년 세브란스병원의 의사가 경희대 공과대학 실험실의 동물 창자를 성공적으로 절제한 사례가 있다. 심지어 의사의 개입 없는 장거리 원격수술 사례

도 있는데, 2008년 미국 텍사스 주의 오스틴에 있는 슈퍼컴퓨터가 휴스턴에 있는 개의 전립선을 성공적으로 수술한 것이다. 휴스턴 수술실에는 영상 전송을 위한 클라이언트가 설치되어 실시간으로 개의 전립선 수술 장면을 오스틴의 슈퍼컴퓨터에게 전송하고, 슈퍼컴퓨터는 전송된 이미지를 자동 분석하여 다음 단계 수술 명령을 다시 휴스턴의 수술 로봇에게 전달한다. 전송된 명령에 따라 수술 로봇이 수술을 진행하며 그 장면을 다시 슈퍼 컴퓨터에 전송한다. 이러한 로봇수술은 네트워크 기술의 발달과 함께 향후 언제 어디서나 원격수술이 가능한 u-Health를 가능하게 할 것이다.

신체의 자유가 구속되어 진료에 제한이 많은 상황

최근 '수용자 인권'에 대한 관심이 높아지면서 수용자들의 의료서비스에 대한 요구가 증가하는 반면, 교도소 내 의사수가 부족하고 의료 환경은 열악함에 따라 해마다 외부 병원 진료료가 늘어가고 있다. 외부 병원을 이용하는 사례를 살펴보면 2004년 1만 5,463건에서 2005년 1만 7,459명으로 증가하였고, 이에 따른 외부 병원 진료비는 2004년 32억 원에서 2005년 38억 원으로 상승하였다(27). 또한 수용자의 한번 외출에 계호인력 3명이 동원되고, 야간 외출의 경우엔 3명이 추가되어 총 6명이 동원되어 외부 진료에 따른 인력 낭비와 그에 따른 추가 수당 비용도 발생하게 된다(26). 비록 교도소 내에 의료진이 상주하지만, 비전문 분야의 환자에 대해서 진료의 어려움을 겪고 있다. 그러므로 인권 차원의 수용자 건강관리, 외부진료 비용 감수, 교도소내 진료 어려움 등으로 원격진료시스템의 필요성이 매우 높은 실정이다. 이에 따라 우리나라의 경우 2005년에 처음으로 개통, 점차 확대되어 2009년 7월부터 총 12개 교정기관을 대상으로 서울대병원과 교정시설의 원격진료가 시행되고 있다.

환자의 유형은 정신 질환과 정형외과 질환이 가장 큰 비율을 차지한다. 2008년에 실시된 원격진료 3,009건을 살펴보면 정신과와 정형외과 진료료가 73%를 차지하였다. 2009년 법무부의 '교정시설 의료실태 및 중장기정책 수립' 보고서에 따르면 정신질환자는 2005년 611명에서 2008년 10월

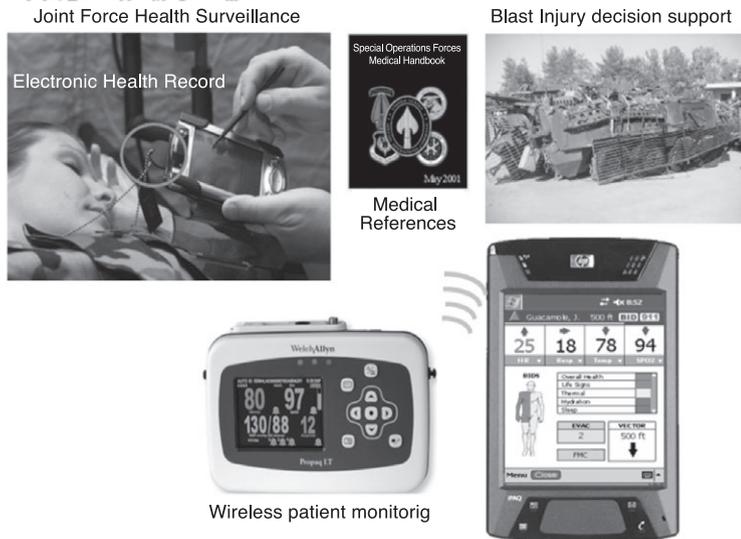


Figure 2. U.S. army's mobile healthcare: BMIST.

1,229명으로 증가하였으며, 전체 수용인원 4만 77,442명의 2.6%를 차지한다. 이는 전문적 치료를 받지 못한 채 폐쇄된 수용 공간에서 신체적, 정신적 압박을 받아 증세가 심각해지기 때문이다. 이러한 수용자에 대한 u-Health는 정신 질환, 정형외과 질환, 피부 질환 및 만성 질환 등에 대한 다양한 진료가 가능하여 의료 인력이 부족한 교정시설에 효과적이며, 이를 통해 수용자는 건강한 수용생활을 보낸 후 안정적으로 사회에 복귀할 수 있을 것이다.

많은 부상이 발생하고 의료진의 접근이 어려운 경우

또다른 특수상황으로 많은 환자가 발생하여도 의료진이 접근하기 어려운 전투 및 재난 현장이 있다. 전투 현장은 한정된 의료 인력과 자원 때문에 촌각의 차이로 생사가 결정되는 매우 치열한 곳이다. 다행히 근대에 이르러 진통제, 설파제, 항생제와 같은 의약품 및 외과 기술의 발전과 빠른 초기 치료 덕분에 부상자의 사망률은 개선되고 있다. 이러한 개선은 전투 현장의 위험성 때문에 전문의료진 대신 의무병이 부상자에 대한 초기 치료 및 후방 이송을 수행하여 이루어진 것이다.

어린 것이다. 전투 현장에서 부상병에게 지금보다 더 신속하고 전문적인 초기 응급 진료를 제공한다면 부상자의 생존율을 더욱 높아질 수 있다.

이러한 점은 재난 현장도 마찬가지이다. 최근 쓰나미, 지진, 태풍 등의 자연 재난 및 열차전복, 비행기 추락, 건물 붕괴 등의 인위 재난의 발생이 증가하고 있으며, 이러한 재난 현장은 해당 지역의 의료자원이 제공할 수 있는 의료규모에 비해 환자 수가 많아 모든 피해자에게 최선의 의료를 제공할 수 없는 의학적 재난이 된다(28). 이러한 의학적 재난은 원격자문 및 진료 등의 u-Health를 통해 피해자에게 신속하고 정확한 처치를 행함으로써 그 피해를 줄일 수 있다.

미 육군 연구소에서 개발한 Battlefield Medical Information System-Tactical (BMIST)는 전투 현장에서 발생할 수 있는 의학적 실수를 줄이고 치료의 질을 향상시키기 위한 모바일 컴퓨팅 솔루션이다(29). Figure 3과 같이 BMIST는 전투 현장에서 의학정보에 접근이 제한적인 의료진에게 모바일 응용을 통해 의학정보에 접근 가능하게 하고 임상결정지원(Clinical Decision Support)을 제공한다. 미국의 미래전투시스템(FCS)에서는 각 병사의 군복에 혈압, 맥박, 체온, 탈수정도, 스트레스 등을 측정하는 센서를 부착하여 전투중에 건강에 이상이 생기면 치료한 뒤 다시 투입하고, 심각한 부상을 입은 병사는 즉시 의료장갑차로 이송하여 원격로봇 수술로 응급처치한다는 시나리오가 들어있다. 우리나라 국방부는 실제 전투현장은 아니더라도 일선부대에 혈압, 심전도 등을 측정할 수 있는 원격진료 시스템을 구축하여 전방관측소(GOP)나 격오지 부대에 근무하는 장병 진료에 활용할 계획을 가지고 있다.

2005년 미국을 강타한 허리케인 카트리나로 인해 91,900명의 사람이 목숨을 잃었으며 수 많은 사람들이 부상을 입었다. 이때 NASA는 피해지역인 미시시피 Stennis Space 센터에 위성통신을 통한 원격자문(Teleconsultation)을 구축

했으나 원격진료를 위해 사전에 구축된 자원이 없어서 별다른 효과를 보지 못하였다(30). 이에 반해 2005년 10월에 파키스탄에 발생한 지진 현장에서 원격진료는 재해 부상자를 분류하고 상담하고 추적 검사하는 데 매우 광범위하게 사용되었다(31).

기타 극한적인 환경

u-Health는 즉각적인 처치를 받지 못하고 병원 이송도 많은 시간이 필요한 극한의 특수환경에서 진정한 가치를 발휘한다. 세계 최고봉 에베레스트 산에서 1997년과 1998년에 베이스 캠프에서 등정가를 위한 원격진료 컨설팅이 시도되었다. 세 명의 등정가의 바이탈 사인은 착용형 바이오센서를 통해 등반 내내 24시간 측정되어 베이스 캠프에 전송되었고, 이는 다시 예일대학으로 재전송되어 분석되었다(32, 33). 또다른 극한 환경인 남극에서도 원격진료 사례가 있다. 남극 연구소에서 의사로 근무하고 있는 닐슨은 자가 진찰을 통해 가슴에 종양을 발견하였고, 원격 자문을 통해 유방암으로 진단하고 임시적인 치료 방법을 세웠다(30). 한발 더 나아가 우주에서 생활하는 우주인을 위한 원격진료도 시도되고 있다. 미국 네브래스카 대학에서는 지구의 의사들이 우주에 있는 환자를 원격으로 진료하기 위한 소형 로봇을 개발하였다(34). 이 로봇은 높이 3인치, 폭 3인치의 작은 크기에 카메라와 조명장치, 바퀴가 부착되어 있으며, 환자 절개 부위의 틈으로 들어가 원격 의사의 원격조정에 따라 수술을 수행할 수 있다.

맺음말

원격진료로 대표될 수 있는 u-Health는 인구 고령화, 만성질환 증대로 인한 의료비 증가라는 문제를 해결하기 위한 대안, 그리고 가정내 의료기기, IT, 의료산업의 융합을 통한 신성장동력의 가능성으로 많은 기대를 받고 있다. 또한 최근 제한된 원격진료를 허용하는 의료법 개정에 맞물려 관심이 최고조에 이르고 있다. 동시에 의료의 질과 환자의 안전과 건강을 도외시하는 산업적인 접근이라는 우려도 받고 있

다. 하지만 그 관심과 우리가 u-Health의 중심개념인 의료 서비스를 제대로 받지 못하는 사람들에게 발전된 정보통신 기술을 이용하여 제공하지는 의미를 잘 살리고 있는지는 고민해 보아야 할 것이다. 오지에서 살고 있거나 신체적 자유를 구속받고 있거나, 위협에 노출되어 일을 하고 있는 사람들이 적절한 시기에 적절한 의료서비스를 제공받기 위해 만 들어지고 발전하고 있는 u-Health 본연의 목적을 달성하기 위해서는 아직도 넘어야 할 산이 많다고 보여진다.

본고에서는 u-Health가 경제·산업적인 이유로 필요한 것이 아닌, 의료의 질과 환자의 안전과 건강을 향상시킬 수 있는 특수한 상황에서 적용 사례 및 가능성을 기술하였다. 공간적·물리적 제약과 위험성이 큰 특수한 상황에서는 정상적인 의료행위가 불가능하므로 정보통신기술을 사용하는 원격진료, 원격 자문, 원격건강관리 등의 u-Health 서비스가 필요하다. 실제 해양 선박 및 항공기 내 응급환자를 위한 원격진료, 교정기관 수용자를 위한 원격진료 및 건강관리, 재난 지역에서 원격 자문 등이 환자의 안전과 의료의 질을 향상시켰다는 많은 연구 보고와 사례가 있다.

특수한 상황에서 u-Health를 이용하여 환자에게 도움을 주기 위해서는 정확한 생체정보를 측정할 수 있는 센서, 측정된 데이터를 바다, 하늘, 우주까지 빠르고 정확하게 전송할 수 있는 네트워크, 축적된 데이터를 분석하고 안전하게 피드백 할 수 있는 다양한 기술 등에 대한 연구 개발 및 투자가 필요하다. 이러한 기술 발전을 위한 제도적 지원을 통해 u-Health가 이를 가장 필요로 하는 사람들에게 실질적인 도움이 될 수 있도록 진화시켜 나가야 할 것이다.

참고문헌

1. Ji KY, Kim MK, PARK JH. Demand prospect and market development of u-health. IITA Weekly Technology Trend 2006; 1231
2. Park RW. Development strategies of ubiquitous health care. Journal of the Korean Hospital Association 2005; 34: 84-92.
3. Lee HS, Choi MK, Kim KH. The recognition of medical providers and users on telemedicine. Health Science & Medical Technology 2004; 30: 59-66.
4. Kang SW, Lee SH, Ko YS. Coming the era of u-health. Samsung Economic Research Institute Report 2007; 602: 1-22.



5. Lim JS, Kim CY. Health problems and solving method of island residents. *Korean J of Rural Med* 2002; 27: 7-14.
6. Seoul Metropolitan Fire and Disaster Management Department. The present status of mountain rescue for recent three years, 2006~2008. Seoul Metropolitan Fire and Disaster Management Department's Report 2009.
7. National Emergency Management Agency. SAFE KOREA Column 2008.
8. Samsung Medical Center. <http://www.samsunghospital.com>
9. National Emergency Management Agency. <http://www.nema.go.kr>
10. Lee JK, Lee HY, Lee KS, Jeong ST, Yun JG, Moon JM, Chun BJ, Min YI, Kim JC, Han BH, Kim NK. A clinical analysis of the patients transported by EMS helicopter-In Gwangju and Jeonnam. *J Korean Soc Emerg Med* 2005; 16: 646-653.
11. Park HS, Jeong JW, Lee JW, Cho BG, Kim YI, Kim SK, Yeom SR, Cho SJ. Maritime remote medical advice performed by Emergency Medical Information Center in South Korea. *J Korean Soc Emerg Med* 2007; 18: 1-6.
12. Flesche CW, Jalowy A, Inselmann G. Telemedicine in the maritime environment-hightech with a fine tradition. *Med Klin (Munich)* 2004; 99: 163-168.
13. Anogianakis G, Maglavera S, Pomportsis A, Bountzioukas S, Beltrame F, Orsi G. Medical emergency aid through telematics: design, implementation guidelines and analysis of user requirements for the MERMAID project. *Int J Med Inform* 1998; 52: 93-103.
14. Anogianakis G, Maglavera S, Pomportsis A. Relief for maritime medical emergencies through telematics. *IEEE Trans Inf Technol Biomed* 1998; 2: 254-260.
15. Canals ML, Gomez F, Herrador J. Maritime health in Spain: integrated services are the key. *Int Marit Health* 2001; 52: 104-116.
16. Choi JS. Estimating the economic cost through emergency medical guide to ships on the ocean. Busan Emergency Medical Information Center Report 2009.
17. Crociere Mediterraneo. <http://www.costacrociere.it>
18. TELESAL Project. <http://www.telesal.it>
19. KISTI. Emergency patients on long-haul airline. *Golbal Trends Briefing* 2002.
20. Goodwin T. In-flight medical emergencies: an overview. *BMJ* 2000; 321: 1338-1341.
21. Garrett JS. Experience with 1132 in-flight medical emergencies: what have we learned. Presented at South Californian Institute 1999.
22. Ferrer-Roca O, Diaz De Leon RD, de Latorre FJ, Suarez-Delgado M, Persia LD, Cordo M. Aviation medicine: challenges for telemedicine. *J Telemed Telecare* 2002; 8: 1-4.
23. MedAire, Inc. <http://www.medaire.com/>
24. Kokesh J, Ferguson AS, Patricoski C. Telehealth in Alaska: delivery of health care services from a specialist's perspective. *Int J Circumpolar Health* 2004; 63: 387-400.
25. Lee W. Robotics in laparoscopic surgery. *Hanyang Medical Reviews* 2008; 29: 68-74.
26. Eadie LH, Seifalian AM, Davidson BR. Telemedicine in surgery. *Br J Surg* 2009; 90: 647-658.
27. RYU YH. Need and control method of medical prison. *Korean Society fo Correction Service* 2008; 40: 181-201
28. Hogan DE, Burstein JL, ed. *Disaster medicine*. 1st ed. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins, 2002: 90-103.
29. Morris TJ, Pajak J, Havlik F, Kenyon J, Calcagni D. Battlefield Medical Information System-Tactical (BMIST): The application of mobile computing technologies to support health surveillance in the department of defense. *Telemed J E Health* 2006; 12: 409-416.
30. Merrell RC, Cone SW, Rafiq A. Telemedicine in extreme conditions: disasters, war, remote sites. *Stud Health Technol Inform* 2009; 131: 99-116.
31. Llewellyn CH. The role of telemedicine in disaster medicine. *J Med Syst* 1995; 19: 29-34.
32. Satava R, Angood PB, Harnett B, Macedonia C, Merrell R. The physiologic cipher at altitude: telemedicine and real-time monitoring of climbers on Mount Everest. *Telemed J E Health* 2000; 6: 303-313.
33. Angood PB, Satava R, Doarn C, Merrell R, E3 Group. Telemedicine at the top of the world: the 1998 and 1999 Everest extreme expeditions. *Telemed J E Health* 2000; 6:315-325.
34. Rentschler ME, Platt SR, Berg K, Dumpert J, Oleynikov D, Farritor SM. Miniature in vivo robots for remote and harsh environments. *IEEE Trans Inf Technol Biomed* 2008; 12: 66-75.



Peer Reviewers' Commentary

본 논문은 점차 그 중요성이 부각되는 유헬스에 대하여 가장 필요성이 높은 특수상황에 대한 분류와 그 적용에 대해 기술하였다. 전체적으로 잘 기술되어 있고 주장하는 바가 조직화 되어 있다. 아울러 특수 상황을 5가지로 분류하여 기술한 바, 각각에 대한 간결한 명칭을 붙인다면 분류로서의 가치가 커질 것으로 사료되며 그림에서 외부 기관의 사진을 전제하고 있는 바, 저작권의 문제가 없는지 검토할 필요가 있다고 본다.

[정리: 편집위원회]