



원격의료 실현을 위한 국내 과학기술의 현황과 극복과제

Current Status and Issues of Science and Technology for Telemedicine in Korea

연구위원장

정 용 KAIST 바이오및뇌공학과 교수

연구위원 및 간사

김광준 연세대학교 의과대학 교수

김희평 KAIST 헬스사이언스연구소 연구교수

서준범 울산대학교 의과대학 교수

심재민 고려대학교 의과대학 교수

이경분 서울대학교 의과대학 교수

이원복 이화여자대학교 법학전문대학원 교수

이재호 울산대학교 의과대학 교수

정승은 가톨릭대학교 의과대학 교수

코로나19의 영향으로 사회 각 분야에서 비대면 기술과 서비스가 급격히 성장하고 있다. 의료 분야에서도 이러한 변화가 발생하고 있는데, 특히 원격의료에 대한 관심이 높아지고 있어 관련 학회 설립과 관련 기술과 산업 또한 성장세를 보이고 있다. 하지만 우리나라는 원격医료를 위한 충분한 기술력을 갖추고 있음에도 불구하고 아직 원격의료이 본격적으로 활성화되지 못하고 있다.

원격의료는 의료 서비스 공급자가 정보통신기술을 이용하여 다른 의료인이나 환자에게 의료기술 및 서비스를 제공하는 것을 말한다. 원격의료는 시공간적 제약을 해소할 수 있고 환자의 의료 접근성을 높일 수 있다는 점에서 매우 긍정적인 형태의 의료 서비스라고 할 수 있다. 하지만 일부 전문가들은 원격의료로 인한 의료의 질 및 안전성 저하, 의료남용, 의료전달체계 붕괴 가능성 등에 대한 우려를 나타내고 있기도 하다. 때문에 원격의료의 실현을 위해서는 관련 법·제도의 개선이 필요하며, 원격의료의 안전성에 대한 검증과 관련 분야 간의 충분한 논의와 사회적 합의 등이 선행되어야 한다.

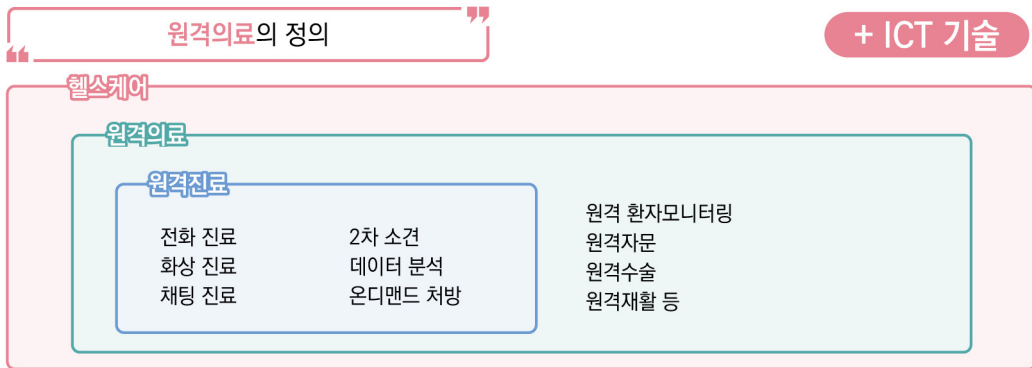
한국과학기술한림원은 의료의 본질을 지키고, 동시에 시대적 변화에 맞춰 갈 수 있는 의료 서비스를 제공하기 위한 방안을 모색하기 위해 본 정책과제를 수행하였다. 이를 통하여 모든 국민에게 안전하고 편리한 의료 서비스를 제공하기 위한 노력이 필요함을 확인·강조하고자 하며, 의료계, 법조계, 과학기술계 등 관련 분야 전문가들은 원격의료의 개념, 과학기술을 통한 원격의료의 안전성 확보방안, 관련 법·제도의 개선방향에 대한 합의 방안을 제시하고자 하였다. 이번 한림원의 정책과제에서 연구한 내용들을 바탕으로 더 많은 국민에게 안전하고 편리한 의료 서비스를 제공하기 위한 원격의료의 방향을 제안하고자 한다.

1. 전 세계적으로 원격의료에 대한 관심이 높아지고 관련 기술들이 발전하고 있으나, 우리나라는 아직 원격의료이 활성화되지 못하고 있다.

의료법상 원격의료의 정의는 의료인(의료업에 종사하는 의사, 치과의사, 한의사만 해당)이 컴퓨터, 화상통신 등 정보통신기술을 활용하여 원격지에 있는 의료인에게 의료지식이나 기술을 지원하는 것을 말한다. 그러나 일반적으로 원격의료에는 원격으로 환자데이터를 모니터링하거나 자문하는 행위, 로봇을 활용하거나 다른 의사와의 협진을 통한 원격수술, 그리고 원격으로 진료하고 처방을 내리는 원격진료(비대면 진료)가 포함된다.

원격의료 실현을 위한 국내 과학기술의 현황과 극복과제

Current Status and Issues of Science and Technology
for Telemedicine in Korea



미국의 경우 1990년대부터 원격의료이 본격적으로 활성화되었고, 현재는 원격의료이 법적으로 허용되고 있다. 특히 미국에서는 코로나19로 인해 화상을 통한 원격진료가 급증하는 등 원격진료의 비율이 급격하게 증가하였다. 영국에서도 애플리케이션을 통한 원격진료를 원격의료로 인정하고 있으며 일본, 중국 등을 비롯한 세계 여러 국가에서도 원격진료를 포함한 원격의료 서비스가 확대되고 있다.

그러나 우리나라는 정책적으로 원격医료를 적극 추진하고 있음에도 아직 원격의료이 활성화되지 못하고 있다. 특히 원격진료는 이루어지지 못하고 있으며, 원격의료 자문, 원격의료 판독 및 원격의료 모니터링을 시행하는 수준에 머무르고 있으며 용어도 법률적 등의 이유로 원격진료보다는 비대면 진료라는 용어로 통용하고 있다.

2. 원격진료에서 활용하는 환자 진찰 기기와 검사 기술에 대한 개발과 적용이 필요하다.

원격진료에서 진찰과 검사 기기의 기술적 발전과 한계는 서비스의 편의성과 확장이라는 점에서 매우 중요하며, 이들 기술의 성숙도에 따라 원격진료의 형태가 결정될 수 있다. 환자가 자유로운 공간에서 의료진에게 진찰받을 수 있도록 의료기기가, 작고 이동이 가능하고 연결성이 뛰어난 진찰 기기와 기술을 개발, 적용하여야 한다.

3. 원격 모니터링의 장점이 널리 적용되기 위해서는 협력과 노력이 필요하다.

환자의 상태를 원격에서 모니터링하는 원격 모니터링 형태의 원격진료는 만성 심장질환자나 만성 호흡기질환자 등에 활용된다. 원격 모니터링은 일상생활에서 지속적인 모니터링을 통해 생명을 위협하는 상태 또는 중대한 사건을 빨리 진단할 수 있고, 불필요한 입원을 줄이거나 자가 치료를 가능하게 해서 의료비를 절감할 수 있다. 원격 모니터링 기술의 발전은 매우 빠른 속도로 진행되고 있지만 원격 모니터링이 널리 적용되기 어렵게 만드는 기술적 장벽들이 있다. 제도적인 문제, 개인정보보호의 문제, 의료수가 산정 등이 충분한 논의를 거쳐 해결되어야 원격 모니터링의 잠재력이 충분히 발휘될 수 있을 것으로 보인다.

4. 원격의료에 맞는 의무기록 시스템을 개발하고 표준화하여야 한다.

원격진료에서 의사가 환자와 더 효과적으로 의사소통하고 효율적으로 치료하며, 그러한 내용이 데이터로 저장될 수 있는 의무기록 시스템이 개발되고 표준화되어 활용되어야 한다. 원격진료는 대면진료 환경과 최대한 유사하게 구현하는 방식으로 발전될 것인데 이 과정에서 일어나는 환자와 의사의 대화를 효율적으로 기록할 기술을 개발하여야 한다. 이를 위해 영상과 관련된 인공지능 기술이나 의료녹취 시스템 등의 새로운 의무기록 보조 혹은 지원 기술들을 적용하여야 한다.

5. 국민보건향상에 도움이 되는 원격판독을 위해서는 의료영상의 생산, 전달, 최종판독소견서의 질까지 제대로 된 관리가 필요하고, 안전성, 보안성을 담보할 수 있는 기술적 요소 발굴과 제도적 보완이 필요하다.

원격판독은 현 법령 하에도 인정이 되고, 영상데이터 전달, 영상 공유 등이 기술적으로는 문제없이 진행되고 있으며, 클라우드 기반 PACS 솔루션이 개발됨으로써 외부 기관으로 판독을 의뢰하는 원격진료가 문제없이 진행되고 있다. 영상의학 진단과 달리 원격병리판독은 현미경 이미지를 스캔하여야 하는 과정이 필요하여 아직 활성화되고 있지 않지만 고속 스캐너 기술 및 빅데이터에 적합한 정보통신기술을 기반으로 디지털 자료 및 기기를 통한 진단 방식이 기존의 현미경 진단을 대체하는 시대적 변화에 맞추어 원격병리는

새로운 전환점에 들어서 있다. 원격병리판독은 기존 업무 방식의 단점을 보완하면서, 사용자의 참여를 끌어들이 수 있는 기술적 요소 발굴과 제도적 보완이 필요하다.

국민보건향상에 도움이 되는 원격판독을 위해서는 영상진단과 병리진단 모두 의료영상의 생산, 전달, 최종판독 소견서의 질까지 제대로 된 관리가 되어야 하고 정부와 과학기술계 의료계에서는 적절한 가이드라인 등을 만들어 의료의 질을 확보하면서 안전성, 보안성을 담보할 수 있는 원격의료가 될 수 있도록 노력하는 것이 요구된다.

6. 원격진료는 인공지능 기술 활용과 함께, 기술 적용에 대한 사회적 합의가 필요하다.

원격의료는 환자의 일상적 데이터의 획득뿐 아니라 이를 기존의 진료 데이터와 통합하고 분석하는 자동화된 통합, 분석기술이 요구된다. 또한 원격진료에 따른 공간적인 제한성 및 이로 인한 진료에 있어서의 약점을 극복하고 디지털 인터페이스를 통한 추가적인 정보를 제공할 기술적인 보완이 필요하다. 인공지능 기술은 이러한 문제를 극복할 핵심기술로 간주된다. 그러나 인공지능 기술을 활용한 원격의료는 기존의 의료진과 환자 간의 의사소통, 의료 서비스의 제공방식 등에 변화를 수반하게 된다. 이는 기존 의료종사자의 역할과 필요성을 변화시킬 것이므로 이러한 기술의 적용은 적용 단계의 신중한 고려와 사회적 합의가 필요하다.

7. 원격의료 실현을 위한 법·제도 개선이 필요하다.

우리나라는 현행법상 아직 원격의료 중 비대면 진료가 허용되지 않고 있다. 코로나19로 인해 한정적으로 허용되고 있는 비대면 진료를 합법화하기 위해서는 관련법 개정이 필요하다. 아울러 비대면 진료 관련 수가 정책, 환자 본인 확인, 의약품 비대면 구매, 진료장면 녹화, 의료시설 기준의 완화, 의료인의 책임에 대한 특칙, 개인정보보호와 관련된 법제도 또한 함께 개정되어야 한다. 정부 차원의 올바른 의료정책, 지불제도 정비, 원격의료 관련 기술의 표준화, 정보보안 강화, 법률 제정 등의 조치가 병행될 때 원격의료가 본격적으로 활성화될 수 있을 것이다.

I	정책보고서의 필요성과 구성	15
II	원격의료의 개념과 현황 및 미래기술	19
	1. 원격의료의 정의	21
	2. 원격의료에 필요한 과학기술	24
	3. 비대면 진료에서 우리가 필요한 것들	26
	4. 원격의료의 이해관계자	28
III	원격의료의 기술적 제한점과 해결방안	33
	1. 비대면 진료를 위한 진찰 및 임상검사	34
	가. 원격 진찰 기술	35
	나. 임상검사 기기	42
	다. 원격 진찰 및 검사의 한계와 원격진료의 형태	47
	2. 원격 환자 모니터링(Remote Patient Monitoring)	52
	가. 원격 모니터링의 현황	53
	나. 심혈관계 질환의 원격 모니터링	54
	다. 비심혈관계 질환의 원격 모니터링	61
	라. 원격 모니터링의 장점 및 한계점	62
	3. 원격의료와 전자 의무기록	68
	가. 원격의료 의무기록의 중요성	69
	나. 비대면 진료 의무기록과 기존 의무기록의 차이점	70
	다. 비대면 진료 의무기록의 특성과 중요성	72



라. 원격의료에 적합한 전자의무기록(Electrical health record, EHR)	73
마. 의무기록의 상호 운용성을 통한 일반적인 원격의료 문제 해결	73
바. 원격의료와 의무기록의 미래	74
4. 영상데이터 전달	76
가. 영상 공유 방법	76
나. 원격판독(Teleradiology) 기술과 현황	78
다. 클라우드에서의 영상 공유	82
라. 진료정보교류 시스템	83
마. 비대면 진료에서의 영상 전달	83
바. 원격의료의 영상과 인공지능	84
5. 원격병리	87
가. 원격병리의 역사 및 현황	88
나. 원격병리 서비스의 임상 활용	91
다. 원격병리를 위한 가이드라인 및 기술적 고려사항	94
라. 원격병리의 한계점	96

Ⅳ 원격의료에서 인공지능 기술의 활용	99
1. 인공지능 기술의 원격의료 적용	101
2. 인공지능 기술 적용의 문제점 및 전망	103

Ⅴ 원격의료 정책 및 과학기술 육성에 대한 각국의 현황	107
1. 국내·외 시장현황	108
2. 원격의료 정책 및 과학기술 육성에 대한 각국의 현황	110
3. 원격의료 관련 산업화를 위한 규제 변화	118

목 차 Contents

VI	원격의료 실시 환경의 제도적 쟁점들	121
	1. 의료법의 원격의료 규정과 법원의 해석	122
	2. 원격진료를 허용하기 전 필요한 제도적 정비	127
VII	정책제안	135
	1. 원격의료의 실현을 위한 의학적 검증과 과학기술 개발이 필요함	136
	2. 원격의료 실현을 위한 법·제도 개선과 사회적 합의가 필요함	137
	용어정리	139



표목차

〈표 3.1〉 국내에서 사용 가능한 심전도 기반 착용형 기기(wearable devices)	59
〈표 3.2〉 원격판독을 위한 대한영상의학회 가이드라인	80
〈표 3.3〉 현행 원격판독 기관의 실행 현황	82
〈표 3.4〉 원격병리 연혁	88
〈표 3.5〉 원격병리 전달 방법 비교 자료	91
〈표 3.6〉 원격병리 활용의 장점 및 한계점	93
〈표 3.7〉 국가별 디지털 병리 가이드라인 및 관련 지침 현황	94
〈표 5.1〉 코로나19 이후, 원격의료 정책 및 과학기술 육성에 대한 각국의 현황	117

목 차 Contents

그림목차

〈그림 2.1〉 원격의료와 원격진료의 개념	22
〈그림 2.2〉 원격의료 정의를 위한 고려사항	23
〈그림 2.3〉 원격医료를 위한 과학기술 및 관련 산업 분야	26
〈그림 2.4〉 원격의료 관련 이해관계자의 구성	29
〈그림 3.1〉 디지털 청진기 예	35
〈그림 3.2〉 휴대용 초음파 예	36
〈그림 3.3〉 블루투스(Bluetooth) 가정용 혈압계 예	37
〈그림 3.4〉 손목시계형 혈압계 예(Biobeat BB-613WP)	38
〈그림 3.5〉 맥박 산소측정기 예	39
〈그림 3.6〉 홈 원격진료 키트(Kit) 예, 진찰 카메라, 체온계, 검이경, 청진기, 설압자	40
〈그림 3.7〉 스마트폰 기반 검이경 예	41
〈그림 3.8〉 원격 심전도 측정 기기 예	42
〈그림 3.9〉 스마트폰 기반의 망막촬영 기기 예	44
〈그림 3.10〉 다양한 가정용 현장진료기기 예	46
〈그림 3.11〉 원격 모니터링 필수 요소 및 심혈관질환의 적용	53
〈그림 3.12〉 MyCareLink Heart 모바일 애플리케이션	55
〈그림 3.13〉 원격 모니터링의 장점 및 현 의료 시스템 적용의 한계점 및 고려사항	64
〈그림 3.14〉 원격의료에 사용되는 의무기록의 예	70
〈그림 3.15〉 의료진을 위한 연속혈당 데이터 시각화 도구 및 뷰어, 클루뷰	71
〈그림 3.16〉 원격판독 개념도	79



〈그림 3.17〉 국가결핵 원격판독 시스템 연계 레이아웃 구성	81
〈그림 3.18〉 전체 슬라이드 이미지(WSI)	90
〈그림 3.19〉 병리와 진료정보 교류 시나리오	92
〈그림 4.1〉 인공지능을 활용한 원격의료의 핵심 개념	101

**원격의료 실현을 위한
국내 과학기술의 현황과 극복과제**

Current Status and Issues of Science and Technology
for Telemedicine in Korea

I. 정책보고서의 필요성과 구성

I

Chapter

정책보고서의 필요성과 구성

원격의료란 의료 서비스 공급자가 정보통신기술을 이용해 다른 의료인 또는 환자에게 비대면으로 의료 서비스를 제공하는 것이라고 정의할 수 있다. 이는 제한된 자원인 의료 서비스의 공간적인 그리고 일부 시간적인 한계를 넘음으로써 의료의 접근성을 높이게 된다. 처음 원격의료의 개념은 충분한 의료 서비스를 제공받기가 어려운 지역 거주민을 대상으로 제안된 것으로, 미국, 호주와 같이 의료기관과 거주민들 간의 물리적 거리가 큰 국가에서부터 관련 기술과 시장이 발전하였다. 하지만 지난 2020년 3월, 세계보건기구(WHO)에서 코로나19에 대하여 세계적인 전염병 대유행인 ‘팬데믹’을 선언한 후 전 세계는 빠르게 비대면의 사회로 전환되었고, 그에 우리의 삶도 대면보다 비대면, 온라인 위주로 변화하였다. 즉, 원격이라는 단어가 가지는 물리적 거리의 의미가 비대면의 의미로 확장이 되었다. 한국에서 원격의료에 대해서는 2002년 의료법 개정을 통해 의료인(의료업에 종사하는 의사, 치과의사, 한의사만 해당)이 컴퓨터, 화상통신 등 정보통신기술을 활용하여 먼 곳에 있는 의료인에게 의료지식이나 기술을 지원하는 것’으로 정의하고 법제화하였으나 법규에서 보듯이 기본적인 의료인과 의료인 사이의 자문이나 원격 영상 판독 등에 머물러 있으며 의료인과 환자 간의 진료는 불법으로 보고 있다. 이렇듯 한국에서 잠잠하던 원격의료 이슈가 코로나19 상황에서 다시 재조명되고 있다. 재택근무나 원격교육, 공연 등 사회의 다양한 분야가 비대면 또는 원격으로 시행되고 있는 상황에서 한국에서 원격의료에 대해서는 정부가 비대면 진료를 포함한 비대면 서비스의 활성화 등을 통해 적극적으로 추진하고 있으나 의료계, 일부 시민단체의 반대와 많은 논란으로 매우 제한적으로 적용되고 있다. 그러나 코로나19 상황으로 2020년 2월 말부터 전화 진료를 한시적으로 허용하면서 이에 대한 경험과 데이터들이 확보되고 있다.

현재의 이런 상황에도 불구하고 원격의료의 가까운 미래에 널리 활용될 것이라는 점에는 이견이 없을 것이다. 이는 기본적으로 환자의 입장에서 편리성을 추구하는 것을 선호하게 되고 이미 식당, 쇼핑, 금융 등 다른 서비스에서 원격으로 서비스를 받은 경험에 따라 시장의 선택을 받게 될 것이다. 또한, 관련된 기술, 기기들이 개발되고 이미 미국 등에서는 서비스들이 시장에 나와 있다. 이러한 새로운 기술들이 사회의 변화를 이끌 것으로 기대된다. 또한 코로나19 상황으로 인해 비대면이 필요한 상황이 더해지고, 이를 통해 비대면 진료에 경험이 생기면서 그동안 막연히 우려하던 문제들에 대한 실질적인 쌓게 됨에 따라 원격의료에 대한 활발한 논의와 도입이 촉진될 것으로 기대된다.

원격의료에 관련하여 환자와 의료인, 정부, 보험공단, 의료기기 기업, 플랫폼 기업 등 여러 이해관계자들이 다른 입장을 가지고 있을 것이다. 그러나 각자의 입장보다는 환자의 질병의 치료나 건강의 보호라는 의료의 본질을 잊지 말아야 할 것이다. 환자의 입장에서는 당연히 필요할 때 적절한 의료 서비스를 저렴한 비용으로 제공받고 싶을 것이다. 그러나 의료라는 재화의 한계로 이러한 수요를 채워주지 못하고 있다. 이러한 차이를 과학기술을 통해 채워야 할 것이며 이 중 원격의료의 중요한 역할을 할 것으로 기대된다.

본 정책과제 보고서에서는 원격의료의 개념과 현황 및 미래기술 소개를 시작으로 원격진료를 위한 진찰 및 임상검사와 원격医료를 수행하기 위해 필요한 기술인 원격 환자 모니터링, 원격의료와 전자 의무기록, 원격병리, 그리고 원격의료에서 인공지능 기술의 활용에 대하여 현황, 문제점, 개선사항 등에 대해서 소개를 하며 마지막으로 원격의료 정책 및 과학기술 육성에 대한 각국의 현황, 원격의료 실시 환경의 제도적 쟁점들의 소개로 구성되어 있다.

마지막으로, 결론 및 정책제안의 순서로 작성되었고 말미에 원격의료에 관련된 용어를 포함하여 이후 원격의료에 대한 기술지원 및 법적, 제도적 정책 지원 등에 참고할 수 있도록 구성하였다.

**원격의료 실현을 위한
국내 과학기술의 현황과 극복과제**

Current Status and Issues of Science and Technology
for Telemedicine in Korea

II. 원격의료의 개념과 현황 및 미래기술

II

Chapter

원격의료의 개념과 현황 및 미래기술

서론

원격의료의 이해를 위해서는 기본적으로 의료에 대한 이해가 선행되어야 한다. 원격의료에 대해 다루기 전에 먼저 의료와 의료 서비스에 대한 정의와 의료 서비스가 다른 서비스와 어떤 차이가 있는지에 대해 소개하고자 한다.

‘의료(醫療)’란 사전적으로는 의술로 병을 고치는 일을 얘기한다고 할 수 있다. 이를 목적으로 하는 서비스를 의료 서비스라 할 수 있고 이는 기본적으로 건강의 보호와 향상을 일차적인 목표로 한다. 예전에는 주로 의료인들이 환자를 대상으로 질병의 진단, 치료하는 과정으로 여겨졌으나 최근에는 의료인 외에도 다양한 주체들이 정상인을 대상으로 건강을 증진하고 질병을 예방하는 과정과 장애를 대상으로 한 재활을 포함한다. 이럴 경우 의료 서비스를 헬스케어 또는 보건의료 서비스라고 할 수 있고 이는 사회의 일반적인 서비스들과의 다른 사회 경제적 특성이 있으며 이를 아래와 같이 정리할 수 있다.

첫 번째는 수요의 불확실성이다. 즉, 언제, 어디서 수요가 발생할지 예측이 어렵다는 점이다. 이번 코로나19 상황에서도 보듯이 환자가 갑자기 급증하게 되자, 일부 국가에서 공급의 한계를 넘어 의료 시스템의 붕괴를 가져옴을 경험했다. 결국 평상시에 어느 정도의 공급 기반을 확보하고 있어야 하는 점과 연결되었지만, 평소에 이러한 비상시를 위해 설치와 유지에 많은 비용이 드는 공급 시스템을 대량으로 유지하는 것도 적절하지 않다. 이는 보건의료 서비스의 두 번째 특성인 환자의 수가 늘어난다고 바로 공급을 늘릴 수 없다는 공급의 비탄력성과도 연결되어 있다. 의료인력 양성에 많은 시간이 소요되고 의료기자재들도 사람의 목숨을 다룬다는 점에서 인허가 등의 기간 및 비용이 많이 드는 우량 자재이기 때문이다. 또한 세 번째 특성이 기본적으로 사람이 직접 해야만 하는 노동집약적인 성격을 가지고 있다는 것이다. 더구나 보건의료에 종사를 하기 위해서는 장시간의 교육 훈련 과정을 통한 전문성이 요구되고 이에 따라 면허제도를 통해 관리를 하고 독점성을 주어 시장의 자유로운 진입을 제한하고 있다. 네 번째 특성은 정보의 비대칭성이다. 보건의료 분야의 전문성 때문에 환자 또는 소비자의 정보는 공급자에 비해 제한적일 수밖에 없다. 이러한 특성은 다른 재화와 달리 재화의

사용을 소비자가 본인의 필요에 따라서 결정하는 것이 아니라 공급자인 의료인의 의해서 사용 여부가 결정되게 된다. 이러한 특성을 보건의료인의 수의 조절과 관련이 되는데 최근 공공의과대학 증설 등의 이슈 등에서 논의되었듯이 많은 수의 보건의료인이 공급되면 접근성 등의 측면에서 좋을 것 같지만 이에 따른 의료소비가 같이 증가할 수밖에 없어 단순히 양적으로 많은 것이 좋다고는 할 수 없다. 또 하나의 특성이 외부효과가 있다는 점이다. 이는 대부분의 서비스는 사용자가 편익을 취하게 되나, 의료는 사용자 이외의 사람들에게도 편익이 돌아간다는 개념이다. 쉬운 예가 코로나19의 백신을 이용한 집단면역의 개념이다. 즉 전체 인구의 7~80%의 정도 인구만 백신을 맞더라도 사회 전체적으로 집단면역을 이룰 수 있고 이 상황에서는 백신을 맞지 않은 나머지 인구들도 감염의 기회가 줄어드는 편익을 취할 수 있게 된다.

본론

1 원격의료의 정의

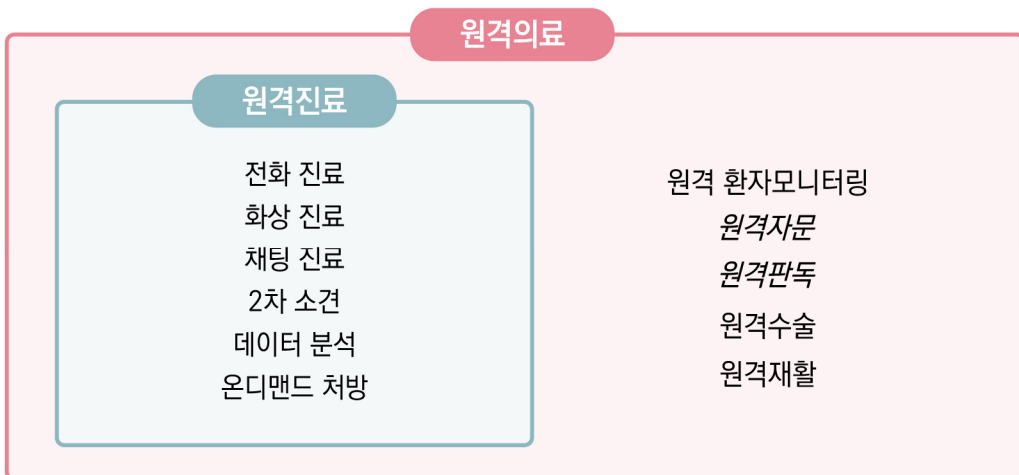
원격의료(Telemedicine)는 서론에서 소개한 바와 같이 의료 서비스 공급자가 정보통신기술을 이용해 다른 의료인 또는 환자에게 비대면 또는 온라인 대면 방식으로 의료 서비스를 제공하는 것이라고 정의할 수 있다. 이러한 점으로 인해 기본적으로 기존 진료의 공간적 그리고 일부분 시간적 제한을 극복할 수 있다. 의료법에서는 ‘의료기술을 활용하여 먼 곳에 있는 의료인에게 의료지식이나 기술을 지원하는 것’으로 정의되어 있다. 그러나 이러한 법률적 정의는 실제 원격의료의 개념과는 거리가 있고 한국의 상황이 반영된 협소한 정의라고 할 수 있다. 대표적인 것이 의료인과 의료인 사이의 자문이나 판독 등에 국한되어 있다는 점으로 흔히 원격의료하면 대표적으로 떠올리는 형태인 의료인과 환자 간의 원격진료는 허용되지 않고 있다. 다시 말해 불법이 된다.

의료보다 넓은 범위의 개념인 헬스케어(healthcare)에 대한 이해도 필요하다. 이는 의료인에 의해 수행되는 질병의 예방, 진단, 치료를 진행하는 의료 외에 영양이나 운동 등 건강 관리를 포함한다. 헬스케어 분야에 다양한 방식으로 디지털 기술의 적용이 되고 있으며 이를 디지털 헬스케어(digital healthcare)라고 하며 이 중 스마트폰 등 모바일 기술을 활용하는 경우를 모바일 헬스케어라고 한다. 원격의료는 앞에서 기술한 고전적인 의료의 특성을 그대로 반영하는 면도 있지만 원격의료만의 새로운 특성을 보일 것으로 예상된다. 원격医료를 다루기 전에 원격의료의 정의와 관련된 용어들에 대한 정의가 필요하다. 이는 현재까지 원격의료에 대한 사회적 합의나 진전이 더딘 이유도 관련된 많은 논의들이 명확하지 않은 정의를 대상으로 이루어지고 있는 점이 크다고 할 수 있다.



유사한 개념으로 인터넷 발전과 함께 사용된 e-health라는 용어가 있는데 이는 2004년 WHO에서는 보건 분야에서 보건의료를 지역 및 원거리에 지원하기 위하여 디지털 데이터를 활용하는 것으로 정의하여 원격의료와 거의 동일한 개념으로 보인다. 그 외 u-health는 ubiquitous, 즉 어디에서나 가능한 헬스케어란 개념으로서 스마트폰(예전 휴대폰)을 중심으로 휴대용 생체신호 취득장비(혈당계, 혈압계, 심전도 등)를 통해 환자가 어디에 있던 이를 활용하여 보건의료 서비스를 받는다는 개념이다. 따라서 원격의료에 내용 중 원격환자모니터링, 모바일 헬스 등의 개념을 포함한 것으로 보인다. 이제는 이러한 용어들을 포괄적으로 모두 세계적으로 디지털 헬스케어(digital healthcare)라는 용어를 사용하는 추세이다.

의료에는 예방, 진단, 치료 등 다양한 영역이 있듯이 원격의료에도 이러한 영역 중 원격으로 가능하거나 아직 기술적으로 어렵더라도 가능성이 있는 모든 분야를 포괄한다고 할 수 있다. 즉, 원격으로 진찰을 하는 원격진료 외에도 디지털 기술의 도입에 따라 병원 외부에서 다양한 기기로 여러 생체신호의 측정이 가능해짐에 따라 나타난 원격 모니터링(remote patient monitoring)이 대표적인 예가 되겠다. 그리고 이미 우리나라에서도 활용되고 있는 원격자문, 원격판독이 있고 가까운 미래에 가능할 것으로 보이는 원격수술, 원격재활 등도 포함된다고 할 수 있다(〈그림 2.1〉). 미국 등에서는 비즈니스 모델로 나와 있는 항목으로는 2차 소견을 원격으로 진행하는 것과 특정 분야 질병(발기부전, 탈모 등 대면에 부담이 있는 질병 위주)에 대한 처방 여부만 결정하는 온디맨드 처방 등이 있다. 부록에 원격의료에 관련된 용어들을 정리하였다.



이탤릭체는 현재 법적으로 가능한 항목임. 코로나19 상황으로 2021년 2월 이후 일시적으로 전화 진료가 비대면 진료라는 명칭으로 허용되고 있음. (최윤섭, 2020)에서 수정함.

〈그림 2.1〉 원격의료와 원격진료의 개념

우리나라에서 가장 이슈가 되는 내용은 의사가 외래에서 환자를 직접 진료하는 것을 원격으로 수행하는 원격진료(virtual visit)라고 할 수 있다. 즉, 전화나 화상, 문자메시지, 채팅, 이메일 등 통신기술을 이용하여 원거리에서 실시간 또는 시간 차이를 두고 진료를 하는 것이라 정의할 수 있다. 앞서 말한 바와 같이 의료법상에서는 의료인과 환자 간의 원격의료, 즉 원격진료는 불법이다. 이에 따라 최근 정부에서는 2019년에는 ‘스마트 진료’란 용어를 사용하다가 최근에는 ‘비대면 진료’라는 용어를 사용하고 있다. 그러나 대면이 없는 것이 아니라 온라인으로 대면이 이루어지는 것이므로 이 또한 적절한 용어가 아닐 수 있다. 기술적으로는 원격진료를 전화나 화상 진료 같이 실시간에 쌍방향으로 이루어지는 동기화(synchronous) 방식과 저장된 정보를 전송하여 따로 진료가 이루어지는 비동기화(asynchronous, store and forward) 방식으로 구분한다.

원격의료의 정의는 또한 <그림 2.2>에서 보듯이 누가, 누구에게, 언제, 무엇을 어떻게 하느냐에 따라 다양한 조합이 가능하다. 따라서 원격의료 또는 원격진료의 논의를 진행할 때 이러한 조합에서 어떠한 조합을 염두에 두고 하든지, 아니면 현재 가능한 조합을 찾아야 할 것이다.

이러한 원격의료와 원격진료가 혼동되어 논의가 되는 것이 원격의료의 도입을 막는 중요한 요인이다. 따라서 관련된 용어의 이해와 합의를 바탕으로 모든 논의가 이루어져야 할 것이다. 본 보고서에서는 ‘원격진료’라는 용어를 정부 시책에 맞추어 ‘비대면 진료’라는 용어로 사용하고자 한다. 다만 외국사례의 경우나 특정한 경우에는 원격진료라는 용어를 혼용하여 사용하였다.

원격의료의 정의?

누가	누구에게	언제	무엇을	어떻게
모든 의사 1차 병원 의사 지역별 의사 지역 주치의 + 원격의료 자격 AI의사	모든 환자 만성질환 환자 지역별 환자 감염질환 환자 격오지 환자	항상 초진/재진 팬데믹 상황	진단 및 처방 교육 및 상담 내원 안내 단순 모니터링	문자 음성 전화 화상 전화 + 웨어러블 챗봇 AI스피커 + 인공지능

(최윤섭 DPH아카데미)에서 수정함.

<그림 2.2> 원격의료 정의를 위한 고려사항

2 원격의료에 필요한 과학기술

원격의료에 필요한 기술을 몇 가지 요소를 중심으로 기술하고자 한다. 고집적회로 기술의 발전으로 인하여, 기기를 운용하고 관리하는 시스템 및 메모리 반도체가 작아짐에 따라 20년 전에 대두되었던 유비쿼터스 개념이 지난 10년간 빠르게 산업에 적용되고 있으며, 웨어러블, 포터블 기기를 언제, 어디서든 사용 또는 측정, 실시간 전송이 가능한 시대로 도래했다. 이로 인해, 많은 정보들은 디지털화가 되었고 사용 가능한 정보들이 많아져 빅데이터를 사용한 새로운 지식의 발견이 가능해졌다. 이처럼, 원격의료를 위한 제반기술들은 모두 갖춰진 상황에서 실제 원격의료를 사용하려면 몇 가지 세부적인 기술에 대하여 연구개발이 필요한 상황이다.

첫 번째로 환자의 생체정보를 원격으로 얻는 원격 모니터링이나 웨어러블 디바이스에 필요한 센서에 관련된 기술이다. 우선은 건강의 모니터링, 질병의 진단을 위해 어떤 지표를 측정해야 하는 점이 임상적으로 명확하게 정의가 되어야 한다. 병원에서 측정이 가능한 많은 지표들이 이미 임상적으로 확립되었다. 그러나 병원 이외의 장소에서의 측정을 위해서는 침습도의 제한 등으로 같은 기술을 적용하기는 어려우나 실생활 가운데에서 측정된 정보를 얻을 수 있다는 장점이 있다. 측정 기술 측면에서 생화학적 기반, 광학 기반, 전기적 기술 기반 등 더 정확하고 해상도나 민감성이 높은 방식의 도입이 가능하고 소형화, 무선, 전력소모 최소화, 측정의 용이성 등에서 개선이 되고 있다. 그리고 이러한 센서를 통해 24시간 지속하여 정보를 측정하는 것이 이상적일 수 있으나, 이에선 사용자의 순응도, 배터리, 데이터 양 등에서 제한이 있기 때문에 측정 지표를 어느 상황에서 얼마나 자주 측정해야 임상적으로 적절한지에 대한 근거가 필요하다. 또한 어떤 질환에서 예방이나 조기진단 및 추적을 위해서 임상적으로 어떤 지표를 측정하는 것이 필요한지 결정하는 것이 중요하다. 더 중요한 것은 의학적, 기술적 안전성의 확보다. 의학적 안전성 문제는 원격의료라는 수단을 이용하여 의료행위를 했을 때 발생할 수 있는 오진 및 의료 사고의 발생 위험성을 말하며, 이는 향후 원격의료의 활발히 진행됨에 따라, 이해당사자 간의 법적인 문제가 발생할 경우 책임 소재 이슈가 가능하기에 서비스를 제공하는 입장에서 이를 가장 크게 고려해야 한다. 기술적 안전성은 원격의료의 필수요소인 정보통신기술과 인터넷 네트워크 등을 이용하는 과정에서 해킹과 같은 개인건강정보 보안 문제, 측정과 측정 기기의 정확성 문제, 의료인과 환자의 본인 식별 문제 등으로 인해 환자의 건강에 대한 안전성을 담보할 수 없게 되는 것을 말한다. 더불어, 집 또는 원격지에서 모니터링 기기를 사용하는 사용자를 고려해야 한다. 원격 모니터링 기기의 측정의 정확성이 아무리 높다고 하더라도, 이를 사용하는 사용자가 어떻게 측정하느냐에 따라 제대로 된 정보 수집이 되지 않을 수 있다. 즉, 휴먼에러가 발생할 수 있다. 이에, 원격 모니터링 기기 및 원격의료를 사용하기 위해서 사용자에게 적절한 기초 또는 사용 교육도 필요하다.

두 번째로, 임상적 유효성과 정책적 유효성을 갖춰야 한다. 임상적 유효성은 원격의료의 대면 진료와 동등하게 또는 인정할 수 있는 수준의 임상적 효과(환자 질환의 호전)를 가져오느냐 하는 것이다. 즉, 임상 실험을 통해 나온 결과라야 신뢰성 있는 타당한 임상적 효과라고 할 수 있다. 정책적 유효성은 원격의료 도입 필요성 중 하나인 의료접근성 문제가 원격의료 도입으로 해결되는가를 고려해야 한다. 한국의 의료접근성은 매우 좋으며, 실질적인 혜택을 받을 수 있는 도서산간·벽지에 거주하는 만성질환자를 위한 의약품 택배는 아직 언급조차 하지 않고 있다. 또한 도서산간·벽지에 거주하는 주민들은 대부분 고령층이기에 정보통신기술(스마트폰, PC, 디지털 생체측정 기기 등)에 대한 접근성 격차 문제를 가지고 있기에 이러한 디지털 리터러시 역시 고려해야 한다.

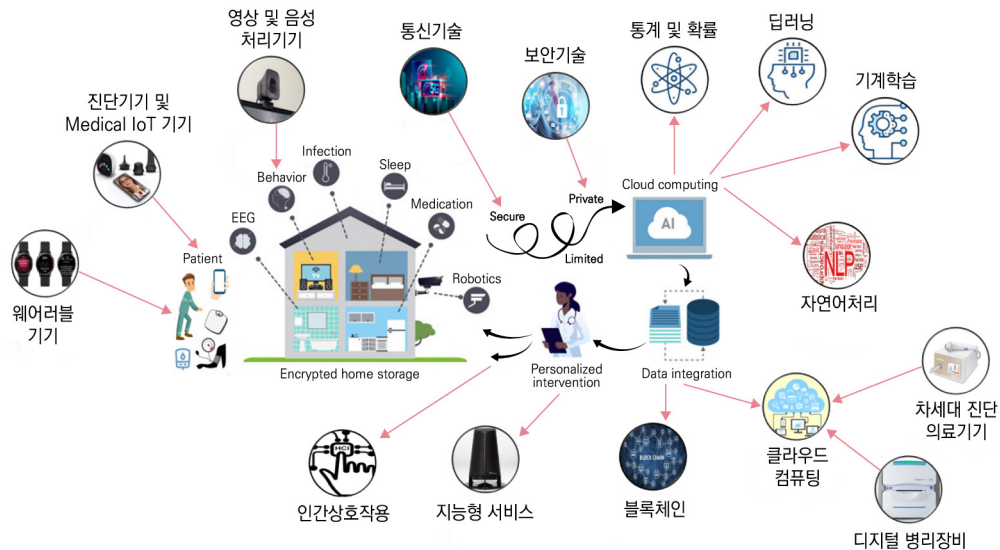
세 번째로, 데이터의 형식, 보안, 저장 방법, 전달 방법 및 분석과 활용 체계 구축을 들 수 있다. 데이터 형식 관련하여서는 호환성을 위해 데이터 표준화에 대한 많은 노력이 있었다. 의료영상의 경우는 의료영상국제표준(digital Imaging and Communications in Medicine, DICOM), HL7 임상문서구조(clinical document architecture, CDA) 등의 표준이 있다. 그러나 연속 심전도, 뇌전도 등 시계열 데이터나 환자유래의료 데이터(patient generated health data, PGHD) 등 새로운 방식 및 형식으로 얻어지는 데이터 등에 대한 표준화가 필요하다. 또한 이렇게 모이는 많은 데이터를 의사가 모두 보고 분석하기는 불가능하기 때문에 의학적으로 중요한 부분만을 찾아내고 분석하고, 의사와 환자에게 직관적 설명이 가능하게 하도록 맞춤형 서비스화하는 작업이 필요하다. 따라서 이러한 임상 데이터를 이해하고 분석할 수 있는 의사와 분석가의 협업이 중요할 것이다. 특히 환자의 데이터가 분산되어 있기 때문에 이를 통합하는 과정이 필요하며 이들 빅데이터를 자동으로 분석하고 학습하는 인공지능(AI) 기술의 적용이 필요하다.

마지막으로 빅데이터의 저장과 공유와 보안 이슈 해소가 필요하다. 수많은 의료 개인 데이터의 처리 방법도 고민해야 한다. 서비스 제공자는 환자의 수많은 종류의 데이터 중 어떤 데이터를 어느 지점까지 동료 의사와 혹은 보험회사와 공유하고, 그것의 보안을 어떻게 할 것인지 고민해야 한다. 개인의 의료 데이터는 매우 민감한 개인정보로 높은 보안성을 요구한다. 최근 주목을 받는 것은 블록체인 기술로, 의사와 환자 쌍방향의 개인정보 접근을 용이하게 하면서도 높은 보안수준을 유지할 수 있다. 최근 데이터 3법의 개정 및 마이데이터 개념이 대두되고 있고, 의료기록을 위한 마이차트 사업 등에서 보듯이 정보의 접근권을 환자 본인이 결정하게 하는 등 비대면 진료를 시행하기 위해선 데이터 공유와 보안 이슈를 해소해야 한다.

이외에도 기본적인 비대면 진료를 위해 조정된 카메라나 디스플레이 기술이 필요하고, 본인 확인 기술, 원격진찰 보조 가능한 디바이스, 원격 타진이나 촉진 더 나아가 원격 수술을 위한 햅틱 기술이 필요하다. 추가적으로는 원격환자 모니터링 시 필요한 지표의 측정을 위한 POC(point of care) 디바이스 기술, 데이터의 보안, 정보 코드화, 암호화, 압축 전송에 필요한 기술의 개발이 보완 또는

새로운 개발이 필요하다. 이러한 과정에서 카메라에 하이퍼 분광기술을 반영하거나 AI 적용 등을 통해 통상적인 대면 진료에서 얻을 수 없는 정보를 얻을 수도 있다.

원격의료에서 필요한 기술 및 관련 산업에 대하여 <그림 2.3>에 요약하였다.



(Yu, 2018)에서 수정함.

<그림 2.3> 원격의료를 위한 과학기술 및 관련 산업 분야

3 비대면 진료에서 우리가 필요한 것들

원격의료의 가장 큰 장점은 의료기관과 이용자 간의 물리적 거리가 큰 상황에서 생존을 위한 의료 서비스를 제공할 수 있다는 것이다. 또한 최근 코로나19 상황과 같은 비대면이 필요한 상황에서 만성질환자와 같이 정기적으로 병원을 방문해야 하거나, 응급상황에서 비대면을 통한 간단한 진료와 처방을 받을 수 있다는 장점이 있다. 이러한 편의성에도 불구하고 여러 가지 우려되는 점이 있다. 이러한 제한점은 대부분의 경우 제도적인 요인이지만 이러한 제도를 갖게 된 제한 요인을 나열하고 이중 과학기술로서 해결할 수 있는 요인들을 정리해 보고자 한다.

여기서는 우선 비대면 진료에 관련된 이슈들을 다루고자 한다. 의료계나 일부 시민단체 등에서 제시하는 비대면 진료의 문제점은 대략 아래와 같이 정리할 수 있다(바른의료연구소, 2020).

- 1) 의료/건강 관련 개인정보 유출의 위험성
 - 2) 의료의 질 저하 및 이에 따른 오진 등의 가능성 증대
 - 3) 의료남용의 가능성
 - 4) 우리나라의 의료접근성이 좋기 때문에 굳이 필요 없다는 점
 - 5) 의료의 집중에 따른 의료전달체계 붕괴, 의료 민영화 진행 가능성
- 이중 과학기술로서 보완이 가능한 문제점은 1), 2), 3)번 이슈일 것이다.

첫 번째 문제점에서 의료/건강 관련 개인정보의 중요성에 대해서는 이견의 여지가 없다. 예전에 종이차트에 수기로 기록하거나 필름으로 출력한 영상 정보는 당연히 유출의 가능성이 더 적었을 것으로 보인다. 그러나 사회의 모든 분야에서 진행되고 있는 전산화, 정보화에 따라 의료기관 내의 의무기록, 처방전, 영상정보, 검사정보, 간호정보 등이 병원정보 시스템(Hospital information system, HIS)하에 전자의무기록(electronic medical record, EMR), 처방전달 시스템(order communication system, OCS), 영상저장전송 시스템(picture archiving and communication system, PACS), 간호정보 시스템(nursing information system, NIS), 검사실 정보 시스템(laboratory information system, LIS), 약물 정보 시스템(pharmacy information system, PIS) 등이 구축되어 있다. 디지털화된 정보는 예전보다 용이하게 그리고 대량으로 의료기관 외부로의 유출에 대한 우려가 있는 것은 사실이다. 그러나 이러한 정보보안 분야에 대해서는 금융정보, 국가안보 정보나 군사정보 등도 전산화되어 있고 매우 높은 보안수준을 유지하고 있음을 보면 이미 기술이 성숙되어 있다고 볼 수 있다. 이와 관련하여 최근 의료데이터의 소유권이 '병원에 있느냐? 환자 개인에게 있느냐?'의 이슈와 관련이 있다. 기본적으로 환자 개인의 소유라고 하더라도 본인의 그동안 쌓인 여러 병원의 의료데이터나 그 외 웨어러블 디바이스 등에서 얻은 환자 유래 의료데이터 등 모든 건강데이터를 본인만의 클라우드나 서버에 저장(personal data storage, PSD)하여 주치의나 담당 의료진에게 접근 권한에 대한 조절을 통해 관리하는 방식으로 최근 정부에서 추진하는 마이데이터 사업이 대표적인 예가 되겠다. 또한 블록체인 등을 통해 감시하는 등 새로운 방식의 보안기술들이 개발되고 있다. 물론 이전의 포털사이트나 금융기관에서 개인정보의 유출이 있었고 물론 의료정보도 분명 유출의 가능성이 있지만, 의료 분야가 금융, 군사 등 다른 분야에 비해 보안 관련하여 기술적으로 해결해야 할 문제는 큰 차이가 없을 것으로 보인다.

두 번째 문제점과 관련하여 진찰은 고전적으로 문진 외 시진, 촉진, 청진, 타진으로 구성되어 있다. 비대면 진료 시에 문진, 시진이나 청진은 카메라와 마이크, 디스플레이, 스피커 기술의 발전으로 현재 과학기술 수준으로 충분히 가능하다고 여겨진다. 여기에 Tytocare(<https://www.tytocare.com/>)의 예와 같이 목 안쪽이나 외이도 등도 볼 수 있고 청진기 등을 대신할 간단한 도구들이 개발되어 있다.



그러나 촉진, 타진의 경우 비대면 진료로 활용할 수준의 소위 햅틱(haptic) 기술은 아직 미흡하다고 할 수 있다. 따라서 진찰의 제한이 있는 것은 사실이고 이러한 한계를 극복하기 위한 기술의 개발이 필요하다. 이러한 상황으로 분명 오진의 가능성이나 진단이 늦어지는 등의 상황이 예견이 된다. 그러나 실제로 대면 진료에서도 오진이나 진단이 늦어지는 경우가 있는 것이 현실이다. 따라서 대면에 비해 비대면 진료에 의한 오진이나 그 외 부작용에 대한 데이터를 통한 실질적인 비교가 필요하며, 비대면 진료에 따른 편의성과 비용 등을 감안하고 원격의료의 가능한 대상 증상이나 질환들의 제한을 통한 활용이 가능할 것이다. 과학기술적으로는 카메라에 다양한 기능(예를 들어 분광센서)을 추가하여 맨눈으로 볼 수 없는 정보를 확인할 수도 있다.

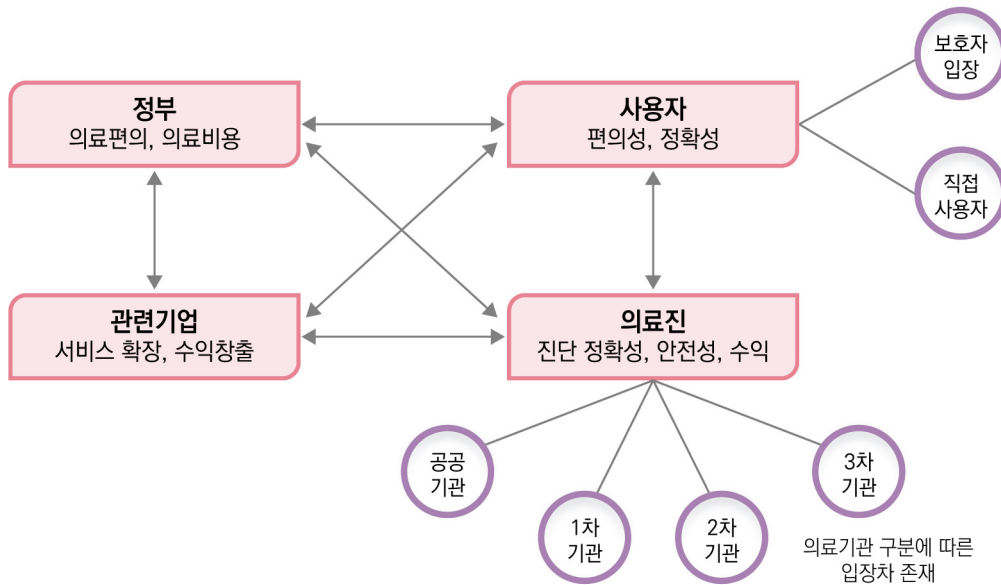
세 번째 문제와 관련하여 원격진료의 도입에 따라 소위 닥터 쇼핑 등 의료납용의 가능성이 분명 높을 것이다. 그러나 의료의 접근성 증가와 의료납용을 명확하게 구분하기는 어렵다. 비용 효과적인 면에서 보면 초기에 잦은 진료로 비용이 증가될 것이나 이로 인해 비용이 많이 드는 중병의 조기진단이나 이행을 막게 됨에 따른 비용 절감의 효과와의 비교가 필요하다. 과학기술적인 측면에서는 현재 대면 진료의 경우 병원방문에 대한 정보가 상호확인(cross-check)이 안되거나 시간이 걸리지만 비대면 진료 플랫폼 상에서는 기술적으로 실시간으로 의료납용을 모니터링하거나 제한할 수 있다.

네 번째 의료 접근성 이슈 관련하여서는 도시의 경우 접근성이 매우 높지만 아직 도서산간벽지 지역이 있고, 그동안 시범사업이 진행되었던 원항선원, 재외 공관이나 해외교포 등의 수요가 있고 편의성 및 시간의 제약(근무시간, 야간 등)으로 인한 접근성이 어려운 상황인 경우의 필요성이 있다. 이에 대해서는 과학기술적으로 해결하거나 보완할 사항은 기존의 기술들을 각 상황에 따라 보완하는 것들이 필요할 것이다.

4 원격의료의 이해관계자

원격의료 이해관계자는 크게 4가지로 분류할 수 있다(〈그림 2.4〉). 먼저, 서비스의 주체가 되는 의료진(의료진 또는 의료관계자)과 사용자(환자)로 나눌 수 있으며, 의료관계자는 정확한 진료 제공과 동시에 개인 또는 소속된 기관의 이익을 생각해야 한다. 반면 사용자는 편리함 속의 양질의 의료 서비스와 자신의 건강에 대하여 의료진이 책임감을 가지고 수행해 주기를 원한다. 사용자를 세부적으로 나눈다면, 직접 사용하는 사용자와 영유아 또는 고령자를 케어해야 하는 사용자로 나눌 수 있다. 직접 사용하는 사용자에 비하여, 케어를 해야 하는 사용자의 경우가 의료진에게 더 정확한 진료와 책임감을 요구할 수 있다. 나머지 2분류는 이를 활용해 시장을 창출하려는 사업자, 그리고 의료의 공공성 및 의료의 효율성을 통한 의료보험 재정지출의 부담감소와 의료수가의 결정과 동시에

신시장 개척을 통한 국부창출을 해야 하는 정책을 펴야 하는 정부기관으로 나눌 수 있다. 또한 의료관계자는 병원규모에 따라, 1, 2, 3차 병원 의료관계자로 나눌 수 있다. 이처럼 서로 다른 목적과 이익을 가졌기에 원격의료 허용을 위해서는 복잡한 방정식의 해를 구하는 것과 같이 어렵다.



〈그림 2.4〉 원격의료 관련 이해관계자의 구성

마무리

원격医료를 위한 과학계의 역할과 발전방향을 제시하기 위해서는 고령화에 따른 노인성 질병의 증가, 저출산으로 인한 노동인력 공급의 감소, 바쁜 일상의 반복과 서구화된 식습관으로 인한 20~40대의 만성질환 증가, 바이러스성 질병의 유행으로 인해 언제든지 비대면 사회로의 전환 가능, 기후변화 및 미세먼지 등의 환경문제와 관련하여 현 상황에 비춰 바라본 ‘미래의 의료 모습은 어떤 것인가?’에 대한 고려가 필요하다.

이처럼, 원격医료를 구성하는 많은 기술과 이해관계자가 있지만 원격의료 기술 및 산업의 발전을 위해선 우리는 최우선으로 환자를 중심으로 생각하여야 한다. 환자는 필요할 때 양질의 의료 서비스를 저렴한 비용으로 받고 싶어 한다. 이를 통해 질병을 예방하고 조기에 진단하고 적절한 치료를 받을 수 있을 것을 기대한다. 이러한 환자 또는 사용자의 기대를 채워줄 수 있는 방식은 원격의료이며, 미래



의료의 모습은 원격의료의 활성화된 사회일 것이다. 미래 의료의 모습은 사용자의 금융기관 활용을 통해 유추가 가능할 것이다. 예전에는 모든 거래가 은행을 방문하여 대면으로 진행하였으나 지금은 대부분의 은행 거래는 온라인이나 ATM으로 진행되고 첫 거래나 중요한 거래 시에만 대면을 하고 있다. 어쩌면 의료의 모습도 많은 부분이 원격의료로 진행되고 되고 초진이나 위급한 상황에서나 대면 진료가 이루어질 수도 있을 것이다.

아직까지는 원격의료와 관련하여 의료/건강 관련 개인정보 유출의 위험성, 의료의 질 저하 및 이에 따른 오진 등의 가능성 증대, 의료남용의 가능성, 우리나라의 의료접근성이 좋지 때문에 굳이 필요 없다는 점, 의료의 집중에 따른 의료전달체계 붕괴, 의료 민영화 진행 가능성 등의 많은 우려와 문제제기, 그리고 서로 다른 의도와 상황에 처해있는 이해관계자들의 공통된 의견 도출이 이루어지지 않은 문제들이 존재하지만, 이러한 한계를 법적, 제도적 보완을 해 나가야 한다. 또한, 앞서 언급한 스마트폰의 발전을 통해 5~10nm 공정 기술, 고밀도와 안전성을 갖춘 리튬이온 배터리 기술, 접이식 디스플레이 기술, 모바일 소프트웨어 기술, UI/UX 기술 등이 함께 발전한 것과 같이, 우리는 원격의료 발전과 시장점유를 위해선 법적, 제도적 보완뿐만 아니라 모바일/웨어러블 의료기기 기술, 데이터 전송 및 처리를 위한 슈퍼컴퓨팅 기술, 사용자의 정보보호를 위한 보안기술, 그리고 이렇게 수집된 환자데이터를 통해 의료진의 정확한 진단과 처방지원을 위한 소프트웨어 기술의 지원과 관련 정책에 대해서 살펴보고 발전해 나가야 한다.



참고문헌

- CHO Alliance 편집부(2021). 포스트코로나 시대 주목받는 언택트(비대면) 헬스케어-국내외
원격의료와 디지털 헬스케어 기술개발 동향과 사정전망, CHO Alliance.
- Soo-Yong Shin.(2019). "Current status and future direction of digital health in
Korea", The Korean Journal of Physiology & Pharmacology, 23(5),
pp.311-315.
- Yu KH, Andrew LB, and Isaac SK.(2018). "Artificial intelligence in healthcare",
Nature biomedical engineering, 2(10), pp.719-731.
- 고은지(2003). 원격진료 시대가 열린다, LG주간경제(2003.3.12.), LG경제연구원.
- 김승환·정득영(2020). "ICT 융합 기반의 비대면 헬스케어 기술 동향", 한국통신학회지(정보
와통신) 제37권 제9호, 한국통신학회.
- 김지연(2020). 비대면 시대, 비대면 의료 국내외 현황과 발전방향, KISTEP Issue Paper
2020-10, 한국과학기술기획평가원.
- 김지은 외(2020). 디지털 헬스 산업 분석 및 전망 연구, 보건산업정책연구 2020-3, 한국보건
산업진흥원.
- 김진숙 외(2015). 원격의료 정책현황 분석 연구, 연구보고서 2015-05, 의료정책연구소.
- 딜로이트 컨설팅(2018). Patient-centered Care: 원격의료산업의 성장, 인터스트리 포커스
60호(2018.9), 딜로이트 컨설팅.
- 서경화(2020). 디지털 헬스의 최신 글로벌 동향, 정책현안분석 2020-2, 의료정책연구소.
- 이병관(2019). "디지털 헬스케어 추진현황 및 향후과제", SPECIAL ISSUE Vol 64, 한국법제
연구원.
- 이상엽 외(2019). 디지털 병리 가이드라인 권고안, 대한병리학회 의료정보연구회.
- 이재수(2020). 비대면진료 對국민 인식도 설문조사, 전국경제인연합회 2020.05.28.. [http://
www.fki.or.kr/FkiAct/Promotion/Report/View.aspx?content_id=f4559c3a-97
c4-4b54-953b-b87b421b5265&cPage=&search_type=0&search_keyword=>](http://www.fki.or.kr/FkiAct/Promotion/Report/View.aspx?content_id=f4559c3a-97c4-4b54-953b-b87b421b5265&cPage=&search_type=0&search_keyword=>).
- 최윤섭(2020). 디지털 헬스케어, 의료의 미래, 클라우드나인.
- 한국행정연구원. 원격의료와 관련된 규제 이슈, KIPA규제동향 2020 여름호, 한국행정연구원.

**원격의료 실현을 위한
국내 과학기술의 현황과 극복과제**

Current Status and Issues of Science and Technology
for Telemedicine in Korea

**III. 원격의료의 기술적
제한점과 해결방안**

III

Chapter

원격의료의 기술적 제한점과 해결방안

1 비대면 진료를 위한 진찰 및 임상검사

서론

이 장에서는 비대면 진료에서 활용하는 환자 신체를 진찰하는 기기와 기술을 중점적으로 다루고자 한다. 이들 기술의 성숙도는 비대면 진료의 형태와 관련이 있다. 기기가 크고 고정된 형태라면 환자는 의료진에게 원격으로 진료받기 위해 고정된 공간, 집이나 별도의 비대면 진료 공간에서 이 기기를 활용해야 한다. 의료진도 정확한 데이터를 수신하기 위한 기기와 공간이 필요하다. 기기가 작고 이동이 가능하고 연결성이 뛰어나다면 환자는 보다 자유로운 공간에서 의료진에게 진찰받을 수 있다. 실제 비대면 진료의 형태는 다양하다. 신체 진찰은 포함하지 않고 문진-환자에게 증상에 대하여 묻고 답하는 것-만 하는 화상 상담형 비대면 진료가 있고, 원격진찰이나 임상검사 기기를 활용하는 비대면 진료 형태가 있다. 환자를 진료하는 다른 의료진을 대상으로 하는 원격협진과 원격자문의 형태에서는 보다 전문적인 비대면 진료 기술이 활용될 수 있다. 환자의 상태를 원격에서 모니터링하는 원격 모니터링 형태의 비대면 진료는 만성 심장질환자나 만성 호흡기질환자 등에 활용된다.

환자의 진찰은 문진, 시진, 촉진, 타진, 청진 등의 과정이 있기 때문에 비대면 진료에서의 진찰은 이 모든 진찰 형태를 포함할 수 없다. 환자는 진료 전에 비대면 진료기기를 활용해 정보를 입력하거나 진료 중에 기기를 활용해 정보를 전송해 비대면 진료를 받게 된다.

비대면 진료를 위해서는 원하는 형태의 데이터를 정확하게 감지할 수 있어야 하고, 이 데이터를 안정적이고 안전하게 수집하고 데이터를 공유할 수 있는 공간에 전송할 수 있어야 한다. 비대면 진료 형태에 필요한 데이터를 주고받는데 끊김이 없는 네트워크를 보유해야 한다. 또한 수집된 데이터를 다른 형태의 건강데이터와 통합하고 분석할 수 있어야 한다. 스마트폰과 무선인터넷이 성장하기 전까지 원격의료기기는 좋은 센서를 갖고 있더라도 환자의 데이터를 데이터 서버에 자동으로 전송할 방법이 없었다. 데이터 전송과 의사와 화상으로 연결하게 하기 위해 항상 데스크톱 PC를 활용해야 하는 불편함이 있었다. 스마트폰은 원격의료기기의 데이터를 전송받아 저장하고 원격의료 플랫폼에

전송할 수 있으며, 스마트폰의 컴퓨팅 능력과 클라우드 플랫폼을 활용해 자료를 통합하고 분석할 수 있다. 3G 이후의 빠른 무선네트워크와 단거리 무선통신기술의 성장은 안정적인 의사소통 통로를 제공하고 있다.

본론

가. 원격 진찰 기술

1) 디지털 청진기와 휴대용 초음파

청진기는 심음, 호흡음, 장음을 듣는 용도로 활용되며 심음과 호흡음을 듣는 것은 진찰의 필수 사항이다. 심혈관계와 호흡기계에 이상이 발생하면 심음과 호흡에 잡음과 이상음이 발생하고 청진을 통해 확인할 수 있다. 디지털 청진기는 기존에 청진기를 통해 아날로그 방식으로 확인하던 것을 디지털화된 방식으로 전환한 것으로 전자 청진기, 스마트 청진기 등으로 불린다. 소리 파형을 시각화해서 볼 수 있고 저장하고 전송할 수 있다. 주관적으로 판단하던 것을 같이 보고 들으면서 판단하고, 재생할 수 있고, 소리는 증폭할 수 있고 불필요한 소음은 감소시킬 수 있다. 다양한 형태의 디지털 청진기가 나와있으며, 스마트폰 등 다른 기기와 통합되어 활용된다. 체표면에 접촉해서 사용하기 때문에 체온계와 같이 사용하는 제품이 있고 심전도와 같이 사용할 수 있는 제품이 있다. 심장 잡음을 분석해 주기도 한다(그림 3.1)).

사용자는 이 청진기로 목, 심장, 폐 등의 소리를 검사하고 데이터를 스마트폰으로 전송할 수 있다. 이 데이터는 원격의료 플랫폼에 전송되어 저장되고 의료진과 공유할 수 있게 된다. 이 검사는 실시간이나 비대면 진료 전에 수행할 수 있다.



〈그림 3.1〉 디지털 청진기 예



응급현장 초음파(Point of Care Ultrasound, POCUS)는 pocket ultrasound, portable ultrasound, handheld ultrasound, mobile ultrasound 등으로 불리며 용어에서 보듯이 주머니에 들어갈 만큼 작아, 들고 다닐 수 있는 초음파이다. 초음파는 시술자의 지식과 기술에 따라 결과가 다르고 정확한 진단을 위해서는 훈련과 전문가가 필요하다. 휴대용 초음파는 주로 원격협진에 활용된다. 휴대용 초음파는 휴대성, 저렴한 비용, 가용성 등의 장점이 있으며 다양한 용도로 활용된다. 자원이 제한된 국가에서 비교적 저렴한 비용으로 도입해서 사용하고 있고, 응급의학, 중환자의학, 외상, 혈관외과, 산부인과 등에서 다양하게 활용되고 있다. 최근 코로나19 대유행 기간 동안 크게 활용되었다(Lee & DeCara, 2020). 이미지 품질은 일반 의료용 초음파보다는 낮지만 빠르게 향상되고 있고 색상 흐름 도플러, 스펙트럼 도플러도 사용할 수 있다(<그림 3.2>). 무선 및 블루투스 기술을 활용해 변환기와 연결되고 이미지를 전송할 수 있다. 터치 스크린을 사용하며 스마트폰의 응용 프로그램을 활용하기도 한다. 의료자원이 제한된 상황에서 휴대용 초음파를 활용해 실시간 원격협진을 한 사례들이 있고, 원격 병원과 자원이 부족한 환경에서 임상적 유용성이 있다는 제한적 근거들이 있다(Marsh-Feiley et al., 2018).



<그림 3.2> 휴대용 초음파 예

2) 혈압계

혈압은 활력징후의 구성요소로서 환자평가에서 기초자료이다. 비대면 진료에서 혈압 측정은 가정용 혈압계나 다른 활력징후를 측정할 수 있는 일체형 원격의료기기 혹은 키트를 활용한다. 가정용 혈압계는 대부분 커프(cuff)를 활용한다. 팔을 두른 커프에 압력을 주어 팔의 혈관 흐름을 막고 조금씩

압력을 빼면서 혈관으로부터 들려오는 코로트코프(Korotkoff)음을 감지해서 혈압을 측정한다. 최근에는 블루투스 기능, 혈압값 저장 기능, 부정맥 감지 기능 등이 추가된 장비들이 출시되어 있다 (<그림 3.3>).



<그림 3.3> 블루투스(Bluetooth) 가정용 혈압계 예

커프는 압력을 측정하기 위해 활용하고 혈압 측정에 중요하지만 크기가 커서 웨어러블 기기로서 활용하기에는 한계가 있다. 손목시계형 혈압계는 부정맥, 맥박 산소포화도 감시 목적과 같이 사용될 수 있기 때문에 꾸준히 제기되었다. 이스라엘 Biobeat 회사는 광혈량측정법(photoplethysmography, PPG)을 활용해 손목시계형 혈압계를 개발하고 2019년 미국 FDA 인허가를 받았다(Hawkins, 2020). 이 장치는 혈압, 심박수, 산포포화도, 호흡수, 심박출량, 심장계수, 전신혈관저항, 맥압, 심박수변동성, 평균동맥압, 피부온도, 땀, 움직임, 칼로리 등을 측정할 수 있다(<그림 3.4>). 2020년 정상인과 고혈압 환자를 대상으로 한 연구에서는 기존 표준 혈압계와 높은 일치도와 신뢰도 수준을 보였다(Nachman et al., 2020). 매우 높은 혈압이나 낮은 혈압, 다양한 심혈관 질환이 있는 환자에서 이러한 장치의 사용은 문제가 될 수 있으나 고혈압 조기 진단과 인지도 향상에 기여할 수 있다. 국내에서는 삼성전자의 갤럭시워치가 가정용 혈압계 성능 기준을 충족해 식약처 허가를 받았다.



Nachman et al., 2020

〈그림 3.4〉 손목시계형 혈압계 예(Biobeat BB-613WP)

3) 맥박 산소포화도(pulse oximeter)

산소포화도는 혈액 내에 산소의 포화상태를 나타내는 것으로 환자의 혈압과 호흡 등 활력징후와 밀접한 관계가 있다. 병원에서 활력징후를 측정할 때 손가락 끝이나 귓볼에서 산소포화도(SpO_2)를 같이 측정하고 있다. 호흡곤란, 의식장애 등이 있을 때 저산소증이 발생하기 때문에 맥박 산소측정기를 환자를 모니터링할 때 다른 활력징후 모니터링기기와 함께 사용한다. 산소포화도는 침습적으로 동맥혈에서 측정하는 것이 정확하지만, 비침습적인 맥박 산소측정기(pulse oximeter)는 피부에 빛을 투과시켜 맥동 동맥혈의 흡광도를 측정하는 투과성 맥박 산소측정법을 사용하고 손가락 끝, 귓볼, 유아의 발에서 측정한다.

맥박 산소측정기는 의료기관에서는 다른 장비와 함께 사용되기 때문에 침상용 환자감시장치에 통합되어 사용된다. 가정에서는 만성 폐쇄성 폐질환(Chronic obstructive pulmonary disease, COPD), 폐섬유증 등 저산소증에 쉽게 빠질 수 있는 환자들을 위한 모니터링 장비로 활용된다. 일회성 측정보다는 반복적인 측정과 상태변화값이 더 중요한 정보이다. 이전에 나온 가정용 장비들이 선에 연결되어 이동성에 한계가 있었다면 최근의 장비들은 무선과 블루투스 기술을 활용해 이동성을 보장하고 데이터를 스마트폰 앱으로 전송시킨다(〈그림 3.5〉). 장비가 비교적 간단하고 중요한 정보를 제공하기 때문에 원격진찰에서도 활용된다.



〈그림 3.5〉 맥박 산소측정기 예

맥박 산소포화도는 국내에서 애플 워치와 삼성 갤럭시워치에서 측정이 가능해 지면서 관심을 끌었다. 미국에서는 코로나19 상황으로 호흡기질환이 있는 환자들의 급성 악화로 저산소증에 대한 우려로 산소포화도 측정 요구가 커지면서 가정용 맥박 산소측정기 수요와 사용이 급증했다. 애플 워치의 맥박 산소측정이나 가정용 맥박 산소측정은 손목시계형 혈압계나 다른 원격진료용 기기들과 마찬가지로 잘못 사용되고, 잘못 인식할 위험이 있고, 적응 대상에 한계가 있다. 미국 FDA는 코로나19 유행으로 가정용 맥박 산소측정기 사용이 증가함에 따라 “맥박 산소측정기 정확성과 한계: FDA 안전성 서신”을 발간했다(U.S. Food and Drug Administration, 2021). 여기에는 환자와 가족이 맥박 산소측정기를 사용하는 방법, 해석하는 방법, 의료인에게 연락해야 하는 경우, 의료인을 위한 권장사항, 장치에 대한 설명, 맥박 산소측정의 해설과 한계 등을 담고 있다. 가정에서의 맥박 산소측정이나 지속적인 맥박 산소포화도 모니터링은 일반적이지 않지만 코로나19 유행으로 특수한 상황이 일반화된 경향을 보였다.

4) 디지털 검이경(Digital Otoscope)과 스마트폰 기반 검이경

검이경은 외이도와 고막 상태를 확인하기 위해 사용하는데, 귀지, 이물질 등이 시야를 가릴 수 있다. 광원, 렌즈, 외이도로 삽입되는 튜브 등이 필요하다. 중이염 등의 귀 질환은 소아에서 자주 발생하기 때문에 검이경은 소아에서 많이 사용된다. 성인에서는 이물질, 외상 등을 검사할 때 사용한다. 미국 원격의료 기업 TytoCare는 소아가 있는 가정을 주 대상으로 하는데 여기에 사용되는 원격진료기기에는 진료용 카메라, 체온계, 검이경 어댑터, 청진기 어댑터, 설압자 어댑터가 포함된다(〈그림 3.6〉). 이를 휴대전화의 앱과 연동해 원격진료에 활용한다.



<https://www.tytocare.com/professionals/tytocare-for-health-systems/>

〈그림 3.6〉 홈 원격진료 키트(Kit) 예, 진찰 카메라, 체온계, 검이경, 청진기, 설압자

디지털 검이경(Digital Otoscope)은 외이도와 고막의 이미지와 비디오를 실시간 볼 수 있고 나중에 볼 수 있도록 이미지를 기록할 수 있다. 환자는 언제든지 귀를 검사하고 이미지를 전송해 편리할 때 볼 수 있는 장점이 있다. 스마트폰은 LED 광원과 렌즈를 가지고 있어 스마트폰에 검이경용 렌즈와 튜브를 장착해 외이도와 고막의 이상 여부를 검사할 수 있어 다양한 형태의 스마트폰 기반 검이경(Smartphone-enabled otoscope, SEO)이 나와 있다(〈그림 3.7〉). 스마트폰 기반 검이경은 중이 질환의 진단과 교육에 효과적이라는 연구 결과가 있으나, 스마트폰 기반 검이경으로 개발도상국에서의 원격진료는 노인환자의 사용자 교육과 네트워크 문제로 어려움이 있다는 보고가 있다(Hakimi et al., 2019; Meng et al., 2020). 최근 중국의 일부 지역에서는 코로나19 유행으로 스마트폰 기반 검이경 지원 온라인 원격진료를 시행하였다(Meng et al., 2020).



〈그림 3.7〉 스마트폰 기반 검이경 예

5) 원격 피부질환 검사

피부 질환은 눈으로 보고 만져보고 필요하면 피부경(dermoscope)이나 현미경으로 관찰하고 생검을 해서 진단한다. 원격 피부진찰은 대부분 카메라를 활용해 피부 사진을 촬영해 의사가 판독하고 진단하고 치료방향을 정하는 형태이다. 다양한 형태의 피부경을 사용하기도 한다. 실시간으로 화상상담을 하기도 하지만 피부 사진을 저장해서 판독을 받고 상담을 받는 형태로도 이루어진다. 원격 피부 자문은 피부과 전문의가 부족한 지역에서 오래전부터 해오던 원격진료 형태이다. 화상(burn)이나 당뇨병성 족부 궤양(diabetic foot)도 스마트폰 카메라와 적외선 열화상 감지기 등을 활용해 중증도를 판단하고 관리할 수 있다(Oe et al., 2021).

정확한 피부 상태 진단을 위해서는 짧은 거리에서 초점이 맞고 색상 구별이 되는 고해상도의 이미지가 필요하다. 최근 고사양 렌즈와 고해상도 이미지센서를 장착한 스마트폰이 등장하면서 스마트폰 기반의 원격 피부 진료 서비스들이 제공되고 있다. 스마트폰 카메라에 별도의 피부경을 장착하거나 인공지능을 활용하기도 한다. 현재 출시된 장비로는 First Derm, Skin Vision, Askin 등이 있고, 발진, 여드름, 대상포진, 피부암 등 다양한 피부질환 진단에 활용된다. 노르웨이에서 진행된 Askin을 활용한 연구에서는 발진, 궤양 및 피부 병변에 대한 많은 일반적인 상담을 피할 수 있었다고 한다(Rizvi et al., 2020). 다만, 아직까지 미국 FDA로부터 허가받은 제품은 없고, 알고리즘 기반 앱의 피부암 진단 정확성은 아직 신뢰를 받지 못하고 있다(Freeman et al., 2020). 그러나 코로나19 대유행으로 대면 진료에 대한 접근성 제한으로 다른 질환과 원격 피부 진료가 전 세계적으로 급성장하였다. 미국의 경우 CMS에서 일시적으로 원격의료에 대한 급여 정책이 변경되었다.

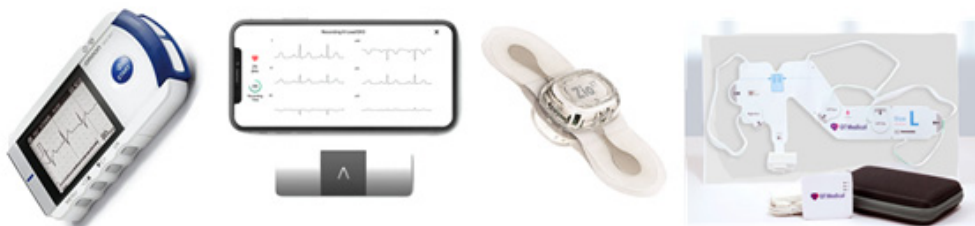
나. 임상검사 기기

1) 원격 심전도와 부정맥 검사 기기

활력징후 중 맥박수는 디지털 청진기나 맥박 산소측정기로 확인할 수 있다. 심장질환 문제를 확인하는 가장 기본적인 검사는 심전도 검사로 허혈성 심장질환과 부정맥 진단을 위해 12유도 심전도를 사용한다. 병원에서 사용하는 12유도 심전도는 일반인이 사용하기 어렵다. 흉부와 사지에 12개의 전극을 붙여야 하기 때문에 일반인이 사용하기 어렵다. 12유도 심전도는 원격에서는 주로 원격협진에 활용한다. 가정용으로는 단일 유도 혹은 3~6개 유도로 제한적으로 사용된다. 심전도 결과는 대체로 자동으로 분석이 가능하다.

병원에서 사용하는 심전도 장비는 리드나 혹은 전극을 사용하지만 가정용은 전극 역할을 하는 센서를 활용한다. 손가락을 센서에 대거나 손목이나 몸에 센서를 착용하고, 센서는 심장의 전기적 활동을 포착하고 기록한다. 심전도를 볼 수 있는 화면이 기기에 내장되어 있거나 스마트폰을 통해 심전도를 확인할 수 있다. 심전도를 저장하고 서버에 올려 의료진과 공유할 수 있다. 대부분 일반인이 사용하는 원격 심전도 측정 기기는 부정맥, 특히, 심방세동(atrial fibrillation)을 선별하기 위해 사용한다. 심방세동은 고혈압, 관상동맥질환, 심장판막질환 등과 관련이 있고, 심부전, 뇌졸중, 관상동맥질환을 유발하고 치매와도 관련이 있다.

매우 다양한 원격 심전도 장비가 나와 있는데, 일찍부터 알려진 것은 스마트폰 케이스를 활용해 심전도를 측정한 AliveCor 회사의 KardiaMobile이다. 스마트폰 케이스 뒷면에 있는 두 개의 전극에 양 손가락을 대면 심전도를 측정할 수 있다. 2012년에 FDA 승인을 받았고 2014년에는 일반 판매도 승인을 받았다. 심전도를 측정할 수 있는 애플 위치가 나온 이후로는 6유도 심전도가 가능한 모델도 출시했다(〈그림 3.8〉).



〈그림 3.8〉 원격 심전도 측정 기기 예

미국 FDA 인증을 받은 기기로는 Omron HeartScan, REKA E100, AfibAlert, ReadMyHeart, InstantCheck, HeartCheck Pen, ZioPatch 등이 있다(Bansal & Joshi, 2018). Fitbit은 2020년에 기기가 아닌 심전도 앱을 FDA 승인받았다. ZioPatch, Nuvant mobile cardiac telemetry, CardioLeaf는 3개 유도를 사용한다. 손목시계형의 심전도 측정 기기인 애플 워치, 갤럭시워치, fitbit 심전도 앱은 두 개의 전극이 있어야 해서 손목에 차고 있더라도 손가락을 별도로 시계의 다른 전극 센서에 갖다 대고 심전도를 측정한다.

원격 심전도 측정 기기를 부정맥 선별뿐만 아니라 허혈성 질환 선별에 사용하려는 시도들이 이루어지고 있다(Muhlestein et al., 2015). AliveCor의 KardiaMobile 6L 모델은 6유도 심전도를 사용해서 허혈성 관상동맥질환 이상을 진단할 수 있는 잠재력을 가지고 있지만 이 목적으로 사용되지는 않는다. 미국의 QT 메디컬 회사의 X-press ECG 서비스는 집에서 사용 가능한 무선 12유도 심전도 장비(PCA 500)를 사용하는데, 복잡한 전극을 패치 형태로 구현해서 12유도 심전도를 단순화시키고 이동성을 담보했다(〈그림 2.8〉). 미국 FDA 인증과 유럽 CE 인증을 받았고, 병원과 집에서 사용할 수 있고 보험급여도 된다. 이 기기는 급성심근경색같은 급성 관상동맥질환 위험이 높은 환자에게는 기존에 제공하지 못하던 서비스를 제공한다(Editors, 2019).

국내에서 손목시계형 부정맥 감시기기들이 많이 출시됨에 대중의 관심이 높아지고, 신뢰성과 정확성에 대한 논란이 있다. 다른 원격의료기기와 마찬가지로, 측정 위치와 방법이 잘못될 수 있고, 센서가 신호를 정확히 감지하지 못하는 다양한 상황이 발생할 수 있다. 해석에 오류가 발생할 수도 있다. 국내는 이런 기기들이 사용되고 있지만 판단은 사용자에게만 맡겨져 있다. 진료로 이어져 오류를 수정하거나 정확한 해석을 제공해 줄 수 있는 제도적 틀이 구축되지 못한 상황이다. 손목시계형 심전도 장치로부터 심방세동이 의심된다는 경고를 보고 응급실이나 외래로 오는 환자들이 있지만 실제 이들이 심방세동을 진단받는 것은 아니다. 이들이 응급실이나 외래로 왔을 때 의사들이 심전도 장치의 자료를 안전하고 체계적으로 공유할 방법과 이 자료가 환자의 자료라는 것을 확인할 방법 등이 없다. 원격의료 서비스는 이 자료들에 대한 해석과 공유 방법을 미리 약속한 것으로, 제도의 틀 내에서 다양한 원격의료기기들이 사용된다.

2) 원격 안과 검사 기기

눈과 관련된 검사와 검사 기기는 매우 다양하다. 눈과 관련된 검사로는 각막 검사, 시력, 시야, 색맹 검사에서부터 망막질환, 유부부종 등을 관찰하는 등 매우 다양하고 복잡한 기기들이 사용되기 때문에 원격 안과 기기를 사용해서 환자와 안과의사와 진료하는 형태는 일반적이지 않다. 안과는 원격의료 사용자 수가 가장 적은 분야로 알려져 있고, 미국에서도 코로나19 대유행 초기에 원격진료 활용이 올라갔으나 2020년 봄에는 다시 떨어졌다(Portney et al., 2021). 주로 의료소외지역이나



일차의료의사와 안과전문의와의 원격협진 형태의 진료나 원격상담 형태가 일반적이다. 스마트폰을 활용한 시력측정 앱은 쉽게 생각해 볼 수 있고 시중에 많이 나와있으나 미국 FDA는 2019년 모바일 시력측정 앱에 대하여 리콜 결정을 내렸다.

그러나 스마트폰 기반 검안경은 iExaminer, D-Eye, iNview 등 FDA 승인을 받은 제품들이 나와 있고 대부분 의료진이 사용한다(〈그림 3.9〉). 흔히 알려진 검안경(ophthalmoscopy, fundoscopy)은 동공을 확장시킨 후 망막, 시신경, 디스크 등을 관찰해서 당뇨병성 망막질환, 녹내장 등을 진단하기 위해 사용하지만 일반적인 신체 진찰에는 포함되지 않는다. 디지털 이미지를 얻기 위해 사용하던 기존의 디지털 검안경은 장비가 크고, 무겁고, 고가의 장비로 스마트폰 기반 검안경은 가볍고 싸다는 장점이 있다. 스마트폰 기반 검안경은 스마트폰 렌즈에 검안경용 20D(디옵터) 렌즈를 맞물려 망막을 촬영하고 사진과 영상을 전송한다. 인공지능 솔루션과 접목되거나 동공을 확장시킬 필요가 없는 기기도 있다.



Karakaya, M., & Hacisoftaoglu, R. E., 2020

〈그림 3.9〉 스마트폰 기반의 망막촬영 기기 예

스마트폰 기반 검안경은 좁은 시야를 비롯해 몇몇 기술적 한계가 있지만 기존 디지털 검안경의 저렴한 대안이 되었다(Wintergerst et al., 2020). 동공 확장 유무에 관계없이 적용이 가능해졌고 상대적으로 사용법을 익히기 쉬어 사용자의 폭을 넓힐 수 있게 되었다. 의료자원이 제한된 지역에서 사용하고 전문가와 획득한 사진으로 원격으로 협진할 수 있게 되었다. 당뇨병성 망막증이 혜택을 받은 대표적 질환인데, 이 질병은 시력 상실의 가장 흔한 원인으로 알려져 있다. 스마트폰 기반 검안경은 녹내장, 미숙아 망막증에 대한 선별검사, 응급진료, 소아진료, 교육용으로 활용되고 있다.

눈의 건강상태 변화를 모니터링하기 위해 콘택트렌즈를 활용하려는 움직임이 있다. 녹내장은 시력상실의 주요 원인으로 안압이 높아지면서 시신경이 손상되어 발생한다. 검안경으로 검사를 할 수도 있지만 조기 발견을 위해서는 지속적인 모니터링이 필요하다. 녹내장 위험이 높은 환자에서 안압 모니터링이 필요하다. 2016년 Sensimed의 Triggerfish 콘택트렌즈는 24시간 안압변화를 모니터링하는 것으로 미국 FDA 승인을 받았다(Dunbar et al., 2017). 안압에 따라 변화하는 각막 곡률 반경을 측정하는데, 렌즈 자체는 매우 작지만 환자는 별도의 모니터링 장비를 목에 걸고 있어야 해서 실제 많이 사용되지는 않고 있다. MiSight라는 콘택트렌즈는 소아와 청소년에서 근시를 늦추는 것으로 FDA 승인을 받았다. 그 외 약물전달, 알레르기, 증강현실 등의 분야에서 스마트 콘택트렌즈가 연구되고 있다. 각막 표면은 인체의 생리적 상태를 편리하고 비침습적 반영해 줄 수 있기 때문에 눈뿐만 아니라 건강상태를 모니터링하려는 연구들이 있다. Google에서 눈물로 포도당 모니터링을 하려는 시도가 있었고 국내 연구진은 2020년에 당뇨 진단과 당뇨병성 망막증 치료를 위한 콘택트렌즈의 타당성을 동물모델에서 증명했다고 보고했다(Kim et al., 2020).

3) 가정용 현장진단 기기

현장진단 기기(point-of-care testing, POCT)는 응급실, 수술실, 진료실, 가정 등 진료하는 현장에서 간편하게 사용할 수 있는 기기 혹은 기술을 의미한다. POCT로 가장 잘 알려진 것은 가정용 혈당 측정기이고 소변으로 진단하는 임신 검사 키트도 이에 해당된다. 병원에서는 신속한 검사가 필요한 동맥혈가스분석, 심장효소검사, 전해질 검사 등에 활용되고 있다. 병원에서 하던 검사를 가정에서 검사할 수 있게 하고 원격으로 판독 및 진료를 추가로 진행할 수 있다. 이를 위해서는 혈액의 경우 혈당 검사와 같이 소량의 혈액을 채혈해서 검사할 수 있어야 한다. 바이오칩과 나노바이오테크놀로지와 같은 첨단기술이 여기에 도입된다. 혈액으로 검사하는 항목과 질병이 매우 많고, 환자중심의 접근 방식, 자가 모니터링의 기회를 보장하기 때문에 이 시장은 빠르게 성장할 것으로 기대되는 분야이다. 미국의 가정용 유전체 분석 서비스를 제공하는 23andme, EverlyWell, LetsGetChecked, MyLabBox 같은 회사는 검사 키트를 집으로 배송하고 샘플을 회수해서 검사결과를 온라인으로 제공한다. 2014년 미국 스타트업 기업인 '테라노스(Theranos)'는 극소량의 혈액으로 250여 종의



질병을 진단할 수 있다는 현장진단기기 '에디슨'을 발표해 세계를 놀라게 했다. 실제로는 16개 질병만 진단 가능하고 혈액량도 주사기 한 대 분량이 필요하다는 것이 밝혀져 해프닝으로 끝난 사건이지만 그만큼 기대가 큰 분야라는 것을 반증하고 있다.

미국 FDA는 2020년 11월 Lucira 코로나19 All-In-One Test Kit에 대해 긴급사용승인을 허가했다(〈그림 3.10〉). 14세 이상에서 의사 처방을 받아 가정에서 사용이 가능하다. 검체를 수집한 면봉을 검사 기기에 넣으면 30분 이내에 결과가 나온다. 결과가 양성으로 나오면 의사 진료를 받아야 한다(U.S. Food and Drug Administration, 2020).



〈그림 3.10〉 다양한 가정용 현장진단기기 예

미국 Athelas 회사의 Atlas One은 모세혈관에서 채혈해서 혈액 한 방울로 백혈구(WBC) 및 호중구 비율을 모니터링하는 가정용 POCT 장치를 개발하고 FDA 승인을 받았다(CISION, 2019). 이 장치는 혈액세포 이미지 분석 프로세스를 활용한다. 이 기기는 2019년 캐나다에서 조현병 치료제 클로자핀 사용자의 백혈구와 호중구 모니터링 가정용 현장진단기기로 승인을 받았다. 클로자핀은 치료저항성 조현병에 효과적인 치료제이지만 호중구감소증 위험이 있다. 치료 첫해에 39회 정도의 혈액 검사가 필요하다. 환자는 이 기기의 사용법을 외래 진료 시에 교육받고 집에서 검사를 수행한다. 검사결과는 서버에 저장되고 의료진과 약국에 전달되고 환자는 약사로부터 약을 받을 수 있다. 유사한 현장진단기기로 Sight Diagnostics의 Olo CBC 분석기가 있다. PixCell의 HemoScreen 혈액분석기는 백혈구나 호중구뿐만 아니라 전혈구(CBC) 분석이 가능한 현장진단기기로 FDA와 유럽 CE 인증을 받았다. 유세포 분석과 디지털 이미지를 통합한 분석기로 응급실, 이동식 검사실, 현장병원, 시골지역, 가정에서 사용이 가능하다. 표준 검사방법과의 비교에서도 뛰어난 성능을 보였다(Bransky et al., 2021). 이 기기는 현재 독일과 덴마크가 주도하는 Changing Cancer

Care(CCC) 이니셔티브 연구프로젝트에서 가정간호 환경에서 암 환자의 혈액검사에 활용되고, 미국 남부 시골지역의 코호트 연구에 활용되고 있다(CISION, 2021).

스마트폰 기반의 가정용 현장진단기기도 개발되어 활용되고 있다. Healthy.io라는 회사는 만성 신장질환, 요로감염을 가정에서 스마트폰 앱과 소변검사 키트를 활용해 검사하는데, 미국 FDA와 유럽 CE 인증을 받았다(Comstock, 2018). 비색 분석(colorimetric analysis), 컴퓨터 비전 및 인공지능 기술을 이용한다. 만성 신장질환은 ACR(알부민 대 크레아티닌 비율) 테스트 키트를 보내고, 환자가 집에서 키트와 스마트폰으로 검사를 하고, 의사가 결과를 검토하고 후속 조치를 취할 수 있도록 피드백 하는 방식으로 진행된다. 요로감염은 증상이 있는 여성이 스마트폰으로 검사를 하면 온라인에서 의사가 몇 분 내에 앱 내에서 진단을 해 주고 필요하면 약국에서 처방전을 받는 방식으로 진행된다(Healthy.io, n.d.). 산전 모니터링 서비스도 가능한데, 스마트폰으로 소변검사를 하면 의사가 그 결과를 확인할 수 있는 방식이다. 다른 원격진료기기와 마찬가지로 현장진단기기도 코로나19 대유행 이후 급격히 성장하고 있다. 미국 FDA의 가정용 코로나19 현장진단기기 긴급승인사용이 그 예로, 다양한 현장진단기기와 가정용 현장진단기기가 등장하고 있다.

다. 원격 진찰 및 검사의 한계와 원격진료의 형태

현재 해외에서 다양한 형태의 원격의료 서비스가 제공되고 있다. 미국의 유명한 원격의료 서비스 회사인 Teladoc이나 American Well이 원격 진찰기구나 원격 임상검사 기기를 활용해 모든 서비스를 하는 것이 아니다. 대부분 초기 서비스 모델로 전화상담, 비응급질환을 대상으로 했고 최근 전자건강기록 자료와 건강 앱 데이터를 활용하는 서비스를 한다. TytoCare의 경우에는 소아를 대상으로 하는 서비스 모델로 사용자가 사용할 수 있는 진찰 카메라 및 체온계, 청진기, 설압자, 검미경 등을 활용한다. 가정용 원격의료기기와 의료용 원격의료기기들이 미국 FDA 등에서 허가를 받아 사용되고 있다. 2018년 미국 FDA는 텍스콤(DexCom)의 연속혈당측정기를 승인했고 국내에서도 2020년부터 텍스콤 G5에 급여지원이 되었다. 메드트로닉의 심박조율기(pacemaker)는 일찍부터 의사들에 의해 원격으로 모니터링되어 왔고, 2019년부터 미국과 유럽에서는 'MyCareLink Heart' 앱을 활용해 직접 자신의 심박조율기 데이터에 접근할 수 있게 되었다(Horwitz, 2019). 가정용 기계환기 장치를 사용해야 하는 환자의 원격 모니터링 서비스도 적용되고 있으며 환자의 순응도를 향상시킬 수 있다(Chatwin et al., 2016). 원격 중환자 협진 개념의 e-ICU는 지역병원의 중환자들의 실시간 데이터를 원격으로 지역 중심병원에서 중환자전문의가 집중관리 협진한다는 개념으로 중환자의학계에 널리 알려져 있다. 원격으로 환자를 직접 진료하는 형태나 원격으로 협진하는 형태나 원격협진을 하는 형태의 원격의료는 현재의 기술적 수준에서 과학적 근거와 사회적 합의 아래에서 서비스를 제공하고 있다.



마무리

사회에 큰 변화를 불러온 새로운 의사소통 기술이 나왔을 때 항상 등장한 이슈 중의 하나가 원격의료다. 전화기가 나왔을 때, 인터넷이 등장했을 때, 스마트폰이 등장했을 때 원격의료에 대한 기대가 있었다. 현재 비대면 진료에서 진찰과 검사 기기의 기술적 발전과 한계는 서비스의 편의성과 확장이라는 점에서 매우 중요하지만, 가능성과 관련해서는 중요한 문제는 아니다. 원격의료에 대한 기대와 서비스 모델, 그리고 사회적 합의의 문제로 볼 수 있다. 국내에서 사회적 합의는 보건의료 서비스 전달체계, 의료수가체계, 의료산업화 이슈 등과 연계되어 있다.



참고문헌

- Bansal, A. & Joshi, R.(2018). "Portable out-of-hospital electrocardiography: A review of current technologies", *Journal of arrhythmia*, 34(2), pp.129-138.
- Dunbar, G. E., Shen, B. Y. & Aref, A. A.(2017). "The Sensimed Triggerfish contact lens sensor: efficacy, safety, and patient perspectives", *Clinical Ophthalmology (Auckland, NZ)*, 11, pp.875-882.
- Freeman, K., Dinnes, J., *et al.*(2020). "Algorithm based smartphone apps to assess risk of skin cancer in adults: systematic review of diagnostic accuracy studies", *BMJ*, 368, m127.
- Hakimi, A. A., Lalehzarian, A. S., Lalehzarian, S. P., Azhdam, A. M., Nedjat-Haiem, S. & Boodaie, B. D.(2019). "Utility of a smartphone-enabled otoscope in the instruction of otoscopy and middle ear anatomy", *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*, 276(10), pp.2953-2956.
- Karakaya, M. & Hacisoftaoglu, R. E.(2020). "Comparison of smartphone-based retinal imaging systems for diabetic retinopathy detection using deep learning", *BMC bioinformatics*, 21(Suppl 4), 259.
- Kim, S. K., Koo, J., Lee, G. H., Jeon, C., Mok, J. W., Mun, B. H., ... & Hahn, S. K.(2020). "Wireless smart contact lens for diabetic diagnosis and therapy", *Science Advances*, 6(17), eaba3252.
- Lee, L. and DeCara, J.M.(2020). "Point-of-Care Ultrasound", *Current Cardiology Reports*, 22(11), 149.
- Marsh-Feiley, G., Eadie, L. & Wilson, P.(2018). "Telesonography in emergency medicine: A systematic review", *PloS one*, 13(5), e0194840.
- Meng, X., Dai, Z., Hang, C. & Wang, Y.(2020). "Smartphone-enabled wireless otoscope-assisted online telemedicine during the COVID-19 outbreak", *American journal of otolaryngology*, 41(3), 102476.
- Muhlestein, J. B., Le, V., et al.(2015). "Smartphone ECG for evaluation of STEMI: results of the ST LEUIS Pilot Study", *Journal of electrocardiology*, 48(2), pp.249-259.

- Nachman, D., Gepner, Y., et al.(2020). “Comparing blood pressure measurements between a photoplethysmography-based and a standard cuff-based manometry device. Scientific reports”, 10(1), 16116.
- Oe, M., Tsuruoka, K., et al.(2021). “Prevention of diabetic foot ulcers using a smartphone and mobile thermography: a case study. Journal of Wound Care”, 30(2), pp.116-119.
- Portney, D. S., Zhu, Z., et al.(2021). “COVID-19 and Use of Teleophthalmology (CUT Group): Trends and Diagnoses. Ophthalmology”, S0161-6420(21)00118-4.
- Rizvi, S. M. H., Schopf, T., Sangha, A., Ulvin, K. & Gjersvik, P.(2020). “Teledermatology in Norway using a mobile phone app”, PloS one, 15(4), e0232131.
- Wintergerst, M. W., Jansen, L. G., Holz, F. G. & Finger, R. P.(2020). “Smartphone-Based Fundus Imaging-Where Are We Now?”. The Asia-Pacific Journal of Ophthalmology, 9(4), pp.308-314.
- CISION(2019, May 14). HLS Therapeutics Licenses and Files ‘Athelas One’ Point-of-Care Device. <https://www.newswire.ca/news-releases/hls-therapeutics-licenses-and-files-athelas-one-point-of-care-device-864107296.html>
- Editors(2019, February 17). QT Medical’s Personal Cardiac Assistant Lets Patients Conduct Comprehensive ECGs at Home. Medgadget. <https://www.medgadget.com/2019/02/qt-medicals-personal-cardiac-assistant-lets-patients-conduct-comprehensive-ecgs-at-home.html>
- Hawkins, L.(2020, October 14). AI-based BP monitor “more accurate than traditional devices” Healthcare. <https://healthcareglobal.com/medical-devices-and-pharma/ai-based-bp-monitor-more-accurate-traditional-devices>
- U.S. Food and Drug Administration(2020, November 17). Coronavirus (COVID-19) Update: FDA Authorizes First COVID-19 Test for Self-Testing at Home. <https://www.fda.gov/news-events/press-announcements/coronavirus-covid-19-update-fda-authorizes-first-covid-19-test-self-testing-home>



U.S. Food and Drug Administration(2021, February 19). Pulse Oximeter Accuracy and Limitations: FDA Safety Communication, February 19, 2021. <https://www.fda.gov/medical-devices/safety-communications/pulse-oximeter-accuracy-and-limitations-fda-safety-communication>

2 원격 환자 모니터링(Remote Patient Monitoring)

서론

원격 모니터링이란 환자의 신체정보, 활력징후, 질병과 연관된 건강 데이터를 병원 이외의 공간에서 모니터링하고 이를 치료에 적용하는 일련의 기술과 의료행위를 말한다. 원격 모니터링의 3가지 구성요소는 다음과 같다.

- 1) 침습적 또는 비침습적 방법을 통해 신체 정보를 수집하는 센서
- 2) 수집된 데이터를 의료진에게 전달하기 위한 네트워크와 통신기술
- 3) 방대한 양의 데이터를 저장하고 분석하여 유용한 정보를 찾아내는 클라우드 플랫폼

원격 모니터링은 크게 침습적인 방법과 비침습적인 방법으로 나눌 수 있으며 침습적인 방법은 심혈관계 질환과 당뇨병에서 주로 사용되고 있고, 다른 만성질환들에서는 주로 비침습적인 방법이 이용되고 있다(〈그림 3.11〉). 원격 모니터링에서 얻는 정보는 질환의 특성에 따라 다르지만 일반적으로 비침습적인 방법에서는 증상, 체중, 활력징후(혈압, 심박수, 호흡수, 체온), 산소포화도, 심전도, 혈당, 폐활량 등과 같은 정보를 수집하고, 침습적인 모니터링 방법에서는 부정맥, 폐동맥 압력, 폐울혈, 혈당수치 등 좀 더 전문적인 정보를 직접 측정할 수 있다. 이러한 건강 데이터 정보는 기기가 자동으로 측정할 수도 있고 환자에 의해 수동으로 측정될 수도 있는데 얻어진 정보는 디지털화하여 휴대폰이나 인터넷 등을 통하여 병원 이외의 공간에서 의료진에게 전달된다. 획득된 정보가 전송되면 의료진이 검토를 하게 되며 주기적으로 자료를 검토하는 능동적 방법과 미리 정해 놓은 특정 기준에 해당하였을 때 경고 메시지를 보내주는 수동적 방법이 있다. 획득한 데이터의 최종 사용자는 의사와 간호사 같은 의료진인 경우가 대부분이지만 환자 자신이 될 수도 있다. 예를 들어 체중 조절을 위한 칼로리 섭취 조절 프로그램 또는 운동 프로그램 등은 스마트폰이나 PDA(personal digital assistants) 등을 이용하여 환자 자신에게 피드백을 주게 된다. 원격 모니터링을 통해 환자의 상태가 악화되는 것을 인지하였을 때 대응할 수 있는 방식도 다양하여 전화, 이메일, 화상을 통한 상담, 가정 방문, 병원 방문 등이 가능하다. 전통적인 대면 진료에서는 환자의 상태가 악화되어 병원에 내원한 후에야 치료를 할 수 있지만 원격 모니터링을 활용하면 환자의 건강 데이터의 추세를 연속적으로 파악하여 증상이 많이 악화되어 병원에 내원하기 전에 조치를 취할 수 있는 장점이 있고 질병의 조기진단 조기치료를 가능하게 하며 궁극적으로 입원과 사망률의 감소를 가져올 수 있다. 뿐만 아니라 환자의 교육 및 자가 치료(self-management)에도 활용될 수 있고 이를 통해 의료비 절감 효과를

얻을 수 있다. 신체정보를 수집하는 다양한 센서의 개발, 착용형 또는 휴대용 기기의 발전과 더불어 스마트폰, 인터넷과 같은 통신기술의 발전으로 다양한 질환에 대한 원격 모니터링이 매우 간편하면서도 정확해지고 있다. 특히, 코로나19 팬데믹으로 인해 대면 진료에 많은 제한이 생기면서 전 세계적으로 원격 모니터링의 발전과 사회적 확산이 가속화되고 있다. 원격 모니터링은 만성질환의 관리에 주로 활용되고 있으며 심부전이나 부정맥 같은 심혈관계 질환을 비롯하여 당뇨병, 만성 폐쇄성 폐질환, 신경 정신계 질환 등이 원격 모니터링이 적합한 대표적인 질환들이라 할 수 있다.



〈그림 3.11〉 원격 모니터링 필수 요소 및 심혈관질환의 적용

본론

가. 원격 모니터링의 현황

원격 모니터링은 크게 침습적 방법과 비침습적 방법으로 나눌 수 있다. 침습적 방법을 이용한 모니터링은 심혈관계 질환에서 가장 많이 이용되고 있다. 환자의 체내에 이식하여 심장질환의 치료를 돕는 심박동기(pacemaker), 삽입형 제세동기(implantable cardioverter defibrillator, ICD), 심장재동기화 치료기(cardiac resynchronization therapy, CRT) 등을 심장삽입전기장치(cardiac implantable electronic devices, CIED)라고 하는데, CIED를 가지고 있는 환자의 다양한 신체 정보를 원격으로 모니터링할 수 있다. 비침습적 방법을 이용한 원격 모니터링은 다양한 만성질환들에 적용되고 있다. 최근의 체계적 문헌고찰(systematic review)에 따르면 낙상 위험감지 시스템이나



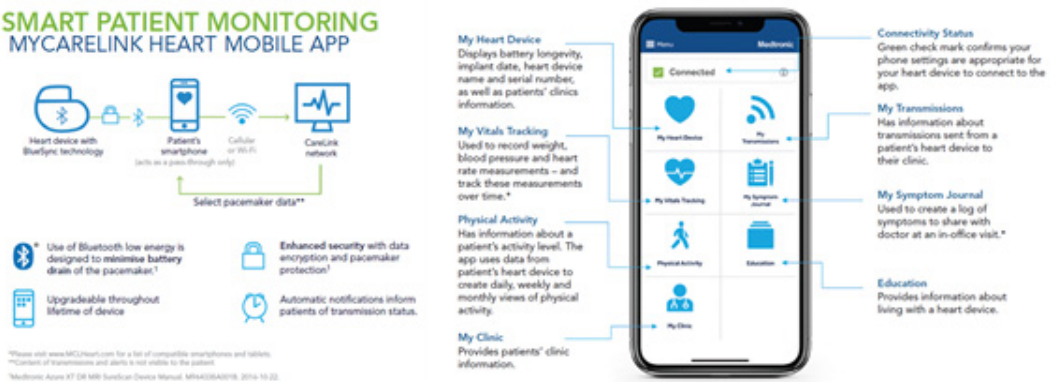
치매 관리 시스템 같은 노인성 질환에 대한 연구가 가장 많았으며(28%), 뒤를 이어 심부전을 포함한 심혈관계 질환(26%), 암(14%), 운동질환(14%), 당뇨(8%)의 순으로 나타났다. 미국의 통계를 보면 약 25%의 성인이 적어도 한 달에 한 번 이상 스마트워치, 휴대용 기기, 패치형 장치와 같은 모바일 헬스 기술을 이용하는 것으로 나타났으며, 이는 젊은 층에서 스마트워치 사용률이 높은 것과 연관이 깊다. 2020년 착용형 기술 시장 규모는 약 34조 원에 달하는 것으로 조사되었고 2025년까지 두 배 이상 성장할 것으로 예상된다. 우리나라에서는 아직 본격적으로 시행되지 못하고 있지만 미국의 경우 침습적 방법을 이용한 원격 모니터링도 빠르게 증가하고 있는데, 2012년부터 2015년까지의 자료를 분석한 논문에 따르면 심박동기와 삽입형 제세동기의 원격 모니터링에 사용된 비용이 2012년 약 4,500만 달러에서 2015년 5,600만 달러로 25% 정도 증가하였고 병원에 직접 내원하여 검사를 시행하는 비용은 감소하고 있는 것으로 나타났다. 우리나라는 전 세계적으로 고령화가 가장 빠르게 진행되고 있는 나라 중의 하나이다. 사회가 빠르게 고령화됨에 따라 심혈관질환을 비롯한 만성질환 환자는 점점 증가하고 있어 원격 모니터링 기기의 수요는 지속적으로 늘고 있으며 미래의 헬스케어 산업은 착용형 기기, 스마트폰, 기타 휴대용 기기를 이용한 원격 모니터링이 주축을 이룰 것으로 예상된다.

나. 심혈관계 질환의 원격 모니터링

1) 침습적 방법을 이용한 원격 모니터링

심박동기, 삽입형 제세동기, 심장 재동기화 치료기 같은 CIED가 환자 치료를 위해 사용되기 때문에 CIED를 가지고 있는 환자의 다양한 신체 정보를 원격으로 모니터링할 수 있고 이를 치료에 활용할 수 있다. 원격 환자 모니터링은 원격 interrogation과 경고(alert) 전송으로 나눌 수 있다. 원격 interrogation은 기존에 병원을 방문하여 주기적으로 CIED를 점검받던 것을 대신하여 원격에서 기기 점검을 받는 것을 말한다. 가이드라인에서는 심박동기의 경우 매 3개월에서 12개월에 한 번, 제세동기의 경우 3개월에서 6개월에 한 번 점검을 하고 적어도 1년에 한 번은 병원에 직접 내원하여 대면으로 검사를 받을 것을 권고하고 있다. 원격 모니터링은 CIED를 가지고 있는 환자들의 추적관찰과 기기의 오작동을 미리 검출하는데 매우 유용하다. 특히 환자의 휴대폰을 이용한 무선 전송기술과 블루투스 기술의 발전으로 더욱 사용하기가 편리해지고 있다. 현재 미국 가이드라인에서는 CIED를 가지고 있는 모든 환자에게 표준적인 추적관찰의 일부로서 원격 모니터링을 제안하도록 권고하고 있다. 현재 우리나라에서는 4개 회사의 CIED가 사용되고 있으며 최근 시행되는 모든 CIED는 무선으로 원격 모니터링을 할 수 있는 기능이 탑재되어 있는데 제품마다 약간씩 다른 특성을 가지고 있다. 원격 모니터링을 위해서는 환자의 CIED에서 나오는 정보를 수신하여 전송하는 transceiver가 필요한데 최근에는 블루투스 기능을 이용하여 휴대폰 앱을 설치하면 휴대폰을 통하여

전송하는 방법도 사용되고 있어 향후에는 휴대폰을 이용한 원격 모니터링이 보편화될 것으로 예상된다(그림 3.12)).



이 FDA 승인을 받았으며, CIED와 연동이 가능하며, 이를 통해 휴대폰을 이용한 원격 모니터링이 가능

〈그림 3.12〉 MyCareLink Heart 모바일 애플리케이션

가) 심박동기(pacemaker)

일반적으로 심박동기 거치술을 시행받은 후 안정적인 환자는 6~12개월 간격으로 병원을 방문하여 배터리 상태, 전극선(lead)의 상태, 심방 또는 심실에서 나오는 전기신호를 잘 감지하는지 여부(sensing), 심방 또는 심실을 조율할 때 필요한 역치값(threshold) 등을 측정하고 심방 또는 심실에서 발생한 빈맥의 기록(빈도, 지속시간) 등을 점검한다. 2000년대 이후의 CIED는 병원에 방문하여 시행하는 위에 열거한 항목들을 자동으로 측정하고 기록할 수 있다. 따라서 원격 모니터링을 이용하면 정기적으로 병원을 방문할 필요가 없어진다. 환자는 병원을 방문하기 위해 필요한 돈과 시간을 절약할 수 있고 일을 중단할 필요도 없으며 일상생활도 정상적으로 영위할 수 있기 때문에 만족도가 높다. 여러 연구에서 원격 모니터링이 기존의 방법보다 더 환자의 만족도가 높고 병원의 효율성도 더 높은 것이 증명되었으며, 안전성에 있어서도 기존의 방법과 비교하여 차이가 없었다. 또한 치료를 요하는 부정맥이 발생할 경우 정기적으로 병원을 방문하는 방법보다 더 조기에 진단을 할 수 있어서 입원 및 사망률을 감소시키는 것으로 나타났다. 기계가 오작동이 발생하는 경우는 매우 드물지만 예기치 않게 배터리 조기방전, 전극선의 이상이 발생할 수 있고 이는 생명을 위협하는 치명적인 결과를 초래할 수 있다. 기계 자체가 소리 또는 진동으로 환자에게 알리는 경고 장치가 대부분의 기계에 내장되어 있지만 환자가 이를 잘 인지하지 못하는 경우도 발생한다(특히, 소아나 노인의 경우). 원격 모니터링은 이러한 변화를 조기에 감지하여 의료진에게 알리는 기능이 가능하기 때문에 직접 병원을 방문하는 경우보다 더 조기에 진단하고 대처하는 것이 가능하다.



나) 삽입형 제세동기(implantable cardioverter defibrillator)

일반적으로 삽입형 제세동기 거치술을 받는 환자들은 심박동기에 비해서 심기능이 떨어져 있고 중한 상태에 있는 경우가 많으며 시술을 시행한 후에는 심박동기에 비해서 더 자주 추적검사가 필요하여 3~6개월 간격으로 검사를 할 것이 권장된다. 제세동기는 높은 전압으로 전기충격을 내보내서 심실빈맥 또는 심실세동과 같은 치명적인 부정맥을 치료한다. 하지만 심박수가 빠른 심방세동이 발생하거나, T파를 과감지(oversensing)하거나, 잡음을 심실세동으로 인식하거나, 전자기파 간섭현상(electromagnetic interference) 또는 기계의 오작동 등으로 인해 부적절하게 전기충격이 나갈 수도 있다(inappropriate shock). 원격 모니터링은 이러한 부적절한 전기충격이 발생할 가능성을 조기에 감지해서 예방할 수 있음이 여러 무작위 연구에서 증명되었다. 또한 적절한 전기충격이 나가더라도 환자는 큰 고통을 경험하게 되고 전기충격 치료를 자주 받는 것 자체가 심부전 및 사망률을 증가시킬 수 있기 때문에 가능한 전기충격 치료가 많이 나가지 않도록 하는 것이 중요한데 원격 모니터링을 사용하면 조기에 원인을 찾아내고 교정해서 추가적인 전기충격 치료를 줄여줄 수도 있다.

다) 심장 재동기화 치료기(cardiac resynchronization therapy, CRT)

심부전 환자의 심실 수축이 보다 효율적으로 이루어질 수 있도록 좌심실과 우심실을 동시에 조율(pacing)하는 치료가 심장 재동기화 치료이다. 대부분의 경우 제세동기 기능을 같이 가지고 있는 기계를 시술하게 되므로 심박동기나 삽입형 제세동기에서 사용하는 원격 모니터링 기능을 모두 활용할 수 있고 원격 모니터링을 통하여 심부전으로 인한 사망과 입원을 감소시킬 수 있다는 연구 결과들이 보고되었다.

라) 삽입형 루프 기록기(implantable loop recorder, ILR)

원인을 알 수 없는 실신이나 반복적인 두근거림을 호소하는 환자에서 다른 검사 방법으로는 진단이 되지 않을 때 삽입형 루프 기록기를 시행할 수 있다. 환자가 증상이 발생하였을 때, 송신기의 버튼을 누르거나 최근에는 스마트폰 앱을 이용하여 의료진에게 전달되도록 할 수도 있고, 서맥이나 빈맥 등의 부정맥이 발생하였을 때 원격 모니터링 시스템의 서버로 자동으로 전달되고 중요한 검사 결과를 의료진에게 이메일, 문자메시지, 팩스 등을 통하여 알려줄 수도 있다. 또한 원인 미상의 뇌졸중 환자에서 심방세동을 진단하기 위해 삽입형 루프 기록기를 시행할 수도 있으며 원격 모니터링 기능을 통해 심방세동을 더 빨리 진단하고 조기에 치료할 수 있는 장점이 있다.

2) 비침습적 방법을 이용한 원격 모니터링

최근에는 신체에 삽입하는 형태보다는 비침습적인 형태의 기기들이 빠르게 발전하고 있으며 착용형

모니터링 기기가 대표적이다. 이러한 장비들은 여러 종류의 신체 정보, 즉 다양한 활력징후(혈압, 체온, 호흡수, 맥박수 등)를 쉽고 간편한 방법으로 측정할 수 있고, 최근에는 기술의 발전으로 집에서 심장질환, 호흡기 질환, 대사질환, 신경계 질환 등을 지속적으로 모니터링할 수 있는 많은 기기들도 개발되어 대중화되고 있다. 최소한의 피부 접촉만으로 정확도가 높은 데이터를 비침습적으로 획득할 수 있도록 하는 하드웨어와 소프트웨어들이 계속 개발되고 있어 착용형 모니터링 기기(wearable device)가 헬스케어 분야의 패러다임을 바꿀 것으로 예상된다. 이러한 기술들은 신체 정보를 수집하여 임상 진단을 내리는데 도움을 줄 뿐만 아니라 고위험 환자들을 지속적으로 모니터링함으로써 상태가 악화되는 것을 조기에 진단해서 조기에 치료를 받도록 하여 입원을 줄이는 데도 도움이 된다. 더 나아가서 환자 개개인의 신체정보를 장기간 기록함으로써 개개인의 병태생리학적 특성을 깊이 이해할 수 있고 개별화된 헬스케어(personalized health care)를 가능하게 해줄 것으로 기대된다. 심혈관계 질환에서 이용되고 있는 비침습적 형태의 원격 모니터링 방법들을 소개한다.

가) 심전도 기반 장치(ECG based devices)

(1) 휴대용 기기(handheld devices)

단독으로 심전도를 측정할 수 있는 휴대용 기기들이 이미 많이 출시되어 있다. 이러한 기기들은 2개 또는 3개의 ECG 전극을 가지고 있으며 30초에서 1분 정도 단일 유도(lead) 또는 다중 유도 심전도를 기록한다. 대부분의 기기들은 자체적으로 부정맥을 진단하는 자동분석 알고리즘을 가지고 있는데, 심박동의 불규칙성을 분석하여 심방세동을 진단하는 것이 대표적이다. 심전도 기록을 저장할 수 있고 컴퓨터에 업로드하거나 인터넷을 통하여 의료진이 확인할 수도 있다. 다양한 인구집단을 대상으로 한 여러 연구에서 이러한 기기들이 심방세동을 진단하는데 정확도가 높은 것으로 보고하였다. 우리나라에서는 ER-2000(보령수앤수)이라는 휴대용 심전도기가 시장에 출시되어 있으며 이벤트 레코더로 보험 급여도 가능하여 간헐적인 부정맥 증상을 호소하는 환자들의 진단에 사용되고 있다.

(2) 착용형 기기(wearable devices)

다양한 심질환, 특히 부정맥 질환을 진단하기 위해 장시간 심전도 검사가 필요한 경우가 있으며 이를 위해 홀터 검사가 오랜 기간 동안 사용되어 왔다. 하지만 홀터 검사를 하기 위해서 환자는 병원에 가서 전극선, 심전도 패치, 홀터 기계를 부착하고 24~48시간 동안 착용한 뒤 다시 병원에 내원하여 반납을 하고, 결과를 확인하기 위해 또 병원에 방문해야 하는 번거로움이 있었다. 더구나 장시간 모니터링할 수 있는 시간도 길어야 일주일로 제한되어 아주 드물게 발생하는 이벤트에 대해서는 진단율이 떨어질 수밖에 없었다. 기존에 사용되던 이러한 케이블/와이어 기반의 장치들이 전극이 붙어있는 착용형 패치로 대체되고 있다. 현재 상업적으로 사용되는 패치는 약 14일까지 부착할 수 있다. 또한 방수가



가능하여 모니터링 기간 중에 제거할 필요가 없고 지속적으로 착용 가능한 제품들도 있다. 단일 유도 심전도를 지속적으로 또는 간헐적으로 기록할 수 있고 증상이 있을 때 누를 수 있는 버튼을 가지고 있다. 모니터링이 끝나면 기계회사로 반납하여 데이터를 추출하고 분석한 뒤 보고서가 담당 의사에게 전달되어 이 과정에서 수일~수주간의 지연이 발생할 수 있었으나 최근의 장치들은 스마트폰과 연결되어 획득한 데이터를 클라우드로 지속적으로 전송하고 바로 분석할 수 있기 때문에 거의 실시간으로 진단이 가능해졌다. 패치형 기기는 하나의 리드만 기록하지만 여러 개의 리드를 분석하는 홀터와 비교하여 심방세동을 진단하고 심방세동의 양을 측정하는데 있어 높은 일치율을 보였다. 케이블이 없고 간단하게 부착할 수 있기 때문에 전통적인 홀터에 비해 사용이 더 편리한 장점이 있다. 두 방법을 비교하였을 때 94%의 환자들이 홀터보다 패치형 기기를 선호하였다는 보고도 있다. 심전도 측정이 가능한 웨어러블 장치는 패치형뿐만 아니라 시계, 반지 등으로 형태도 이전보다 다양해지고 있으며 사용자가 매우 많은 삼성과 애플의 스마트워치도 최근에 출시된 제품들은 모두 단일 유도 심전도 측정이 가능하여 향후 부정맥 질환의 진단 및 치료에 미치는 파급력이 클 것으로 예상된다. 미국의 경우 2011년 첫 상용화된 지오파치(Zio-XT)가 기존 24시간 홀터를 대체하며 전체 미국 홀터 시장의 약 30% 수준을 차지할 정도로 대중화되었지만, 국내의 경우에는 아직 사용이 보편화되지 못하고 있다. 최근 국내 기술로 제작된 여러 가지 제품들이 앞다투어 출시되고 있으나 아직 보험 수가 문제 등이 해결되지 못하여 임상에서 널리 사용되지 못하고 있는 실정이다. 현재 우리나라에서 사용 가능한 기기들을 <표 3.1>에 정리하였다. 이외에도 환자의 편의성을 높이고 일상생활에 방해가 되지 않도록 생체 섬유(Biotextiles) 기술을 이용한 의복형 장치도 활발히 개발되고 있다. 신체 활동이 많은 운동선수와 같은 경우에 특히 도움이 되며 전극이 붙어있는 조끼, 벨트, 밴드 등을 착용하여 신체 정보를 측정하게 된다. 심전도 기록뿐만 아니라 신체 활동의 정도, 호흡수, 수면 등에 관한 정보도 측정 가능하다. 미국에서는 속옷처럼 입는 착용형 제세동기도 출시되어 사용되고 있으며 측정된 심전도 정보를 전송하여 원격 모니터링도 가능하게 되어있다. 최근에는 심음(heart sound)을 분석하여 심부전의 악화를 예측할 수 있는 장치도 개발되어 임상시험 중이다.

〈표 3.1〉 국내에서 사용 가능한 심전도 기반 착용형 기기(wearable devices)

구분	제품명	회사	연속검사	사용방법	특성
시계형	메모워치 (MEMO Watch)	휴이노 (Huinno)	30초	충전식	행위요양급여 적용 (일상생활의 간헐적 심전도감시), 모바일 애플리케이션 연동
	갤럭시워치3 (Galaxy Watch 3)	삼성 (Samsung)	30초	충전식	모바일 애플리케이션 연동
	애플워치4 (Apple Watch 4)	애플 (Apple)	30초	충전식	모바일 애플리케이션 연동
기기형	카디아모바일 (Kardiamobile)	얼라이브코어 (AliveCor)	30초	충전식	행위요양급여 적용 (일상생활의 간헐적 심전도감시), 모바일 애플리케이션 연동
반지형	카트원 (CART-1)	스카이랩스 (Skylabs)	48시간	충전식	PPG 기반
패치형	메모패치 (MEMO Patch)	휴이노 (Huinno)	14일	일회용(14일) 다회용(7일)*	전극분리형 [^]
	에이티패치 (AT-Patch)	에이티센스 (AT Sens)	11일	일회용	전극일체형
	카디아 솔로 (Cardea SOLO)	드림텍 (DreamTech)	7일	일회용	전극일체형
	하이카디 (HiCardi)	메주 (Mezoo)	5일	충전식	전극분리형 [^]
	S-패치 (S-Patch Cardio)	웰리시스 (Wellysis)	100시간	다회용*	전극분리형 [^]
	모비케어 (Mobicare)	씨어스테크놀로지 (Seers Technology)	72시간	다회용*	전극분리형 [^]

* 일회용 배터리 교체식 다회용 제품

[^] 일회용 전극과 호환

(3) 스마트폰(Smartphone) 기반 기기

스마트폰 케이스에 부착된 두 개의 심전도 전극에 양손의 손가락을 각각 올려 놓고 단일 유도 심전도를 30초 동안 기록하고, 스마트폰 앱과 블루투스 기능을 이용하여 저장한 뒤, 판독 및 서버로 전송하는 장치가 출시되어 사용되고 있다(ALIVECORE사의 KardiaMobile). 단일 유도 심전도로 주로 심박의



불규칙성을 기반으로 심방세동의 진단에 활용되고 있으며 많은 연구에서 민감도와 특이도가 매우 높은 것으로 나타났다. 하지만 조기수축, 심실성 부정맥 등 다른 부정맥 질환의 진단에 대해서는 아직까지 데이터가 충분하지 않은 상태이다.

나) 비심전도 기반 장치(Non-ECG based devices)

이 분야에는 광전용적맥파 측정기(photoplethysmography, PPG)와 진동측정법(oscillometry)이 있는데, 스마트폰 카메라의 PPG 센서를 이용하면 손가락 말단부의 맥파를 분석하여 심방세동을 진단할 수 있다. 심전도를 직접 측정하는 것은 아니지만 심전도와 비교하여 상당히 높은 일치도를 보여주는 것으로 알려져 있으며 고위험군에서 심방세동을 스크리닝하는 방법으로 스마트폰의 PPG 센서를 사용할 수 있음이 여러 연구에서 보고되었다. 또한 PPG 센서를 사용하면 손가락 말단부의 혈류량의 변화를 감지하여 혈압을 측정하는 것도 가능하다. 최근 출시된 갤럭시 스마트워치 등의 착용형 장치들은 PPG 센서를 이용한 혈압측정 기능을 제공하고 있으며 커프(cuff)를 사용한 혈압계와 비교하였을 때 오차가 매우 적기 때문에 혈압을 모니터링하고 치료 방침을 세우는데 유용하게 사용할 수 있다. 진동측정법(oscillometry)은 자동 혈압계의 혈압 측정에 사용되는 방법인데 맥박이 불규칙하면 오류가 생기는 특성이 있다. 이러한 특성을 이용하여 맥박이 불규칙한 것이 특징인 심방세동의 스크리닝에 자동혈압계가 사용되고 있고 여러 연구에서 진단의 정확도가 높음을 보고하였다.

3) 심부전의 원격 모니터링

심부전의 유병률은 지속적으로 증가하고 있으며 심부전 환자는 증상의 악화로 반복적으로 입원하게 되는 일이 흔하다. 원격 모니터링 기술은 심부전의 악화를 조기에 진단하여 조기에 대처를 하게 함으로써 심부전 악화로 인한 입원을 줄여줄 수 있다. 코로나19 팬데믹으로 인해 신뢰도가 높은 원격 모니터링 기술과 원격의료의 필요성이 더욱 증가하였다. 현재 사용되고 있는 심부전의 원격 모니터링 방법들은 다음과 같다.

가) 비침습적 방법을 이용한 원격 모니터링

심부전 치료에 있어서 가장 핵심적인 부분은 가이드라인에 따른 약물치료이다. 환자의 증상, 활력징후, 혈액검사, 심전도 검사 결과 등에 따라 가능한 최대 용량의 약제를 복용해야 입원을 줄이고 예후를 향상시킬 수 있는데 이론상 가장 기본적인 활력징후, 즉 혈압, 맥박, 체온, 호흡수 등만 잘 모니터링해도 심부전 치료를 개선시킬 수 있다. 비침습적인 방법인 전화기, 태블릿, PDA 등의 시스템 등을 이용하여 환자의 증상 및 활력징후와 체중, 심전도, 산소포화도(O_2 saturation) 등을

모니터링할 수 있다. 하지만 실제 임상연구 결과들은 일관되게 나오지 않고 있는데 가장 중요한 이유는 환자의 순응도(adherence) 때문으로 생각된다. 조직의 유전체(dielectric) 특성을 이용하여 폐울혈의 정도를 직접 측정하는 착용형 장치도 개발되어 사용되고 있다. 상의 속옷과 비슷한 장치를 몸에 착용하고 낮은 강도의 전자기 신호를 폐를 통하여 내보냈을 때 수신된 신호의 특성이 폐의 울혈 정도에 따라 변하므로 이를 이용하여 폐부종을 진단하는 원리이다.

나) CIED를 이용한 원격 모니터링

심부전 환자에 있어서는 CIED를 이용하여 흉곽 내 임피던스(intrathoracic impedance)의 변화를 측정할 수 있고 폐울혈(lung congestion)이 발생하면 임피던스가 감소하는 현상을 이용하여 증상이 생기기 전에 심부전의 악화를 조기에 진단할 수 있다. 최근에는 임피던스뿐만 아니라 심음, 호흡수, 활동도 등의 변수도 포함하여 심부전의 악화를 예측하는 알고리즘이 개발되어 이를 이용한 연구가 활발히 진행되고 있다.

다) 삽입형 혈액동학 측정기를 이용한 원격 모니터링

좌심실 충만압(left ventricular filling pressure)은 심부전을 모니터링할 수 있는 가장 좋은 지표이며, 몸에 삽입하여 이를 직접 측정할 수 있는 기기들이 개발되어 있다. Abbott사의 CardioMEMS™는 혈관을 통하여 폐동맥에 삽입하고 미세전자기계(microelectromechanical) 센서를 이용하여 폐동맥 압력을 측정하는 장치로 미국과 유럽에서 임상에 활용되고 있다. 좌심방의 압력을 직접 측정할 수 있는 장치도 개발되어 연구가 진행되었으나 시술과 연관된 합병증이 많이 발생하여 조기 종료되었다(LAPTOP-HF study).

다. 비심혈관계 질환의 원격 모니터링

1) 당뇨병

당뇨병은 심혈관 질환의 중요한 위험요소의 하나이다. 엄격한 혈당 조절이 심혈관질환 발생을 예방하기 위하여 필수적이다. 모바일 앱을 통해 정기적으로 환자가 자가로 측정한 혈당이 담당 의료진에게 전달되게 할 수 있다. 블루투스 기반의 혈당 측정기를 사용하여 환자의 혈당수치가 휴대전화 앱에 전달되고 앱을 통하여 인슐린 용량을 결정해 줄 수도 있다. 환자의 팔에 부착하여 연속적으로 혈당을 측정하는 모니터링 장치가 개발되어 사용되고 있으며 혈당의 추세를 쉽게 파악할 수 있기 때문에 당뇨병의 관리가 더 효율적으로 이루어질 수 있다. 또한 직접 의료진을 만나서 진료를 해야 할 필요성이 줄어들고 불필요한 입원을 줄일 수 있기 때문에 의료비를 대폭 감소시킬 수 있다는 보고도 있다. 당뇨병뿐만 아니라 비만, 대사 증후군 같은 각종 대사질환의 관리에도 스마트폰과



착용형 장치들을 이용한 원격 모니터링을 적용할 수 있으며 관련된 스마트폰 앱과 서비스 등이 많이 개발되어 있다.

2) 호흡기 질환

만성 폐쇄성 폐질환(chronic obstructive pulmonary disease), 기관지 천식(bronchial asthma)과 같은 만성 폐질환에 대한 원격 모니터링이 가능하다. 가장 기본적으로는 증상에 대한 설문과 자가로 측정한 최대호기유량(peak expiratory flow)을 수집하여 질환을 모니터링하는 방법이 있으며 이외에도 손목밴드, 시계 등 다양한 착용형 장치들을 이용하여 신체활동 정도, 심박수, 호흡수 또는 산소포화도와 같은 항목들을 단독 또는 조합하여 측정하고 스마트폰 앱을 통하여 서버로 전송하면 의료진이 인터넷을 통하여 모니터링하는 방법도 있다. 이러한 원격 모니터링을 이용하여 치료한 환자군은 표준적인 치료만 받은 환자군에 비해 증상의 악화가 적었으며 관련된 입원을 줄일 수 있었다는 무작위 연구결과도 보고되었다.

3) 신경계 질환

파킨슨병에 대한 원격 모니터링이 대표적이다. 파킨슨병은 떨림(tremor), 경직(rigidity), 행동이 느려짐(bradykinesia), 자세 불안정성(postural instability) 등의 운동 장애 증상을 특징으로 하는 신경 퇴행성 질환이다. 다른 만성질환들과 유사하게 호전과 악화를 반복하며 점차 진행되는 양상을 나타내며 비정상적인 운동 증상에 대한 원격 모니터링을 하면 질환의 진행 정도에 대한 평가 및 치료에 적용할 수 있다. 대부분 가속계가 장착된 착용형 장치를 이용하여 환자의 움직임을 모니터링하는 방법을 사용하고 있으며 적용되는 신체부위도 손가락, 손목, 몸통, 허리, 발목 등으로 다양하고 기계의 형태도 피부에 붙이는 패치형부터 시계형, 벨트형 등 다양하게 나와 있다.

라. 원격 모니터링의 장점 및 한계점

최근의 CIED는 자신의 기능을 스스로 모니터링할 수 있고 부정맥이 발생하면 저장할 수 있으며 기타 신체 데이터들을 기록할 수 있을 뿐만 아니라 수집한 정보들을 환자가 시행하지 않아도 스스로 의료진들에게 전달할 수 있다. 예를 들어, 반복적인 실신으로 삽입형 루프 기록기(implantable loop recorder, ILR)를 시행한 환자의 경우 실신이 재발하였을 때 환자가 직접 병원에 내원할 필요 없이 즉시 심전도 정보를 전송해 주고 이를 의료진이 확인할 수 있기 때문에 진단까지 걸리는 시간을 단축할 수 있다. 또한, 삽입형 제세동기와 심장 재동기화 치료기의 경우에도 원격 모니터링을 시행하면 조치가 필요한 이벤트가 발생하는 것을 조기에 진단할 수 있기 때문에 환자의 상태가 더 나빠지지 않도록 조기에 대처할 수 있고 이를 통해 입원을 감소시키며 궁극적으로는 사망률의 개선을 기대할 수

있다. 또한 심방세동과 같이 사회경제적인 부담이 큰 부정맥 질환의 스크리닝에도 이용될 수 있어 뇌졸중과 사망률을 줄이는데 기여할 수 있다.

이외에도 원격 모니터링은 여러 가지 장점을 가지고 있는데 환자의 만족도도 중요한 장점 중의 하나이다. 원격 모니터링은 병원과 먼 지역에 거주하는 환자들의 의료 접근성을 향상시켜 환자의 만족도를 높이고 삶의 질을 증대시킬 수 있다. 또한, 원격 모니터링을 통하여 예기치 않은 외래 방문, 응급실 방문, 입원을 50%가량 감소시킬 수 있는 것으로 나타나 이것이 결국 의료 자원 소비의 감소로 이어져서 의료비의 감소를 가져올 것으로 예상할 수 있다.

원격 모니터링이 가지는 장점은 많지만 여러 가지 한계점도 분명히 존재한다는 것을 알아야 한다. 먼저, 기계와 환자의 정보를 획득하고 전달하는 과정이 늦어지거나 누락될 가능성이 있다. 여기에는 많은 내부적, 외부적 위험요인들이 작용하는데 기계에서 나오는 정보를 수신하는 수신기(transceiver)가 환자의 집에 제대로 설치되지 않을 수도 있고 CIED와 수신기 사이, 또는 수신기와 서버 사이의 신호 전달에 오류가 생길 수도 있다. 신호는 제대로 전달되었더라도 적절한 의료진에게 전달되는 과정에서 늦어지거나 누락될 수도 있고 환자에게 적절한 교육이 시행되지 못하거나 환자의 이해 부족(고령이나 어린이, 인지기능 장애 등)으로 제대로 실행이 안될 수도 있다. 따라서 이러한 많은 위험요인을 극복하기 위해 시스템을 정비하고 작업 흐름(work flow)을 개선하는 지속적인 노력이 필요하다. 원격 모니터링이 병원에서 이루어지는 정기 검사를 줄여주는 장점이 있지만 위험신호 알람이 너무 많이 발생하는 것이 또 다른 부담으로 작용할 수도 있고 정기적인 interrogation과 비정기적인 알람에서 나오는 정보들을 의무기록으로 어떻게 전환해야 하는지도 또 하나의 과제이다. 추가적으로, 원격 모니터링을 통해 알게 된 이상소견에 대하여 늦게 반응을 하거나 반응을 하지 않았을 경우 발생하는 법적인 문제에 대한 우려도 있다. 이것이 원격 모니터링 도입을 더디게 하는 원인이 되기도 한다. 개인정보보호도 중요한 문제이다. 원격 모니터링을 통하여 얻어진 정보는 법에 의해 보호를 받아야 한다. 이러한 정보의 소유권은 누가 가지며 회사는 어느 정도까지 정보를 공개해야 하는지에 대한 논란이 있을 수 있다. 원격 모니터링이 효과적이라는 것은 여러 연구에서 증명되었으나 요양급여를 어떻게 산정하고 실행해야 하는지에 대해서는 이견이 많다. 미국과 독일에서는 원격으로 시행되는 서비스도 완전히 보상을 해주고 있지만 우리나라에서는 아직 원격 모니터링에 대한 요양급여가 본격적으로 시행되지 못하고 있다. 모바일 헬스는 폭넓게 이용되고 있고 적용하기 쉽지만 여러 임상 연구결과가 재현되기 위해서는 이러한 기기들의 사용이 일반화될 수 있어야 한다. 노인들은 이러한 기기들을 사용하는데 어려움을 느낄 수 있다. 또한 가지고 있는 질환 때문에 (예를 들면 뇌졸중의 기왕력) 기기들의 사용이 불가능할 수도 있다. 스마트폰과 시계를 사용하기 위해서는 비용이 들기 때문에 사회경제적 수준이 낮은 계층이나 지역에 따라서는 적용되기 어려울 수 있다. 원격 모니터링은 환자가 자발적으로 협조해 줘야 하는 부분이 많기 때문에 순응도가 떨어지기 쉽다. 대면 진료 없이



원격 모니터링에만 의존하는 경우 순응도가 떨어지면 원격 모니터링의 장점을 전혀 살릴 수 없을 것이다. 환자가 지속적으로 원격 모니터링에 참여할 수 있도록 순응도를 올릴 수 있는 효과적인 전략을 개발하는 것도 매우 중요하다. 원격 모니터링의 장점은 분명하지만 현재의 의료 시스템에 완전히 융화되어 자리를 잡기 위해서는 많은 노력과 비용이 요구된다. 데이터의 저장과 전송 등의 과정도 표준화가 필요하고 이러한 데이터가 현재의 전자 의무기록 시스템에 통합되도록 해야 한다. 따라서 원격 모니터링이 제대로 임상에서 활용되기까지 여러 가지 시행착오는 불가피하나 궁극적으로는 더 높은 품질의 의료 서비스를 제공하고 환자의 만족도를 높이며 의료 비용도 절감할 수 있을 것으로 전망된다.



〈그림 3.13〉 원격 모니터링의 장점 및 현 의료 시스템 적용의 한계점 및 고려사항

마무리

원격 모니터링의 미래는 매우 밝다. 일상생활에서 지속적인 모니터링을 통해 생명을 위협하는 상태 또는 중대한 사건을 빨리 진단할 수 있다. 불필요한 입원을 줄이거나 자가 치료를 가능하게 해서 의료비를 절감할 수 있다. 또한 이러한 기기들을 이용해서 드문 질환들의 진단과 치료법을 개발할 수도 있고 개별화된 의료를 가능하게 해줄 수 있다. 기술의 발전은 매우 빠른 속도로 진행되고 있지만 원격 모니터링이 널리 적용되기 어렵게 만드는 비기술적인 장벽들이 있다. 제도적인 문제, 개인정보보호의 문제, 수가 산정 등이 충분한 논의를 거쳐 해결되어야 원격 모니터링의 잠재력이 충분히 발휘될 수 있을 것으로 보인다. 우리나라에서도 원격 모니터링이 하루 빨리 시행될 수 있도록 학회 및 유관기관들의 유기적인 협력과 노력이 필요할 것으로 생각된다.



참고문헌

- Ancona S, Faraci FD, Khatab E, Fiorillo L, Gnarra O, Nef T, Bassetti CLA and Bargiotas P.(2021). "Wearables in the home-based assessment of abnormal movements in Parkinson's disease: a systematic review of the literature", J Neurol, 2021.
- Bekfani T, Fudim M, Cleland JGF, Jorbenadze A, von Haehling S, Lorber A, Rothman AMK, Stein K, Abraham WT, Sievert H and Anker SD.(2021). "A current and future outlook on upcoming technologies in remote monitoring of patients with heart failure", Eur J Heart Fail, 23(1), pp.175-185.
- El-Rashidy N, El-Sappagh S, Islam SMR, H ME-B and Abdelrazek S.(2021). "Mobile Health in Remote Patient Monitoring for Chronic Diseases: Principles, Trends, and Challenges", Diagnostics (Basel), 11(4), 607.
- MacKinnon GE and Brittain EL.(2020). "Mobile Health Technologies in Cardiopulmonary Disease", Chest, 157(3), pp.654-664.
- Mittal S.(2019). "Increasing Role of Remote Monitoring of Cardiac Resynchronization Therapy Devices in Improving Outcomes", Card Electrophysiol Clin, 11(1), pp.123-130.
- Mohebali D and Kittleson MM.(2021). "Remote monitoring in heart failure: current and emerging technologies in the context of the pandemic", Heart, 107(5), pp.366-372.
- Pedone C, Chiurco D, Scarlata S and Incalzi RA.(2013). "Efficacy of multiparametric telemonitoring on respiratory outcomes in elderly people with COPD: a randomized controlled trial", BMC Health Serv Res, 13, 82.
- Ploux S, Varma N, Strik M, Lazarus A and Bordachar P.(2017). "Optimizing Implantable Cardioverter-Defibrillator Remote Monitoring: A Practical Guide", JACC Clin Electrophysiol, 3(4), pp.315-328.
- Roberts PR and ElRefai MH.(2020). "The Use of App-based Follow-up of Cardiac Implantable Electronic Devices", Card Fail Rev, 6, e03.

- Sana F, Isselbacher EM, Singh JP, Heist EK, Pathik B and Armoundas AA.(2020). “Wearable Devices for Ambulatory Cardiac Monitoring: JACC State-of-the-Art Review”, J Am Coll Cardiol, 75(13), pp.1582-1592.
- Slotwiner D, Varma N, Akar JG, Annas G, Beardsall M, Fogel RI, Galizio NO, Glotzer TV, Leahy RA, Love CJ, McLean RC, Mittal S, Morichelli L, Patton KK, Raitt MH, Ricci RP, Rickard J, Schoenfeld MH, Serwer GA, Shea J, Varosy P, Verma A and Yu CM.(2015). “HRS Expert Consensus Statement on remote interrogation and monitoring for cardiovascular implantable electronic devices”, Heart Rhythm, 12(7), e69-100.
- Tarakji KG, Silva J, Chen LY, Turakhia MP, Perez M, Attia ZI, Passman R, Boissy A, Cho DJ, Majmudar M, Mehta N, Wan EY and Chung M.(2020). “Digital Health and the Care of the Patient With Arrhythmia: What Every Electrophysiologist Needs to Know”, Circ Arrhythm Electrophysiol, 13(11), e007953.
- Taylor ML, Thomas EE, Snoswell CL, Smith AC and Caffery LJ.(2021). “Does remote patient monitoring reduce acute care use? A systematic review”, BMJ Open, 11(3), e040232.
- Varma N, Cygankiewicz I, Turakhia MP, Heidbuchel H, Hu YF, Chen LY, Couderc JP, Cronin EM, Estep JD, Grieten L, Lane DA, Mehra R, Page A, Passman R, Piccini JP, Piotrowicz E, Piotrowicz R, Platonov PG, Ribeiro AL, Rich RE, Russo AM, Slotwiner D, Steinberg JS and Svennberg E.(2021). “2021 ISHNE/HRS/EHRA/APHRS Expert Collaborative Statement on mHealth in Arrhythmia Management: Digital Medical Tools for Heart Rhythm Professionals: From the International Society for Holter and Noninvasive Electrocardiology/Heart Rhythm Society/European Heart Rhythm Association/Asia-Pacific Heart Rhythm Society”, Circ Arrhythm Electrophysiol, 14(2), e009204.



- Varma N, Marrouche NF, Aguinaga L, Albert CM, Arbelo E, Choi JI, Chung MK, Conte G, Dagher L, Epstein LM, Ghanbari H, Han JK, Heidbuchel H, Huang H, Lakkireddy DR, Ngarmukos T, Russo AM, Saad EB, Saenz Morales LC, Sandau KE, Sridhar ARM, Stecker EC and Varosy PD.(2020). “HRS/EHRA/APHRS/LAHRs/ACC/AHA Worldwide Practice Update for Telehealth and Arrhythmia Monitoring During and After a Pandemic”, *Circ Arrhythm Electrophysiol*, 13(7), e009007.
- Vegesna A, Tran M, Angelaccio M and Arcona S.(2017). “Remote Patient Monitoring via Non-Invasive Digital Technologies: A Systematic Review”, *Telemed J E Health*, 23(1), pp.3-17.

3 원격의료와 전자 의무기록(Electrical health record or Electrical Medical Record - EHR or EMR)

서론

전 세계적으로 2010년대 이후 의료 서비스는 대면 진료에서 가상 방문 및 원격 환자 모니터링으로 발전해왔다. 오늘날의 소비자들은 품질과 비용만큼 편리함을 중요하게 생각하며, 의료 서비스 역시 이러한 소비자, 즉 환자의 수요와 요구에 대응하여 바뀌고 있다. 식당에 가서 음식을 먹지 않고 배달 음식을 시켜 먹는 문화가 정착되면서 배달앱 시장이 성장하고 마트나 백화점에 가서 생필품을 사는 것이 아니라 휴대폰으로 주문하는 e-commerce 시장이 확산되는 것처럼 ‘꼭 병원에 가야 하는가’라는 질문에 대한 답으로 ‘원격진료’가 계속 각광을 받고 있는 것이다.

또한 코로나19의 확산을 막기 위해 사람과 사람 간의 대면 상황을 줄이는 것이 감염 예방 측면에서 가장 중요한 방법으로 여겨지면서 미국이나 영국과 같이 코로나 확산으로 인해 고통받은 국가들은 불가피하게 원격의료 서비스를 적극적으로 활용해야 했고 병/의원들은 원격진료가 가능한 가상 솔루션을 찾아야 했다. 이 과정에서 원격의료는 빠르게 추진력을 얻게 되었고 일부 시장 분석 기관에서는 원격의료 시장이 2020년에만 전 세계적으로 1,550억 달러를 넘을 것으로 예측하고 있다. 아직 원격의료와 관련된 정책이 확정되지 않아 혼선을 빚고 있는 우리나라와는 다르게 이러한 국가에서는 원격의료 시장이 급증하고 있는 것이다.

나아가서 미국과 영국, 브라질, 인도 등 코로나19로 인해 대면 진료가 어려운 국가에서는 병원이나 의원에서 원격진료가 가능한 가상 솔루션에 투자하지 않는 경우 기존의 환자를 잃을 위험성이 커지고 있다. 미국에서 시행된 최근 설문 조사에 따르면 환자의 33%는 원격의료 서비스를 제공하는 병원을 선호하는 것으로 나타나고 기존에 본인이 진료를 받았던 병/의원에서 원격의료 서비스를 제공하지 않는다면 병원을 옮길 수 있다고 응답했다. 따라서 원격진료와 관련된 논의를 하는 데에 있어 외국의 사례를 살펴보는 것은 우리에게 좋은 참고자료가 될 수 있다.

이러한 시대적 흐름에 더해 최근 신종 코로나 바이러스의 확산을 막기 위한 방법이자 치료의 연속성을 유지하며 의료접근성을 향상시킬 수 있는 좋은 대안으로 원격의료는 더더욱 가치가 높아지고 있다. 사실 원격의료는 2000년대 이후 비대면 진료에 필요한 기술적 지원(통신망, 화상 진료 솔루션 등)이 가능해지면서 지속적으로 발전해 왔고 도서, 산간지역의 의료접근성이 떨어지는 환자를 위한 대안으로 인정받았다. 그러나 실제로 많은 병원에서는 코로나19 이전에 이를 도입하는 데 어려움을 겪어 왔다. 대부분의 병원과 의원들은 원격医료를 해외 환자 진료나 불가피한 상황에서만 활용하고 일반적인 진료 행위에 있어서는 실행 가능한 옵션으로 보지 않았다. 여기에는 여러 가지 이유가 있겠지만 그중 대표적인 것이 바로 의무기록이다.

본론

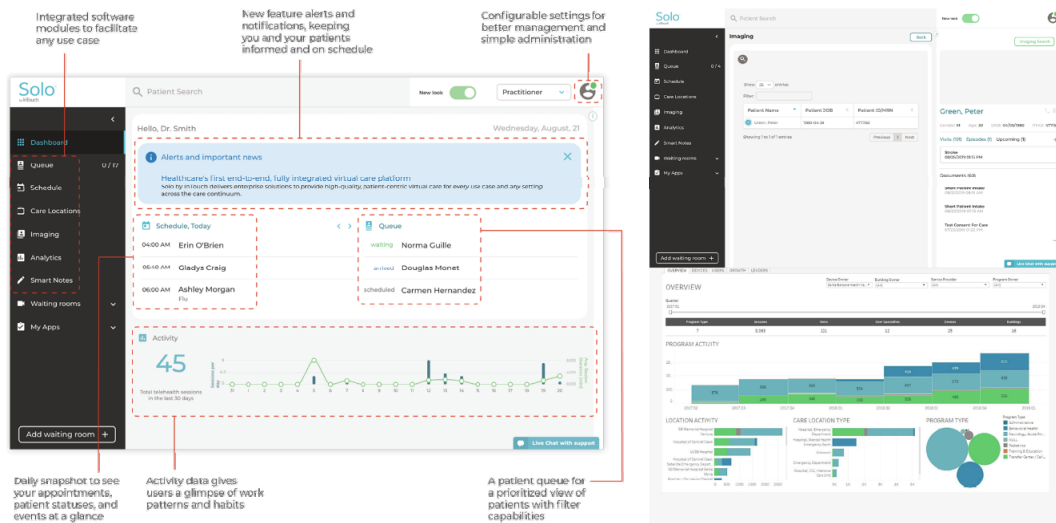
가. 원격의료 의무기록의 중요성

전자의무기록은 기존에 종이차트에 기록했던 인적사항, 병력, 건강상태, 진찰, 입·퇴원기록 등 환자의 모든 정보를 전산화하여 입력, 관리, 저장하는 형태라고 정의하고 있다. 이러한 기술은 의료기관에서 환자의 의무기록이 종이 형태로 관리되던 과거 방식에서 IT 기술을 접목하여 디지털 병원을 구축하는 핵심 기술로 활용되고 있다. 그렇다면 이 의무기록이 원격의료와 어떤 관계가 있을까?

엄밀하게 이야기하면 원격의료의 시작은 40년 전으로, 첫 시도는 보는 시각에 따라 차이가 있으나, 통상 유럽에서 제일 먼저 시작됐다고 본다. 사회의료제도를 일찍이 시도한 영국이 원격의료의 시초라고 봐도 무리가 아니다. 영국에서 1970년도에 기초적인 연구를 시작했으나 그 당시 정보통신기술은 매우 초보적인 단계로 기술적인 발전은 없었으며, 대신 원격의료의 윤리적 측면, 법률적 측면, 기존의 대면 진료체계에 미칠 파급효과와 사회 전반에 미칠 사회학적 요소들을 연구했다. 즉 이러한 준비는 앞으로 일어날 정보통신기술의 발전으로 의료의 패러다임이 바뀔 수 있다는 것을 인지하고 이를 어떻게 받아들일지에 대한 학문적 기초를 닦아둔 셈이다. 미국에서도 유사한 연구가 급속히 진행됐고, 간단한 무선장비 혹은 유선전화를 이용해 원격의료의 원시적인 체제로 시도를 했다. 특히 군사적 용도가 높은 점이 인식돼서 연방정부의 재정적 지원을 받으며 기초를 다졌다. 이후 비로소 1980년대에 PC라고 불리는 개인 소형 컴퓨터가 개발되고, 1990년에는 전 세계를 연결하는 인터넷이 구축되면서 오늘날 원격의료의 모습을 갖췄다. 그러나 급속히 성장하던 원격의료는 그 후 20년간은 정체된 상태로 소위 원격의료의 암흑시대로 불리는데 그 이유는 바로 의무기록의 비호환성과 유럽이나 미국 전역을 연결하는 의료네트워크가 준비되어 있지 않았기 때문이다.

의무기록은 환자와 의사 사이의 고리역할을 한다. 다른 의료인이 진료에 참여하고자 하면 같은 의무기록을 실시간으로 열람할 수 있어야 하고 지속적으로 업데이트되어야 한다. 또한 모든 환자의 의무기록이 전산화돼야 하고, 어디서든 원하는 시간에 열람할 수 있는 전산화의무기록(electronic medical record, EMR)이 필수적이다. 그러나 천문학적 비용이 드는 관계로 의무기록 전산화 비율은 매우 저조했다. 이러한 문제점을 극복하기 위해 미국은 의료정책개혁을 시도했다. 모든 의료인 및 의료시설은 미국연방 의료복지 보험공단인 메디케어의 환자를 보려면 의무기록 전산화를 필수조건으로 했다. 이러한 정책은 미국의 대다수 환자가 메디케어 가입자인 것을 감안하면 병원 혹은 개원의들은 정부의 정책을 따르지 않을 수 없었다. 그러나 의무기록 전산화 비용을 일반 개원의들은 감당할 수 없어 상당수가 폐업하거나 중대형병원의 봉직의로 직장을 옮기는 사태가 발생했다. 실제로 연방정부의 재정지원이나 특별세제감면 등의 지원에도 개원의들은 문을 닫을 수밖에 없는 상황으로까지 진행되었다.

우리나라의 경우는 어떨까? 전국의 동네의원들이 전산화된 의무기록이 점차 가시화되고 있더라도, 전국에 의료전산망을 구축하려면 상당한 비용과 시간이 걸린다. 그 비용을 누가 부담하는지도 알 수가 없다. 또 의료전산망도, 호환성 있는 전산화된 의무기록조차 마련되지 않았고 원격의료의 경우 기존의 EMR과 또 다른 EMR이 필요하다는 것을 고려하면 미국에서 발생한 문제가 우리나라에서는 발생하지 않을 것이라고 이야기하기는 쉽지 않다. 이것이 바로 원격의료에 적합한 EMR을 병/의원에서 쉽게 사용할 수 있도록 도와주는 제도적 장치가 필요한 이유이고 EMR이 얼마나 중요한지를 보여주는 사례라 할 수 있다.



Teledoc Health의 Enterprise Virtual Care for Hospitals & Health Systems인 Solo™ 플랫폼의 의무기록 화면 구성.

〈그림 3.14〉 원격의료에 사용되는 의무기록의 예

나. 비대면 진료 의무기록과 기존 의무기록의 차이점

사실 갑작스러운 변화는 이러한 변화를 받아들일 수 있는 준비가 되어 있지 않은 상태에서는 여러 문제를 초래할 수 있다. 실제로 미국에서 2020년에 원격진료 수가가 인정되면서 원격진료가 급증함에 따라 매우 큰 문제점이 발견되었는데 그중 가장 중요한 것이 기존 병원에서 사용하던 전자 의무기록(Electrical Health Record, EHR)과 관련된 것이다.

텔레닥의 등장 이후 미국의 병원들은 꽤 오랫동안 기존에 사용하던 EHR에 원격의료 인프라를 구축해 왔지만 생존을 위해 불가피하게 원격医료를 사용해 1차 의료기관 혹은 카이저 퍼머넌트와 같이 digital transformation에 적극적으로 참여하는 의료체인을 제외하고는 대부분의 병원들은 대면 진료와 원격진료 비율이 9:1 정도였다. 하지만 코로나19로 인해 비대면 진료를 할 수밖에 없는



둘째, 기존 대면 진료 시에는 전혀 고려하지 않았던 다른 정보를 추가해야 하는 상황이 발생한다는 점이다. 예를 들어 대면 진료의 경우 모든 의무기록은 병원에서 작성되었다. 의료진도 환자도 모두



병원이라는 물리적 동일 공간에 존재하기 때문에 ‘환자의 위치’라는 항목은 대면 진료 시 작성하는 의무기록에는 존재하지 않는다. 그러나 원격진료의 경우에는 환자가 집에 있는지 학교에 있는지, 직장에 있는지와 같은 대면 진료 시에는 전혀 고려하지 않았던 새로운 정보를 파악해야 하고 이를 기록에 남겨야 한다. 다시 말해서 비대면 진료의 의무기록을 작성하는 사람은 기존 대면 진료에서 이미 문서화되었을 수 있는 정보 이외에 어떤 정보를 추가로 작성해야 하는지에 대해 고민해야 한다.

셋째, 의무기록 작성과 관련된 기술적 지원이다. 원격진료 시의 의무기록 작성방법이 기존과 다르기 때문에 이에 대한 안내를 할 수 있는 인력이나 기술지원이 가능한 헬프데스크가 필요하며 의무기록 시스템에도 변화가 있어야 한다. 예를 들어 환자 진료 시간을 기록하기 위해서는 전화상으로 통화가 시작된 시점과 끝나는 시점이 자동으로 의무기록에 연동되도록 하기 위한 전화-EHR 간의 정보 교류가 가능해야 하는 것이다.

다. 비대면 진료 의무기록의 특성과 중요성

원격진료 시 가장 중요하게 확인해야 하는 것은 ‘그 환자’가 맞는지이다. 대면 진료에서도 환자 혼동 사고가 종종 발생하는데, 비대면 상태에서는 더욱더 환자 본인을 확인하는 장치가 마련돼야 한다. 타인의 명의를 도용해 보험급여를 받는 행위의 방지책도 필요하다. 환자 입장에서는 진료받으려는 ‘그 의사’가 맞는지 확인할 수 있어야 한다. 이러한 것들은 모두 의무기록이 없이는 불가능하다. 또한 원격의료의 질 이루어지기 위해서는 진료 전 원격의료에 대한 강도 높은 설명도 필요하다. 비대면 진료의 장단점과 대면 진료와 반드시 필요한 경우에 대한 설명, 의료장비나 통신에 문제가 발생할 수 있으며 이 경우 즉시 의사에게 고지하여야 한다는 사실, 정보통신망의 장애나 외부 침입 등으로 진료 내용 등이 외부로 유출될 가능성이 있다는 사실 등을 설명하고 그럼에도 불구하고 환자가 비대면 진료를 받겠다는 동의를 해야만 환자의 자기결정권이 보장될 수 있다. 그리고 이러한 내용은 모두 의무기록으로 남아야 한다.

또한 ‘진찰’에는 각종 방법이 있는데 원격진료의 경우 주로 ‘문진’으로 이뤄지고 제한적으로 ‘시진’과 ‘청진’이 가능하므로 대면 진료보다 진단이 부정확할 가능성이 높다. 원격진료에서의 오진 사례는 원격지 의사로 인한 것, 원격지 의사와 대면의사 간 협진 과정에서 발생하는 것, 정보통신망이나 기기의 오류로 인한 것으로 나눠 예상해 볼 수 있다. 첫 번째 경우는 문진 시 확인해야 하는 사항들, 진료 도중 대면 진료로 전환해야 하는 기준 등을 정립해서 이를 파악 가능한 형태의 의무기록으로 남길 필요가 있고, 두 번째는 의사 간 협진 사례에 비춰 정보의 전달 및 협력 의무를 강화하고 역시 이에 맞는 기록을 남겨야 한다. 세 번째에 대비해서는 의사에게 어디까지 점검 의무를 부여할 것인지, 장비의 이상 여부를 환자가 어떻게 알고 의사에게 고지할 수 있게 할 것인지 등을 고민해야 한다.

나아가 비대면 진료의 경우 환자 측의 협조 의무도 강조돼야 한다. 대면 진료에서도 환자가 상태에

대해 정확히 고지하지 않아 문제되는 사례가 있는데 비대면 진료의 경우 그러한 사례가 더욱 많을 것이기 때문이다. 비대면 진료를 종료할 때도 비대면 진료의 한계를 다시 한번 설명하고, 다른 증상이 나타나는 경우 반드시 대면 진료를 받도록 설명해야 한다. 그리고 진료기록을 정확히 작성하고 이 기록을 환자가 열람하고 수정을 요구할 수 있도록 할 필요가 있다. 마지막으로 비대면 진료로 약 처방까지 이루어지는 경우, 처방약의 주문과 수령도 원격으로 할 것인지에 대해서도 검토해 봐야 한다.

비대면 진료에서 작성된 의무기록이 대면 진료와 같은 완결성을 갖추기 위해서는 의무기록을 작성하는 의료진(의사, 간호사, 방사선사, 물리치료사 등), 의무기록을 검토하는 의무기록사, 의료정보를 다루는 의료정보실 직원들과 같이 의무기록과 관련된 모든 관계자들이 비대면 진료를 통해 취합되는 의료정보 및 의무기록의 특성을 충분히 이해하고 기존 의무기록과의 차이에 대해 파악하고 있어야 한다. 그러나 실제로 이러한 준비가 충분히 되어 있는 기관은 매우 제한적이다. 따라서 비대면 진료가 활성화되기 위해서는 비대면 진료에 적합한 의무기록을 작성할 수 있는 환경이 먼저 조성되어야 한다.

라. 원격의료에 적합한 전자의무기록(Electrical health record, EHR)

병원에서 사용하는 모든 EHR에 원격의료 기능이 동일하게 적용되는 것은 아니며, 이는 각각의 상호 운용성 수준에서 명확한 차이를 보이게 된다. EHR에 원격의료 기능이 있다고 말하기는 쉽지만 실제로 EHR이 원격의료 사용자 친화적인 경험을 제공할 수 있을 만큼 충분히 유연한지 평가하는 것은 전혀 다른 이야기이다. 따라서 의료진은 본인들이 사용하는 EHR이 원격진료를 더 쉽게 할 수 있도록 도와주는지 자문해야 한다. 예를 들어, 원격의료 서비스의 환자 데이터를 보험 심사 청구 부서로 쉽게 전송할 수 있는지? 아니면 몇 분 또는 몇 시간의 추가적인 데이터 입력이 필요한 것인지? 나아가서 환자의 진료를 도와주지 못하고 방해하는지 완전히 이해해야 한다.

원격의료 및 기타 임상 기능이 클리닉의 기존 EHR 내에서 문제없이 상호 운용 될 수 있는 경우, 의사는 환자와 함께 보내는 시간이 더 많고 서류작업이나 행정작업 등 진료 외 작업에 소요되는 시간은 줄어든다. 한 연구결과에 따르면 의사는 하루의 37%를 진료 외 업무에 사용하므로 개선의 여지가 상당하다. 또한 원격의료는 환자의 노쇼율을 줄이고 거동이 불편한 환자와 도서지역이나 농촌지역과 같은 의료접근성이 떨어지는 지역에 거주하는 환자에 대한 진료 접근성을 높이는 데 도움이 된다.

마. 의무기록의 상호 운용성을 통한 일반적인 원격의료 문제 해결

코로나19가 발생한지 1년이 지난 현시점에도 많은 병원들은 여전히 최적화된 원격의료 솔루션을 갖추고 있지 않고 대신 줌과 같은 단순한 가상 회의 솔루션에 의존하고 있다. 이 방법은 의료 서비스 제공자가 한 명인 의원급에서는 큰 문제가 없을 수 있지만 여러 의사가 있는 병원급에서는 비용이 빠르게 증가하는 문제가 발생한다. 하나의 가상 회의 라이선스를 쉽게 구매할 수 있지만 여러



라이선스를 구매하면 기하 급수적으로 비용이 증가하기 때문이다. 또한 의무기록 작성 기능이 지원되지 않기 때문에 진료가 끝난 후에도 환자 데이터를 EHR에 입력해야 하므로 매우 비효율적이다. 따라서 쉽고 빠르게 의무기록 작성이 가능한 비대면 진료 솔루션이 필수적이다.

원격의료 서비스를 제공하기 위해서는 진료 과정의 재조정이 필수적이다. 대면 진료 환경에서 환자는 직접 방문하여 프린트 데스크에 문의하여 약속을 정하고, 의사를 만나기 전에 일정 서식을 작성하고, 예약하고 병원에 와서 진료를 받고 수납을 한 뒤, 처방전을 받고 약국에서 약을 받아간다. 그러나 원격의료에서는 병원에 방문할 일도, 약국에 방문할 일도 없다. 따라서 당연히 의무기록의 내용이나 형식도 달라지게 되고 이러한 이유로 진료 과정에 최적화된 새로운 patient journey를 만들어야 한다. 원격의료 솔루션을 사용하는 의료진 및 병원 직원의 편안함도 개선해야 한다. 원격의료는 대부분의 병의원에서 낯선 경험이기 때문에 상호 운용성을 통해 기술을 편안하게 사용할 수 있도록 해주어야 한다. 원격의료에 대한 학습곡선은 의료의 모든 핵심 구성요소가 통합되고 하나의 EHR을 통해 연결되고 원활하게 함께 작동할 때 줄어들게 된다.

바. 원격의료와 의무기록의 미래

원격의료는 아직 초기 단계이지만 그 영향은 코로나19 대유행 후에도 오래 지속될 것이다. 원격의료의 활용도가 높아지면서 전염병의 확산을 줄이고 의료접근성이 떨어지는 환자들이 의료 서비스를 더 많이 이용할 수 있을 뿐만 아니라 가상 임상시험을 가능하게 해주고 있다. 가상 임상시험을 통해 공간에 제한받지 않고 연구를 진행할 수 있게 되었다. 환자 모집이 더 간단해지고 환자 참여가 더 쉬워졌다. 가장 중요한 것은 효과적으로 의무기록을 작성할 수 있도록 EHR과 통합된 원격의료 플랫폼이 환자의 생명을 구할 수 있는 약물 사용 승인에 필요한 주요 환자 데이터를 더 잘 수집하고 기록할 수 있다는 것이다. 앞으로는 이처럼 원격으로 진행되는 임상시험에 적합한 의무기록을 표준화하고 이를 활용할 수 있도록 해주는 다양한 임상시험 플랫폼이 각광을 받게 될 가능성이 매우 높다.

그뿐만 아니라 앞으로 원격의료는 대면 진료 환경과 최대한 유사하게 구현하는 방식으로 발전할 것으로 예상된다. 예를 들어 환자가 실제 진료실과 같은 느낌을 가질 수 있도록 가상공간을 설계하고 환자와 의사가 나눈 대화를 어떻게 효율적으로 기록할 것인지에 대한 방법을 찾아야 한다. 이를 위해 영상과 관련된 AI 기술이나 의료녹취 시스템과 같은 솔루션들이 더 각광을 받게 될 것이다. 사람을 만나서 대화할 때는 어투나 몸짓, 분위기 등으로 파악 가능한 것도 전화를 할 때는 파악하기 어려워 오해가 생길 수 있는 것처럼 정확도가 생명인 의무기록의 경우에는 환자와 의료진 간의 대화를 가장 정확하게 기록할 수 있는 기술적 지원이 필수적이다. 환자의 입모양을 보고 무슨 말인지를 파악하는 인공지능 기술이나 환자, 의료진이 말한 것을 손쉽게 의무기록으로 만들 수 있는 음성인식 기술이나 영상판정 기술과 같이 새로운 의무기록 보조 혹은 지원 기술들이 각광을 받게 될 것이다.

마무리

원격의료는 더 이상 추가적인 서비스가 아니라 현대의료 환경의 필수 요소이다. 의사가 더 효율적으로 환자를 치료하고, 환자와 더 효과적으로 의사소통하고 그러한 내용이 데이터로 저장될 수 있도록 의무기록 시스템도 변해야 한다. 디지털 시대에 맞는 새로운 의무기록이 나와야 진정한 의미의 ‘환자를 위한 원격의료’가 가능할 것이다.

4 영상데이터 전달

서론

영상검사와 판독소견서와 같은 보호된 건강 관련 정보(protected health-related information, PHI)의 적절하고 안전하며 교환하는 영상 공유(image sharing)는 일반적으로 양질의 의료, 특히, 영상의학 분야에서는 필수적인 부분이었다. 영상데이터를 교환하는 주된 이유는 환자의 이전 영상검사의 기록을 제공받아 현재 환자의 상태의 파악을 하거나 현재 검사와 비교하기 위해서였다. 또한 환자는 종종 여러 의료기관에서 검사를 받아 데이터의 단편화를 초래하며 다른 의료기관에서 이전 검사를 알지 못하거나 영상을 알 수 없어서 재촬영이 시행되어 불필요한 비용 및 방사선 노출과 관련된 중복 검사가 발생할 수 있다. 영상 공유의 주요 목표는 영상이 가진 정보 콘텐츠를 공유하는 것이다(Mendelson, 2015).

본론

가. 영상 공유 방법

영상 공유의 방법은 직접 영상저장전송 시스템(picture archiving and communication system, PACS)으로 접근하거나, 필름을 전달받아서, CD나 DVD에 영상을 저장해서 또는 온라인(internet이나 cloud)을 이용할 수 있다.

1) PACS

PACS 자체가 영상 공유 수단으로 사용될 수 있다. PACS에 대한 액세스 권한은 의료기관 외부의 영상의학과 전문의에게까지 확대될 수 있다. 보안 및 기밀성 위험은 일반적으로 PACS에서 인증되지 않은 개인에게 권한을 확장하는 것과 관련이 있다. 적절한 법적 합의, 정책 및 관행이 수립되어 “외부” 사용자에게 명확히 내용이 전달되어야 한다. 이러한 시나리오에서는 일반적으로 전체 저장소(archive)가 개방되어 있다는 것이며 외부사용자도 모르는 사이에 랜섬웨어 등이 감염될 우려도 있기 때문에 여러 위험성이 있어 현재 이렇게 영상 공유를 시행하고 있는 의료기관은 없다.

2) 필름

수년 동안 디지털 이미지는 일반적으로 필름에 인쇄되어 아날로그 방식으로 판독되었고 교환되었다.

전통적인 일반촬영영상이 디지털이 되면서 비로소 영상 공유를 위해 디지털 미디어를 사용하는 것이 경제적으로 실현 가능하게 되었다. 그러나 필름 기반 영상판독은 여전히 존재하며 특히 유방촬영검사는 우리나라 검사의 30%가 여전히 필름 기반으로 외부병원으로 영상이 전달되어 판독이 이루어지고 있다. 필름으로 생성된 영상을 직접 외부병원의 판독의사에게 전달하여 판독을 받고 있다. 또한 유방촬영의 경우에는 환자가 다른 의료기관으로 갈 때에는 이전 검사가 필요하면 필름을 직접 운반해야 하는 부담이 있다.

3) CD

1990년대에는 CD가 가장 널리 사용되는 휴대용 디지털 미디어였으며 디지털 영상 공유를 위한 적절하고 당연한 선택이었다. 실행 가능한 대안이 거의 없었기 때문에 CD는 영상교환의 매체로 빠르게 필름을 대체했다. 환자가 진료를 위해 가져온 CD의 보급률은 불과 5년 만에 5%에서 95%로 증가했다. PACS가 우리나라의 거의 대부분의 의료기관에서 사용된 후 디지털 의료영상의 공유는 대부분은 CD 저장 매체를 통해 영상데이터를 공유하는 것이 가장 일반적인 방법이다. 15년 동안 CD가 영상 전달의 중요한 매체로 자리잡은 것은 확실하나 기술의 발전과 CD 사용에 따른 복잡성으로 인해 대안 개발의 압박이 생겨났다. 이 기간 동안 영상장비의 발달로 영상 파일의 크기와 검사 수가 증가하여 종종 CD의 최대 용량(약 750MB)을 넘치는 검사들이 늘어났다. 이를 극복하기 위하여 CD보다 약 7배 더 많은 용량을 제공하는 디지털 비디오 디스크(DVD)를 사용하고 있다. DVD로 전환하여 용량 문제를 해결하였으나 실제 미디어를 사용하여 이미지를 전송하는 가장 근본적인 문제는 해결되지 않았다. 의료기관 간에 물리적 디스크를 공유해야 하는 것은 환자나 보호자가 이를 직접 전달하여야 하는 제한점이 있고 이를 위해서는 시간과 비용이 발생한다.

4) 온라인

이제 클라우드를 사용한 온라인 영상교환이 가능하다. 삶의 다른 영역에서, 기업들은 인터넷을 통해 많은 종류의 정보를 옮기는 것에 익숙해져 왔다. 음악, 사진, 비디오 및 재무 정보는 클라우드 기술을 사용하여 전송되는 데이터의 일부이다. 사회는 이러한 정보 교환의 수단이 효율적이고 바람직하다는 것을 분명히 발견했다. 인터넷을 통한 기밀 정보의 비교적 안전한 교환에 동의하는 것은 이 기술 사용자의 합리적인 신뢰 수준을 나타낸다. 그러나 인터넷 공유 의료 데이터에 대한 최고 수준의 보안과 기밀성을 보장하는 문제는 사소한 문제가 아니다. 일반적으로 사용되는 현재 데이터 유형에 대한 경험은 의료 정보 교환의 추구에 대한 정보를 제공할 수 있다. 현재와 미래의 인터넷 기술은 흥미롭고 역동적이며 의료 데이터의 원활한 교환을 촉진할 수 있는 기회를 제공한다. 새로 개발된 솔루션이 구현되면 의료영상 전문가가 DICOM 및 건강 수준 7(Health level 7, HL7)과 같은 표준을



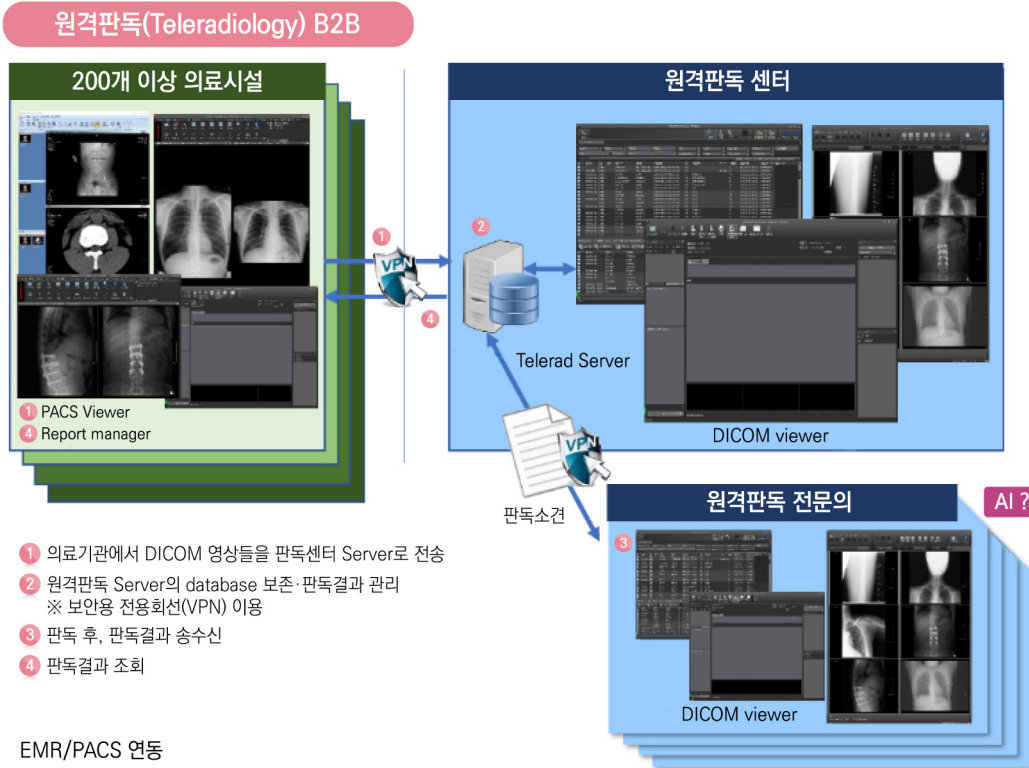
부분적으로 준수하여 엄청난 성장을 경험했다는 사실을 고려해야 한다. 이상적으로, 새로운 교환(exchange) 기술은 인터넷 기반 정보 교환의 장점을 활용하면서 하드웨어 상호 운용성을 지원하는 표준을 지킬 것이다.

나. 원격판독(Teleradiology) 기술과 현황

1) 원격판독이란?

원격판독은 정보 통신망을 이용하여 환자의 영상의학검사(일반촬영검사, CT, MRI, 투시검사)의 영상을 원격지의 영상의학과 전문의에게 판독을 의뢰하고 판독소견서를 얻는 체계를 말한다(〈그림 3.16〉). 우리나라에서는 영상검사에 대한 원격지에서의 판독은 아주 오래전 영상검사가 필름일 때부터 시행되어 왔다. 그 당시는 원격판독이라는 용어는 없었고 의료기관 내부가 아닌 외부에서의 판독으로 외주판독이라는 용어를 사용하였으며 필름으로 생성된 영상을 직접 외주의 판독의사에게 전달하여 판독을 받아왔었다. 2000년대 초반 PACS가 도입되고 영상검사의 결과물이 디지털화되고 의료법 시행규칙이 개정된 지난 2003년을 기점으로 원격판독이 본격적인 사업화가 시작되었는데, 당시 원격판독은 IT 인프라 구축과 PACS 보급률 확대 등 기술적 기반이 확보되고 특히, 영상의학과 의사들의 수급 문제와 검진 확대에 따른 영상검사 및 판독 건수 증가로 인해 병원에서도 그 필요성이 크게 부각되기 시작했다. 원격판독은 현재 원격의료 유형 중에 가장 많은 비중을 차지하고 있다.

전산 장비의 발달과 함께, 이와 관련한 고용량의 저장매체의 발전, 고속도의 정보 통신망의 보급으로 원격의료법 제30조의2에서 원격의료를 정보통신기술을 이용하여 원격지 의료인에 대한 의료 지식이나 기술을 지원하는 경우에 한정하고 있다. 의료법 시행규칙 제23조의3에서는 원격의료를 시행하기 위하여 원격진료실, 단말기, 서버, 정보통신망 등의 장비를 갖추어야 한다고 규정하고 있다. 원격판독은 이 의료법에서 규정한 장비의 구축만으로 접근이 가능하며, 시간과 공간의 제약을 받지 않는 장점이 있다. 이의 용도로는 영상의학과 전문의에 대한 자문이나 진단용 판독 이외에도, 임상인들의 환자 영상의 조회, 의료 기반이 취약한 시설의 수련이나 재교육이 필요한 의사들에 대한 교육 및 연구의 자료로도 활용도가 높을 수 있으나 현재 국내에서는 원격판독을 의뢰하는 형태로 주로 사용되고 있다.



〈그림 3.16〉 원격판독 개념도

2) 원격판독 기술

지금까지 이루어지고 있는 원격판독은 판독을 의뢰하는 병원에서부터 원격판독을 하는 기관 간에 인터넷의 공공 정보 통신망을 사용함으로 해서 환자 정보의 보호를 위하여 보안을 필요로 한다. 또한 영상을 인터넷으로 전송하기에는 속도와 크기의 문제에 의하여 어느 정도의 압축을 필요로 한다. 그러므로 원격판독을 위해서는 의뢰 영상의 암호화(encryption), 압축(compression), 전송(transmission), 압축해제(decompression) 및 암호화 해독(decryption) 과정을 거치게 된다. 현재에서도 업체마다 병원마다 개발하는 원격판독의 체계가 다양하기 때문에, 원활한 상호 운영을 위하여 여러 단계에 필요한 표준화 과정이 필요하며 이를 통해 추후 보다 원활한 보급을 할 수 있을 것이다.

2005년에 대한PACS학회(현 대한의학영상정보학회)에 원격판독의 표준화 가이드라인을 제시하였으나(하두회, 2005) 이에는 원격판독의 최소 기술적 가이드라인이 포함되어 있다. 그 후 대한영상의학회에서 2006년 원격판독 가이드라인을 마련하고 회원의 여론을 수렴하는 공청회를 개최하였으나, 당시 회원의 의견이 통일되지 않고 발표가 적절하지 못하다는 의견이 있어 실제 가이드라인이 발표되지는



않았다. 이후 2013년도에 다시 원격판독 전문의 자격 및 책임, 환경 및 기술적 요소, 전문의 업무 등을 포함하는 가이드라인이 개발되었으나 원격의료 문제로 배포되지 못 하였다.

대한영상의학회의 가이드라인에서는 기술적 요소는 충분히 포함되어 있지 않다. 최소한의 기술적 가이드라인 제안한 안은 다음 <표 3.2>와 같다.

<표 3.2> 원격판독을 위한 대한영상의학회 가이드라인

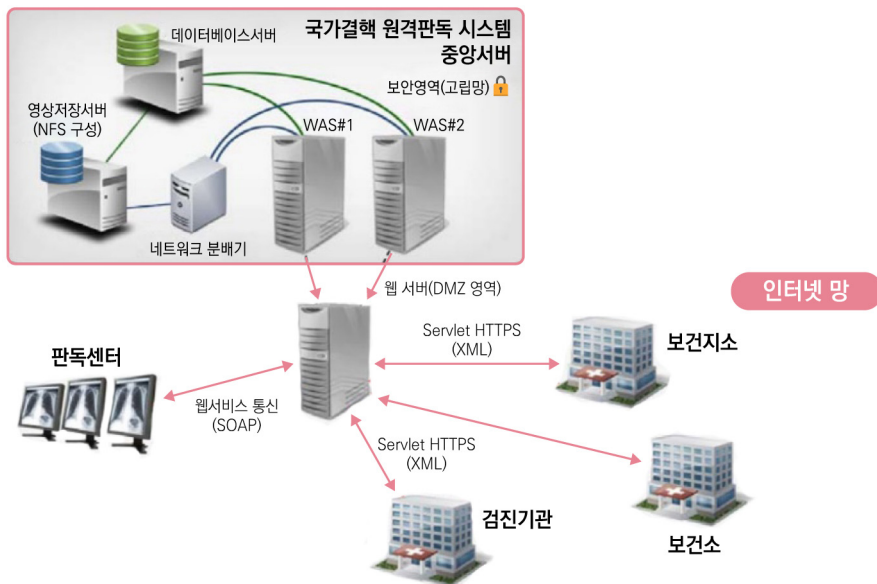
분류	가이드라인
판독과 관련한 각종 정보의 표준코드화	• 병원별 고유 식별자 • 검사명의 국제 표준 식별자 • 판독시간
전송 방식의 표준	• 판독 영상의 전송방식: DICOM • 검사 처방 전송방식: HL7(환자 정보, 검사명, 검사 접수 일시, 의뢰 의사, 진료과 등의 환자 정보 포함, 또한 환자의 검사, 의뢰 이유에 대한 기록을 함께 전송하는 것을 권장) • 판독소견서 전송 방식: DICOM SR(structured reporting) • 판독 시 영상 위에 덧 표기 주석(annotation) 전송 방식: IHE profile 중 consistent presentation of images의 grayscale softcopy presentation state을 따르는 것을 권장 • 판독 제공 기관의 판독자 정보는 판독자 성명과 함께 의사면허번호를 함께 전송
영상압축 및 조회	• 영상의 압축률은 학회의 가이드라인과 의뢰기관의 압축률 가이드라인에 따름(무손실 압축 권장, 네트워크 속도에 따라 손실 압축필요 시, 판독자와 협의 필요) • PACS 영상 조회 장비 및 판독 환경: PACS학회 제정 가이드라인 및 현재 준비하고 있는 가이드라인 개정판 준수 • 영상 조회 기능: 2001년 PACS 학회 가이드라인이나 추후 개정판의 가이드라인을 준수(환자 및 영상 정보 조회 가능, 영상의 밝기 조절, 회전, 확대 및 이동, 길이나 각도 측정, 영상값 측정 등이 가능하며 주석 가능해야 함)
영상의 입출력	• 원격판독 이후에는 영상을 저장할 필요가 없음 • 영상 저장 보관 시, 의뢰병원과 협의를 통한 설정기간 동안 보관 • 판독소견서 전송 완료 시점에 임시 저장하였던 영상이 원격지에서 삭제하는 것을 권장 • 원격판독 시, 과거 영상 조회 가능 및 과거 영상 존재하면 기존 영상을 전송 또는 원격판독자의 요청에 따라 기존 영상을 전송 가능해야 함. • 판독 의뢰 병원에서는 환자의 영상을 의료법에 따라 보관 • 원격지나 의뢰 병원에서 환자의 영상 개인 보관 시, 환자 정보보호를 위해 환자의 고유 번호나 이름, 병원 식별자 정보 삭제 • 영상을 저장하거나 주요 정보를 변경하는 경우 등에는 로그정보 및 이를 검색할 수 있는 기능을 갖추 것을 권장
보안	• 원격판독 의뢰 시, 환자 정보보호를 위한 데이터의 기밀성(confidentiality) 및 무결성(integrity), 인증(authentication), 데이터의 가용성(availability), 개인 사생활(privacy) 보호, 부인 방지(nonrepudiation), 접근 통제(access control) 등의 영역의 보안을 포함 필수 • Virtual private network 등을 이용하여 데이터의 암호화(encryption) 필수 • 판독 의뢰 병원이나 원격판독 기관에 외부에서의 인가하지 않는 접속을 차단하는 방화벽을 설치 • 전자 서명 시, IHE profile의 document digital signature를 적용 권장 • 판독 목적의 인터넷을 통한 PACS에 로그인 시, 공인인증키 사용 권장

3) 원격판독 현황

가) 국가결핵 원격판독 시스템

우리나라의 각 보건소 및 보건지소에서 PACS를 구축하여 의료 서비스를 제공하고 있지만 전문판독의사의 부족으로 판독의 어려움에 2006년도에 국가결핵관리 영상정보 시스템 구축하여 2019년 184개소 대상 997,869건 원격판독을 시행하고 있다.

이 시스템은 Web-PACS 시스템으로 PACS를 web 기반 HTTP 프로토콜을 이용한 연계방법을 통해 영상 판독정보를 수집하고 권역별 전문의를 지정하여 수집된 정보를 판독하여 결과를 보건소마다 서비스를 제공해주도록 구성되어 있다(그림 3.17).



이용준, 2013

〈그림 3.17〉 국가결핵 원격판독 시스템 연계 레이아웃 구성

나) 현행 원격판독 기관의 실행 현황

기술적은 문제를 포함하여 현행 원격판독을 시행하는 기관의 실행 현황은 다음과 <표 3.3>과 같다.

〈표 3.3〉 현행 원격판독 기관의 실행 현황

분류	현황
포함 정보	DICOM 제공 기본 정보와 환자 임상소견 및 코멘트 확인 가능
접근 방식	서버 접속을 통한 접근
접근 권한	공인인증서 등록을 통한 접근 권한 관리
판독 환경	모니터 제공 혹은 전체 시스템 본인 마련
판독 시간	응급(15분~1시간 이내)/비응급(하루~며칠, 상황에 따라 가변적)
판독 결과	판독한 의사 이름으로 나감
판독 의뢰	PACS 서버에 메일과 같이 판독의뢰, 응급판독은 문자서비스
의사소통	판독 의뢰 의료진과 직접적인 의사소통 불가능함

다) 원격판독의 문제점

현재의 시스템에서 가장 중요한 문제점은 판독의사가 환자에 대한 임상정보와 이전 영상에 대한 정보를 내부 판독하는 경우와 달리 매우 제한적으로만 그 정보를 알 수 있다는 것이다.

이는 원격판독 의뢰 시 환자 정보를 외부로 보내는 것에 대하여 개인정보보호 등에 대한 명확한 기준이 없어 각 의료기관에서의 소극적인 정책결정에 따른 것이고 실제 환자의 자료를 보내는 것은 단순히 PACS에서 영상을 보내는 것을 넘어 병원의 전자기록을 전달해야 되기 때문에 시스템에서도 다른 솔루션이 필요하다.

다. 클라우드에서의 영상 공유

최근에는 원격판독을 클라우드 기반 영상 플랫폼을 이용하여 시행하고 있는 기관들이 증가하고 있으며 의료기관 내의 PACS 시스템을 오프라인으로 운영하지 않고 클라우드 기반의 온라인 PACS 시스템으로 운영하려는 움직임이 해외로부터 시작되고 있다.

1) 클라우드 기반 영상 플랫폼의 이점

클라우드 기반 영상 공유 플랫폼의 이점은 영상의학과 전문의, 처방의사 및 가장 중요한 환자가 쉽게 영상에 접근할 수 있도록 함으로써 새로운 가치를 창출한다. 클라우드 기반 영상 공유는 환자의 진료시점에서 여러 진료의사들이 공간 및 시간, 지리적인 여건과 상관없이 환자의 영상을 공유함으로써 환자진료의 질을 향상시킬 수 있다. 주요 이점은 ① 진료의 질 향상, ② 비용 절감, ③ 중복검사 감소, ④ 중복검사로 인해 방사선 피폭 감소 등이다. 필름이나 CD와 같은 물리적 미디어를 통한 영상 공유와는 대조적으로 클라우드 기반 발생할 수 있는 손실되거나 손상된 데이터로 인한 비용과

잠재적인 오류가 줄어든다. 영상 공유 속도가 증가하면 지연된 진단 또는 치료로 인해 환자 치료 결과가 나빠질 수 있는 가능성을 줄여준다. 클라우드 기반 영상 공유 도구가 의료기관 간에 이송되거나 여러 시설에서 치료를 받는 환자에 대해 CT 영상, 핵의학검사, 또는 X선 검사의 불필요한 반복을 피하게 하여 환자 방사선 피폭선량을 줄일 수 있다.

2) 클라우드 기반 원격판독 솔루션

우리나라의 일부 업체에서는 클라우드 기반 원격판독 솔루션을 제공하고 있다. 원격판독 의뢰 의료기관에서 클라우드로 판독할 영상을 올리면 판독의사는 web base의 판독 플랫폼으로 접근하여 판독을 하면 되기 때문에 판독을 위하여 영상을 다운로드하거나 저장할 필요가 없다.

3) 클라우드 기반 온라인 PACS

코로나19로 인하여 미국을 중심으로 판독할 인력의 부족이나 판독의사의 전문성, 판독의 시급성 등의 문제로 외부로 원격판독을 의뢰하는 것이 아닌 내부 영상의학과 전문의가 재택에서 판독을 하는 내부 원격판독에 대한 요구가 높아지면서 클라우드 기반 온라인 PACS 시스템을 제공하는 업체들도 증가하고 있다. 하지만 아직 우리나라에서는 의료업의 재택근무가 불법이기 때문에 실제 내부 원격판독은 법적으로 제한되어 있는 상태이다.

라. 진료정보교류 시스템

정부에서는 의료의 연속성을 보장하기 위해 개인정보제공을 동의한 국민(환자)에 대하여 본인의 진료기록을 원하는 의료기관에 전자적 방식으로 안전하게 송수신하여, 의사가 환자 진료에 참조할 수 있도록 교류하는 서비스를 운영하고 있다. 이런 진료정보교류 시 X-ray, CT, MRI 등 DICOM영상 정보파일과 영상의학 판독소견서를 함께 교류할 수 있도록 지원하는 서비스인 영상정보교류 서비스를 운영하고 있다. 전국적으로 문서저장소를 두고 G-클라우드를 이용한 진료정보교류 시스템을 운영하고 있다. 이런 영상정보교류 서비스를 효율성을 높이기 위해서는 실제 정보교류의 시스템은 갖춰 있으나 교류되는 정보 콘텐츠의 질이 중요하며 이를 위해서는 표준화된 검사 프로토콜이 가장 우선되어야 한다. 2019년 대한영상의학회는 영상정보교류를 위한 영상화질의 질 향상을 위한 표준검사 프로토콜과 표준판독소견서 가이드라인을 개발하고 배포하고 있다.

마. 비대면 진료에서의 영상 전달

비대면 진료에서의 영상 전달에 있어서는 비대면 진료 플랫폼에 따라서 영상이 쉽게 전달될 수도 있고 환자가 직접 본인의 영상을 다운로드할 수 있게 구성할 수도 있다. 이때 영상의 크기 및 용량에 제한이



있을 수도 있으나 가장 중요한 문제는 환자에게 어떤 영상을 전달하는 것인가 하는 것이다. CT, MRI와 같이 진료에 영향을 많이 줄 수 있는 영상검사는 그 영상 수가 적게는 2~300장에서 많게는 2~3,000장에 이른다.

이 중 환자에게 중요한 key 영상을 보여줄 수 있는 것이 중요한데 이때 key 영상의 설정은 판독의사가 하게 된다. 하지만 실제 워크플로우에서 모든 환자에 대한 key 영상의 설정이 제대로 이루어지는 것은 판독의사의 업무를 증가시키는 것으로 이에 대한 의료기관 내에서 의료계 내에서 사회적인 합의가 필요하다고 생각한다. 또한 실제 가공하지 않은 영상은 DICOM영상인데 환자에게 DICOM영상을 제공할 때 환자는 이를 쉽게 확인할 수 없기 때문에 영상의 변환도 필수적이다. 이에 대해서 연구들이 진행되었으나 해결방안이 제시되지 못하였다. 앞으로 비대면 진료가 활성화된다면 의료영상에 대한 영상 전달, 특히 환자에게 전달에 대한 시스템 및 기술에 대한 추가적인 연구와 가이드라인이 필요할 것이다.

바. 원격의료의 영상과 인공지능

현재 의료영상과 관련된 인공지능 프로그램은 영상화질을 증가시키기 위한 방법의 개발과 영상 판독보조프로그램 개발로 크게 2가지로 나눌 수 있다. 영상 판독보조프로그램은 영상의학과 전문의가 판독할 때 도와주면 시간이 절약되거나 실제 사람이 잘 할 수 없는 크기 측정, 내부의 음영이나 신호강도 측정, 용적계산 등의 보조수단을 자동으로 하는 것과 병변을 검출하거나 병변의 판정하는 진단보조 역할이 있다. 실제 병변 검출과 이에 대한 판정을 하는 세 번째에 대한 기대가 컸으나 여전히 개발되어 있는 알고리즘은 실제 워크플로우에서 도움이 될 만큼 완성도가 높지는 않은 상태이다. 특히 원격의료 중 현재 가장 활발히 사용되고 있는 원격판독에 있어서 인공지능 알고리즘이 사용될 수 있는 부분이 어떤 부분이 있는지에 대해서는 더 논의가 필요하다. 일반 흉부 X-선 검사에서 인공지능 프로그램이 이상소견을 우선 발견하고 이를 처방한 임상 의사에게 문자 메시지나 SNS를 통하여 전달하는 프로세스는 정확한 진단이 아니더라도 의심되는 소견이 있음을 처방의사가 전달받았을 때 후속으로 실제 판독 의뢰 등을 진행할 수 있어 판독량이 너무 많아서 중요한 환자를 간과할 수 있는 현 상태에서 도움이 될 수 있을 것이라 생각된다.

마무리

원격의료 중 2000년대 중반부터 활발히 시행되어 온 원격판독은 현 법령 하에도 자문으로 인정이 되기 때문에 법적인 문제없이 진행되고 있다. 또한 의료기술이 발달하고 보장성 강화 정책으로 영상검사가 폭증하고 적절히 판독할 수 있는 인력이 부족한 것도 원격판독이 성장하게 된 배경으로

생각한다. 현재 영상데이터 전달, 영상 공유 등이 기술적으로는 큰 문제없이 진행되고 있고 클라우드 기반 PACS 솔루션이 개발됨으로써 외부 기관으로 판독을 의뢰하는 것뿐만 아니라 내부의 영상의학과 전문의가 재택 등에서도 판독할 수 있는 기술은 갖추어졌다고 할 수 있다. 하지만, 전반적인 원격의료에서와 마찬가지로 원격판독에 있어서 여러 법적인 문제와 의료의 질 문제가 해결되어야 한다. 실제 단순히 시스템이 갖추어졌는데 재택에서 판독을 하면 안되는가에 대한 문제도 단순히 해결할 수 있는 문제는 아니다.

국민보건향상에 도움이 되는 원격판독을 위해서는 의료영상의 생산, 전달, 최종판독소견서의 질까지 제대로 된 관리가 되어야 하고 정부와 과학기술계 의료계에서는 적절한 가이드라인 등을 만들어 의료의 질을 확보하면서 안전성, 보안성을 담보할 수 있는 원격의료의 질이 될 수 있도록 하여야 하겠다.

- 이용준(2013). “공공기관의 흉부X선 원격판독시스템에 대한 사례연구”, 숭실대학교 석사학위논문, p.11.
- 하두희(2005). “원격 판독의 표준화 가이드라인”, The korean Journal of PACS, 11(2), pp.129-133
- Mendelson D. S., Erickson B. J., Choy G.(2014). “Image Sharing: Evolving Solutions in the Age of Interoperability”, J Am Coll Radiol, 11(12 Pt B), pp.1260-1269.
- 대한영상의학회(2019). 표준판독소견서 및 표준영상프로코를 가이드라인. http://www.radiology.or.kr/reference/guidelines.php?mode=view&uid=2009&no=16&gubun=1&sub=5&page=1&r_url=/reference/guidelines.php

5 원격병리

서론

최근 현미경 검경을 위해 제작한 유리 슬라이드를 이미지 스캐너를 통해 ‘버추얼 슬라이드’ 파일로 디지털화하여 조직병리를 평가하는 ‘디지털 병리’가 도입되는 추세이다. 병리과는 환자 검체의 세포 수준의 형태와 유전자, 단백 발현을 종합하여 질환을 확인하고 상태를 평가하여, 진료과의 환자 처치 방향을 결정하는 중추적인 역할을 한다. 병리 검사는 현미경 수준의 형태 검경에 해당하는 조직 및 세포 검사 이외에 면역조직화학검사, 분자유전체검사 등 다양화되고 있다. 질병분류도 점점 세분화돼 각각에 맞는 치료법에 따라 적절한 전문 진단의 중요성이 부각되고 있지만 병리 검사는 암환자의 증가와 더불어 매년 3~5%가량 증가하고 있으며, 병리 전문의는 전 세계적으로 매년 감소하여 업무량 과중으로 인한 인적 평가 오류의 위험에 항상 노출되어 있다.

디지털 병리란 슬라이드 스캐너를 사용하여 현미경 검경의 주 대상인 유리 슬라이드를 고해상도의 디지털 이미지로 변환하고 디지털 영상을 통해 병리 진단 업무를 비롯한 자문 및 자료 교환을 수행하는 병리 시스템이다. 여타 산업의 디지털화가 업무의 효율성과 생산성 향상에 기여한 바와 같이, 디지털 병리는, 유리 슬라이드를 제작하여 광학현미경으로 판독하는 방식으로 이루어지는 고전적인 병리 검사 방식과 비교하여, 디지털 병리 자료 교환을 통한 세부 전문 분야에 대한 자문 활성화 및 과거 병리 자료 및 관련 자료의 손쉬운 접근을 통한 정보 확대로, 진단 정확도를 높이고, 진단 소요시간을 줄이며 슬라이드 보관 공간과 노동력을 절감 효과가 있을 것으로 예상된다.

병리 영상은 디지털 시대 이전에도 자문, 자료 교환, 교육 및 보관을 위해 존재하였으며, 디지털 이미지 기술과 통신의 발달과 함께 획득 및 사용 방식이 변화하였다. 병리학자들은 현미경에 생성된 이미지를 동일한 질병이나 질병의 새로운 사례를 연구할 때 참조할 수 있도록 사진으로 인화하여 보관하였으며, 전문가 자문을 위해 이를 공유하였다. 1960년대 후반 정보통신기술의 발달로 슬라이드 이미지를 원거리로 전송한 것이 원격병리의 효시이다. 1968년 흑백 현미경 사진이 보스턴 공항에서 매사추세츠 병원으로 전송되고, 1986년 위성을 통해 컬러 비디오를 사용하여 텍사스와 워싱턴 D.C. 간에 원격병리가 시연되었다. 1990년대 병리 이미지를 디지털화할 수 있는 스캐너 장비가 상용화되면서 많은 양의 데이터를 처리, 분석 및 저장할 수 있게 되었다.

병리과의 진단은 환자와의 대면 형태가 아닌 검사 결과를 보고하는 진단 레포트(report)로 나가게 되므로 원격병리를 통한 진단은 수행 형태에 따라 최종 진단을 기관 외부에서 시행하는 원격판독(remote sign-out)과 내부 기관의 병리의가 외부 기관의 전문의에게 2차 소견 및 의견을 자문하는 원격자문(teleconsultation)이 있으며, 두 형태 모두 검체가 있는 곳에 적절한 평가를 진행할 병리의가



없는 경우, 응급도 및 질환의 복잡성, 전문성 수준 및 기관의 자원 가용성 등의 필요에 따라 시행된다. 본 장에서는 원격병리의 현황과 국내 병리 검사실에서 원격병리를 도입하고 운영하기 위한 기본적인 고려사항을 제시하고자 한다.

본론

가. 원격병리의 역사 및 현황

원격병리란, 유무선 통신 수단을 이용한 디지털 또는 실시간 병리 영상 전송 환경 또는 그와 관련된 분야로서 크게 다른 지역전문가에게 자문(teleconsultation)을 받을 목적, 원격 시설의 검체를 진단(telediagnosis)하는 목적, 그리고 교육을 위한 목적으로 활용된다. 원격병리는 디지털화된 의료 자료를 교환하여 진료 혹은 환자 관리에 사용하는 원격의료에 속하는 행위로, 병리 검사에 특화된 부분을 칭하는 용어이다.

진단을 위한 원격병리는 1968년에 최초 보고되었고, 1986년 비디오 영상을 통한 원격 진단이 이루어졌고, 1990년대 관련된 상업적 시스템이 개발되면서, 미국의 재향군인병원(Department of Veterans Affairs (VA) hospital)을 중심으로 원격병리를 활용한 자문 진단을 시행하였는데, 이때 사용한 시스템은 로보틱 기술을 활용한 실시간 원격 현미경 조정 기술을 활용하여 원격지에서 현미경의 대물대를 원격으로 움직여, 유리 슬라이드를 화면으로 검경하는 방식으로 이루어졌다.

종래에는 원격 제어 현미경을 이용하여 유리 슬라이드 영상을 실시간 영상으로 전송하는 방법이 이용되었으나, WSI(Whole-Slide Image)라 불리는 전체 슬라이드 영상을 스캐너를 이용해 디지털 이미지를 획득할 수 있게 되면서, 혁신적인 원격병리, 원격 진단이 가능하게 되었다(<표 3.4>).

〈표 3.4〉 원격병리 연혁

연도	원격병리의 역사적 이정표
1968	보스턴 로건 공항에서 보스턴 매사추세츠 종합병원으로 혈흔 흑백 사진을 영상으로 전송
1980	상용화를 위한 원격 telepathology 방송 시연
1986	인공위성을 이용한 최초의 영상 로봇 telepathology 시스템 개발 및 “telepathology” 용어의 제시; 1993년 미국 특허상표청 출원 승인(최초의 원격병리 특허 출원)
1989	동결절편법 서비스를 위한 Norway nationwide telepathology 프로그램 설립
1990	다기관 병원의 2,200건 이상의 원격병리학 활용 경험 관련 문서 출판
1994	의료에 적용 가능한 원격병리 시스템 하드웨어 사용 가능

연도	원격병리의 역사적 이정표
1995	AFIP static image consult service 시작
2000	전체 슬라이드 이미지(WSI)의 의료 시장 출시
2001	Dynamic telepathology의 미군 원격의료 프로그램에 도입
2005	미군 원격의료 프로그램의 WSI 플랫폼으로 전환
2009	1차 진단을 위한 디지털 병리학 사용에 대한 FDA 패널 회의
2011	WSI dynamic-robotic/static imaging systems의 소개
2013	Royal College의 병리학자에 의한 원격병리 지침 제정
2014	미국원격의료협회(ATA)에 의한 원격병리에 대한 임상지침 개정; WSI를 사용하여 해부학적 병리학에 대한 원격병리 서비스를 구축하기 위한 캐나다 병리학자 협회 지침 발표

Farahani N, Pantanowitz L. Overview of Telepathology. Clinics in laboratory medicine. 2016;36(1):101-12.

원격병리에서 사용되고 있는 전달 이미지는 크게 다음의 세 가지이다.

1) 정적 이미지

디지털 카메라로 현미경 또는 육안 이미지를 캡처하거나 저장하여 인터넷/인트라넷을 통해 디지털화된 이미지를 전송하는 방식이다. 정적 영상은 가장 단순하면서 오랫동안 사용된 방법이다. 원격병리학 시스템 중 가장 비용이 적게 들지만 전체 슬라이드 이미지가 표시되지 않고 이미지 선택을 현장 작업자에게 의존하기 때문에 판독에 제한이 많고, 이미지 획득용 시스템이 필요하다. 2000년 초반까지 현미경에 부착된 고해상도 디지털 카메라는 고가였고, 폐쇄적 시스템으로 인해 필름 인화용 사진 획득보다는 용이하더라도 사용에 한계가 있었으나, 최근 휴대용 전화기의 카메라 획득 기술과 영상의 질이 높아지면서, 현미경에 개인 휴대폰을 거치하고 이미지를 획득하여, 개인 통신을 통해 이미지를 전달하는 것이 용이해졌다.

2) 디지털 스트리밍 비디오

디지털 카메라를 통해 스트리밍으로 전송되는 이미지를 의미한다. 스트리밍을 통해 원격지의 병리 의사가 진단을 내리기 위해서 현미경을 원격으로 제어해 슬라이드 표본을 보는 방식이며, 원격지에 있는 의사와 양방향 커뮤니케이션이 가능하며, 초점 맞추거나 화면 전환 등이 현미경 검경과 유사한 장점이 있으나, 진단에 적합한 수준의 움직임을 위해서는 네트워크 속도와 화면 해상도 등의 기술적 요소의 뒷받침이 필요하며, 여러 슬라이드를 연속해서 검경하기 위해서는 원격지에 보조자가 필요하다.

3) 전체 슬라이드 이미지(whole slide image, WSI)

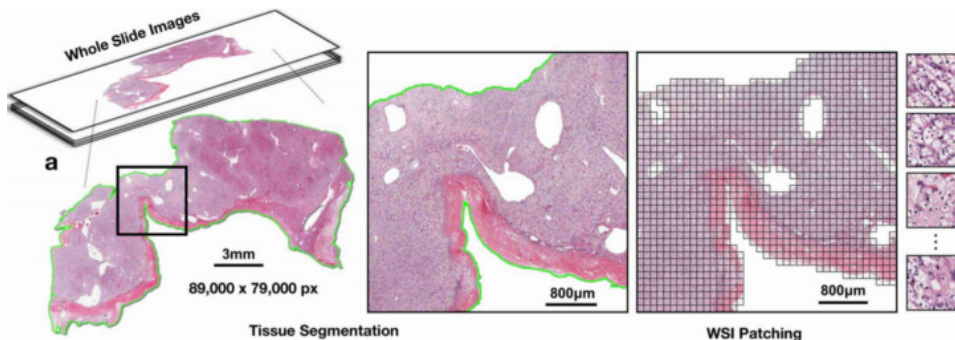
현재 사용하는 가장 최신 원격병리 솔루션 기술로, 진단에 적합한 해상도로 디지털화된 WSI를



확보하고, 이를 접속 권한을 가진 여러 사용자가 동시에 저장, 검색 및 공유할 수 있는 장점이 있다. WSI는 스캐너를 이용해 유리 슬라이드 한 장을 모두 스캔하여 디지털 변환된 고해상도 스캔 이미지로, 전용 영상 뷰어 소프트웨어를 통해 볼 수 있다(그림 3.18). 전체 슬라이드 이미지 WSI, 가상 슬라이드(virtual slide), 가상 현미경(virtual microscopy)라고도 불린다. 스캔을 시행하여야 하기 때문에, 스캔에 소요되는 시간과 큰 크기의 파일을 위한 저장소 및 서버, 뷰어 기술 등의 시스템이 필요하다. 최근 WSI와 라이브 스트리밍을 결합한 hybrid 시스템도 소개되고 있다.

세 가지 이미지 전달 및 판독 방식을 비교하면, 아래와 같으며(표 3.5), 정적 영상의 경우 비용은 저렴하나, 전달하는 이미지 선택에 제한이 있어, 정확한 진단 평가에 한계가 있고, 원격 조정에 의한 실시간 화면 전송이나 WSI를 이용한 방법은 모두 현미경 검경과 동일한 수준의 판독 환경을 제공하여 진단이 가능하나, 네트워크 속도 및 시스템 구축을 위한 비용이 높다. 동적 영상을 활용한 원격 진단은 실시간 초점 맞추기가 가능하기 때문에 WSI에 비해 유리 슬라이드의 다양한 상태에 따라 적절한 대응을 할 수 있다는 장점이 있으며, 스캔에 소요되는 시간을 절약하고, WSI에 필요한 저장소 확보가 필요하지 않는다는 점을 장점으로 볼 수 있다.

WSI를 활용한 원격병리의 경우 스캔시간 및 생성된 대용량 파일의 처리를 위한 별도 시스템이 필요하나, 스캐너 및 뷰어의 경우 원격병리 이외에도 사용할 수 있는 시스템으로 라이브 시스템에 비해 활용도가 높은 장점이 있다. 이미 확보된 WSI를 사용한 진단의 경우 화면 전환 속도가 라이브 화면 전환에 비해 빨라서, 스캔 파일 확보에 걸리는 시간과 혹은 유리 슬라이드를 라이브 시스템에 준비하는 시간의 차이는 약 2분 정도 WSI가 오래 걸리나, 판독 시간은 WSI의 경우 라이브 시스템에 비해 평균 7분 정도 짧아, 총 판독 시간은 WSI를 활용한 판독이 더 효율적이라는 보고가 있어, WSI가 활성화될수록 라이브 기술을 활용한 원격병리에 비해 활용도가 높을 것으로 예상된다.



Lu, 2021

〈그림 3.18〉 전체 슬라이드 이미지(WSI)

〈표 3.5〉 원격병리 전달 방법 비교 자료

원격병리 방법	영상 획득	원격조정	전송영상	영상선택	네트워크 속도	비용
정적 영상	사전 촬영	불가	제한적	요청자	낮음	낮음
동적 영상	라이브	가능	무제한	원격판독의	높음	높음
전체 슬라이드 이미지	사전 촬영	가능	무제한	원격판독의	높음	높음
혼합형	사전 촬영 및 라이브	가능	무제한	원격판독의	높음	높음

Farahani N, Pantanowitz L. Overview of Telepathology. Clinics in laboratory medicine. 2016;36(1):101-12.

나. 원격병리 서비스의 임상 활용

원격병리를 활용한 서비스에는 일차 진단, 수술 중 동결 절편 진단, 신속 세포 판독, 2차 자문, 특수 검사 판독, 과거 관련 검사 리뷰, 질 관리, 원격협진 혹은 환자 상담 등이 있다.

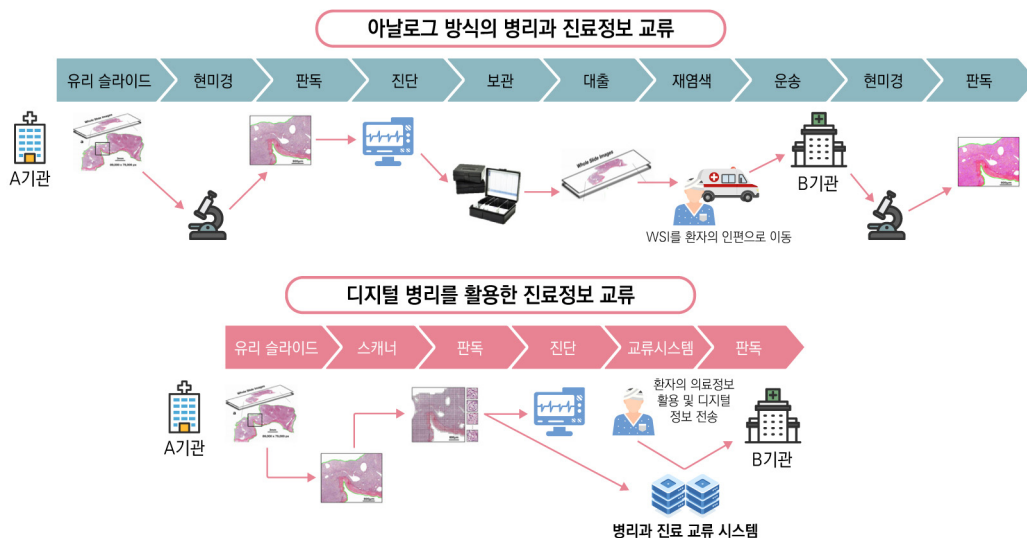
일차 원격 진단의 경우 디지털 자료를 기반으로 화면을 통해 최종 진단을 내는 것으로 유리 슬라이드 판독과 모니터 판독의 일치도에 대한 대규모 연구로 동등성을 인정하는 국가가 증가하면서, 원격병리를 통한 일차 진단도 기술적으로는 가능하다. 해당 분야 세부 전문의가 없거나, 응급 판독이 필요한 상황에 전공의 혹은 대체 전문의가 부재한 경우 기관 외부에서 일차 진단을 시행할 수 있도록 여러 국가에서 허용하고 있으나, 진료에 적절한 환자 정보의 제공, 검사를 의뢰한 임상과의 의견 교류, 외부 공간에서의 환자 정보보호 환경 등 기술적 측면 이외에 고려해야 할 사항이 많은 부분이다. 수술 중 동결 절편 진단은 일차 진단 중에서도 응급성을 요하는 분야로 세부 분야 전문의가 적은 분야일수록(예, 신경 병리) 원격병리의 활용도가 높은 분야이다. 동결 절편 슬라이드의 경우 통상의 조직 슬라이드와는 달리 표면이 불규칙하고 수술 중에 신속하게 이루어져야 하기 때문에, WSI에 비해 원격 조정에 의한 라이브 화면 판독 기술이 일찍부터 시도되었으나, WSI 스캔 기술의 발달로 WSI를 통한 판독도 시간 및 화질 확보에 문제가 차이가 없다는 연구가 있다.

신속 세포 판독은 세침 흡입 검사의 경우 검체를 채취하는 검사과에서 채취 검체 내에 진단에 충분한 수의 세포가 적정하게 채취되었는지를 신속히 판단하는 용도로 사용하는 것으로 현재까지 세포 병리 검체의 모니터 판독의 경우 WSI는 한계가 있으며, 로봇틱스 기술을 활용한 라이브 판독이 좀 더 선호되고 있다.

2차 자문은 일차 판독과는 달리 다른 기관의 전문의에게 자문을 구하는 행위로 공식적 자문 행위와 비공식적 자문으로 구분할 수 있으며, 국내의 경우 병리과에서 경제적 비용이 발생하는 공식적 자문은, 기관 내에서 진단하여야 하는 해당 세부 분야 전문의가 없거나, 시행하지 못하는 검사의 경우에 한해 외부 기관 수탁의 형식으로 환자 검체를 외부 기관에 보내어 진단하고 있다. 국내에서



다른 기관으로 유리 슬라이드 판독을 의뢰하는 경우는 환자가 직접 의료기관을 옮겨 진료하는 경우로, 환자가 본인의 유리 슬라이드를 타 기관에 등록하여 재판독을 받는 경우에 해당한다. 두 경우 모두 원격병리가 활용될 수 있으며, WSI를 활용할 경우 외부 기관에 반출하기 위한 유리 슬라이드 제작 과정을 줄여서, 검체 낭비를 예방할 수 있고, 환자가 여러 번 기관을 방문해야 하는 번거로움도 줄일 수 있으며, 외부 기관에서 시행한 검사 결과를 유리 슬라이드 대신 디지털 이미지로 원격 확인할 경우, 슬라이드 이동 시간을 줄일 수 있어, 진단 소요 시간을 줄일 수 있는 장점이 있다(그림 3.19). 비공식적인 2차 자문은 병리전문의들 간에 이루어지며, 2차 자문의 활성화는 환자 진단의 안전성 확보에 중요한 역할을 한다. 병리 검사의 오진으로 환자에게 심각한 위해가 있었던 미국의 의료 사고 연구 보고에 따르면, 세부 전문의 판독 부재로 인한 해석 오류가 오진의 한 원인으로 보고하고 있다. 원격병리는 슬라이드 전달에 필요한 비용이나, 시간 소요 없이 2차 자문을 손쉽게 할 수 있는 시스템으로 활용할 수 있다.



〈그림 3.19〉 병리와 진료정보 교류 시나리오

특수 검사는 2차 자문과 같이 기관 내부에서 시행하지 못하는 검사의 경우 외부 기관에 검체를 보내어 검사를 진행하고 결과를 받게 되는 경우로, 최종 결과까지 확인하기 전에 디지털 병리 이미지 혹은 자료를 원격병리로 우선 공유하게 되면, 판독 소요 시간을 줄일 수 있는 효과를 볼 수 있다. 과거 병리 검사 리뷰는, 최근 치료법의 발달로 암을 비롯한 여러 질환의 환자 생존률이 향상되고, 장기간 생존하는 환자들이 증가하면서, 지연 전이 혹은 재발, 2차 암 발생, 치료 저항성 증가 등의

발생이 증가하고, 이 경우 과거 환자의 병리 이미지는 판독에 매우 중요한 비교 지표가 된다. 원격병리는 과거 병리 자료가 타 기관에 있어도, 환자 정보 교류 방식으로 진행할 경우 환자의 직접 이동 없이 진료에 중요한 정보를 확인할 수 있는 방법이 될 수 있다.

질 관리는 표준화된 지표 관리를 통해 검사실의 질을 관리하는 행위로 병리 검사의 경우에도 검체 처리 및 진단 행위의 지표를 모니터링하여 검사의 질을 유지 관리하는 행위이다. 면역조직화학 검사 등의 특수 검사 숙련도 평가, peer-review를 통한 진단 질 관리 등이 있으며, 원격병리를 활용할 경우 해당 숙련도 평가 및 진단 수준 관리에 소요되는 유리 슬라이드 제작 및 이동 비용을 줄일 수 있고, 적은 비용으로 여러 기관이 참여할 수 있다는 장점이 있다.

원격협진은 다학제 협진, 전문의 간 진단 합의, 혹은 환자 상담에 활용할 수 있으며, 최근 코로나19 발병으로 비대면 접촉 환경의 필요성이 증가하면서, 원격병리는 비대면 접촉 방식으로 원활한 협진이 이루어질 수 있게 한다. 협진은 과거에도 있었으나 촬영된 병리 이미지를 활용한 집담회 방식으로 준비된 증례 이상의 자료에 대한 논의가 어려웠고, 준비 과정에 추가의 업무 및 유리 슬라이드 검색 혹은 재제작이 필요하였으나, 디지털 병리 시스템을 활용할 경우 이러한 단점을 극복할 수 있다.

의료체계에 원격병리 활용은 신속한 진단과 비용절감, 실시간 자문 및 원격의료의 취지인 공간적 한계 제거 등의 다양한 장점들이 존재하지만, 반대되는 명확한 한계점도 존재한다. 원격병리 활용의 장점 및 한계점은 아래의 <표 3.6>과 같다.

<표 3.6> 원격병리 활용의 장점 및 한계점

분류	설명
장점	• 신속한 진단 • 비용 효과성 • 병리의가 없는 지역에 대한 병리 진단 서비스 • 원격 동결 진단 서비스, 업무 분산, 세부 전문의 자문 • 실시간 자문, 이동 비용 감소, 검사 시간 감소 • 이동 중 발생할 수 있는 슬라이드 파손 및 분실 예방 • 원격협진
한계점	• 추가 검사 등을 위해 반드시 유리 슬라이드가 필요한 경우 발생 • 전산 시스템 유지 비용 • 갑작스럽게 발생하는 전산 시스템 오류 • 슬라이드 수가 많은 증례의 경우 데이터 양 증가 • 모니터 판독에 시간이 더 소요되는 증례



다. 원격병리를 위한 가이드라인 및 기술적 고려사항

1) 디지털 병리/원격병리를 위한 가이드라인

디지털 병리에 대한 가이드라인은 미국, 유럽, 일본 등의 지역에서 10년 이상 진행되어 이를 일차 진단 및 원격병리에 활용하기 위해 가이드라인이 나오고 있으며 자세한 내용은 <표 3.7>과 같다.

<표 3.7> 국가별 디지털 병리 가이드라인 및 관련 지침 현황

Canada
Canadian Association of Pathologists (CAP-ACP) 2014: Guidelines from the Canadian Association of Pathologists for Establishing a Telepathology Service for Anatomic Pathology Using Whole-Slide Imaging
United States
College of American Pathologists (CAP) 2013: Validating Whole-Slide Imaging for Diagnostic Purposes in Pathology 2011: Anatomic Pathology Checklist: CAP Accreditation Program American Telemedicine Association (ATA) 2014: Clinical Guidelines for Telepathology Digital Pathology Association (DPA) 2011: Validation of Digital Pathology in a Healthcare Environment 2011: Archival and Retrieval in Digital Pathology Systems 2011: Interoperability between Anatomic Pathology Laboratory Information Systems and Digital Pathology Systems 2011: Validation of Digital Pathology Systems in the Regulated Nonclinical Environment Food and Drug Administration (FDA) 2015: Technical Performance Assessment of Digital Pathology Whole-Slide Imaging Devices: Draft Guidance for Industry and Food and Drug Administration Staff Centers for Medicare & Medicaid Services (CMS) 2015: Clinical Laboratory Improvement Amendments (CLIA) Centers for Disease Control and Prevention (CDC) 2013: Clinical Laboratory Improvement Advisory Committee (CLIAC) Society of Toxicologic Pathology 2013: Validation of Digital Pathology Systems in the Regulated Nonclinical Environment 2007: Pathology Position Paper on Pathology Image Data
European Union
European Commission (EC) 2012: Guidelines on the Qualification and Classification of Stand Alone Software Used in Healthcare within the Regulatory Framework of Medical Devices
Spain
Spanish Society of Anatomic Pathology (SEAP-IAP) 2015: Practical Guidelines for Digital Pathology Implementation

United Kingdom

The Royal College of Pathologists (RCP)
2013: Telepathology: Guidance from The Royal College of Pathologists

Australasia

The Royal College of Pathologists of Australasia (RCPA)
2014: Position Statement: Telepathology

Korea

대한병리학회, 의료정보연구회,
2020 디지털병리 가이드라인 권고안

Garcia-Rojo M. 2016

원격병리에 필요한 시스템에는 1) 이미지 획득 기기, 2) 모니터, 3) 이미지 저장 및 전송 기술이 있으며, 이미지 획득에는 카메라 및 슬라이드 스캐너가 있으며, 모니터는 컴퓨터 모니터, TV 수상기와 휴대기기 등이 있다. 모니터에서 평가할 사항은 화면의 크기, 해상도 및 색상과 관련한 사항이며, 화면의 크기는 시야거리의 80% 크기의 화면을 사용하도록 권고하고 있고, 적절한 배율조정 및 위치 변경이 가능해야 한다. 색상의 조절에서는 아직 표준화된 색상 조정 기준은 없으나, 사용 기관에서 사용 전에 유리 슬라이드와 비교 판독을 통한 검증을 시행하고 사용하기를 권고하고 있다. 휴대기기의 사용은 모니터의 크기 및 색상과 함께 사용하는 공간에 대한 정보보호가 중요 쟁점 사항으로 정보 노출이 가능한 공용 공간에서의 사용은 추천하지 않고 있다. WSI를 활용한 원격병리의 경우 공유하는 파일의 크기가 크며, 이에 따라 충분한 정도의 저장소 및 속도 확보가 원격 진단의 성공에 중요한 요소이다.

2) 원격병리를 통한 진단 시 고려해야 할 사항

원격병리가 성공하기 위해서는 현실적 비용, 단순한 운영 방식, 양방향 소통, 인센티브에 기반한 사용자 참여 프로그램, 기관과의 강한 협력 관계, 훈련 및 사용자 교육이 뒷받침되어야 하며, 장애 요인으로는 개인정보보호에 대한 법적 규제에 의한 제한적 정보 교환, 적절한 유지 관리를 위한 충분한 증례 확보, 국가 간 원격병리의 경우 문화적 차이, 정보통신기술의 한계 및 차이 등이 있다.

원격병리를 통한 진단을 수행하기 위해 가이드라인에서 권고하고 있는 사항은 다음과 같다.

가) 교환할 정보 활용에 대한 상호 동의 및 신뢰성: 환자 정보 및 블록 및 슬라이드 번호 등이 충분히 원격병리 판독의에게 전달되어야 하며, 이를 위해서 검사실 업무자 및 기관 내 의료 정보 시스템 혹은 검사실 정보 시스템과 유기적으로 연결되어야 업무의 중단 없이 판독 행위가 이루어질 수 있다.

나) 표준 진료 방식에 의한 검사 시행: 관련 학회나 연구회에서 권고하는 판독 지침에 따라 검사를



수행하는 것이 2차 자문 및 일차 판독에 있어, 판독의 차이를 줄일 수 있다.

다) 기술적 지원: 원격병리 시스템과 저장소 및 병원 정보 시스템을 유기적으로 연결하고, 판독 중 네트워크 안정성 보장, 정보보호를 위한 보안 기술, 사용자 로그 및 저장소 관리 프로토콜 수립을 위한 정보 전문가의 참여가 반드시 필요하며, 특히 여러 시스템의 유기적 연결 및 기술 검증을 위해서 판독의와 정보기술 전문가의 협업이 필수적이다.

라) 원격병리를 통한 진단 혹은 자문의 경우에는 공식적인 자문 여부와 함께 보고서를 남기고, 전산 사용자의 로그를 포함한 관련 자료의 보관 기간에 대한 지침을 갖고 있어야 하며, 원격병리의 정도 관리는 기술적인 측면에서는 영상의 질, 장애 빈도, 네트워크 속도 및 기기 관리 로그, 자료 무결성 확인 등의 항목으로 구성할 수 있으며, 진단의 경우는 현미경 판독과 동일한 방식의 2차 peer-review를 통한 진단 재평가로 시행할 수 있다.

라. 원격병리의 한계점

이미지를 활용한 진단 검사라는 점에서 원격병리는 원격판독(teleradiology)과 비교하여, 동일한 방식으로 접근하려는 시도가 많으나, 본질적으로 병리와 및 영상의학과는 차이점이 많다. 영상의학과는 영상은 디지털 획득이 필름을 대체하여 이루어졌고, 이미 영상 획득 장치가 모두 디지털에 기반을 두고 있으며, DICOM영상 표준화도 일찍 이루어졌다. 판독의의 판독 방식도 모니터에 이미 익숙해져서 디지털 업무 환경에 대한 기술적 이해도 및 적응도가 높은 상태로, 기기에 대한 평가 및 검증에 익숙한 상태이다. 병리 영상은 유리 슬라이드를 스캔하여 얻는 영상으로 유리 슬라이드가 제작된 후 디지털 획득 과정이 추가되므로 업무 편의성을 체험하기 어렵고, 생성되는 파일의 크기가 영상에 비해 커, 슬라이드 한 장당 1~2GB에 해당하고, 한 증례당 판독에 필요한 슬라이드가 증가할 경우, 영상의학과와 영상과 같이 이동형 외장 저장소를 사용한 이동이 불가능한 크기가 되기 쉽다. 따라서 환자가 기관을 변경하면서 영상 자료처럼 본인의 병리 디지털 파일을 복사해서 전달하기가 어려울 수 있다. 기관 간의 원격병리의 경우에는 기관 사이에 전달한 파일의 양이 커지기 때문에 자료 업로드 및 보관 관리 프로토콜이 중요한 이유가 된다.

디지털 병리를 통한 판독의 경우 5~15%의 경우 유리 슬라이드 재검이 필요한 경우가 있어, 원격병리를 통해 100% 진단이 이루어질 수 없다는 한계가 있고, 추가의 면역조직화학 검사 혹은 유전자 검사가 필요한 경우, 유리 슬라이드 혹은 검체가 필요하기 때문에 디지털 자료만으로 검사를 완료할 수 없다는 한계가 있다.

기기 회사를 중심으로 빠르게 기술 개발이 이루어진 반면에, 디지털 병리 시스템의 표준화에 대한 논의가 활발하지 못하며, 진료 현장에서는 도입 비용에 비해 경제적 보상 체계가 없고, 충분한 규모를 유지할 수 없는 경우가 많은 상태로, 디지털 병리를 통한 진단이 대중화되지 못하는 원인 중 하나이다.

대표적인 스캐너 및 시스템 회사, 병리 관련 유관 학회가 중심이 되어 영상 표준에 대한 논의를 진행하고 있으나, 아직까지 확정된 영상 표준은 없는 상태이며, 병리 검사의 경우 의료 정보 수준에서 검사 표준 항목에 해당하는 항목은 검체 정보, 채취 부위 및 주요 진단명, 보고자 혹은 검사 일시, 블록 및 슬라이드 항목과 같은 검사 진행 관련 항목이며, 정작 중요한 병리 결과 보고서의 경우는 표준화 논의 대상에 포함되지 못하고 있다. 병리 결과의 대부분은 텍스트 형태의 보고서로 한 개의 항목에 해당하며, 보고서 내용이 정형화되어 있지 못하기 때문에 세부 항목에 대한 표준화는 어려운 상태이다.

마무리

고속 스캐너 기술 및 빅데이터에 적합한 정보통신기술을 기반으로 디지털 자료 및 기기를 통한 진단 방식이 기존의 현미경 진단을 대체하는 시대적 변화에 맞추어 원격병리는 새로운 전환점에 들어서 있다. 새로운 기술을 받아들이기 위해서는 필요 당위성과 함께 기존 업무 방식의 단점을 보완하면서, 사용자의 참여를 끌어들이 수 있는 기술적 요소 발굴과 제도적 보완이 함께 이루어져야 저항 없는 변화가 가능할 것이다.

- 정요셉 외(2020), 디지털 병리 가이드라인 권고안 Ver.1.0, 대한병리학회 의료정보연구회.
- Bernard, Chantal, et al.(2014). "Guidelines from the Canadian Association of Pathologists for establishing a telepathology service for anatomic pathology using whole-slide imaging", *Journal of pathology informatics*, 55(1), 15.
- Farahani N, Pantanowitz L.(2016). "Overview of Telepathology", *Clinics in laboratory medicine*, 36(1), pp.101-12.
- Farahani, Navid, et al.(2016). "International telepathology: promises and pitfalls", *Pathobiology*, 83(2-3), pp.121-126.
- Garcia-Royo M.(2016). "International Clinical Guidelines for the Adoption of Digital Pathology: A Review of Technical Aspects", *Pathobiology: journal of immunopathology, molecular and cellular biology*, 83(2-3), pp.99-109.
- Lu, Ming Y., et al.(2021). "Data-efficient and weakly supervised computational pathology on whole-slide images", *Nature Biomedical Engineering*, 5(6), pp.555-570.
- Pantanowitz L, Dickinson K, Evans AJ, Hassell LA, Henricks WH, Lennerz JK, et al.(2014). "American Telemedicine Association clinical guidelines for telepathology", *Journal of pathology informatics*, 5(1), 39.

**원격의료 실현을 위한
국내 과학기술의 현황과 극복과제**

Current Status and Issues of Science and Technology
for Telemedicine in Korea

**IV. 원격의료에서 인공지능
기술의 활용**

IV Chapter

원격의료에서 인공지능 기술의 활용

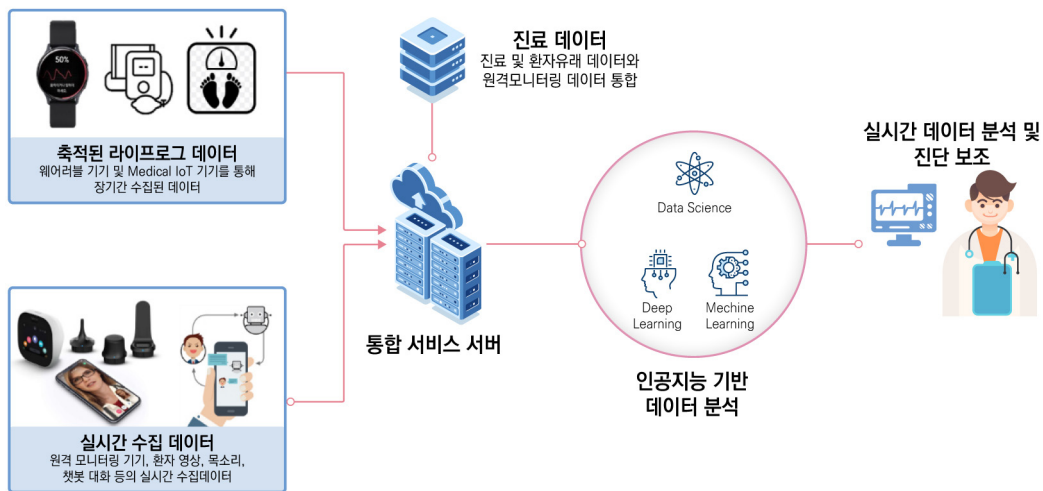
서론

원격의료는 기존의 전통적인 진료에 있어서 공간적인 제약을 넘어서는 비대면 진료 혹은 원격수술뿐만 아니라 실시간 원격환자 모니터링을 포함한다. 원격환자 모니터링은 환자의 건강 및 질병상태를 새로운 스마트 센서, 카메라, 통신 등의 기술을 활용하여 감시하는 서비스로서 기존의 의료를 넘어서서 환자의 일상적인 관리를 가능하게 하는 획기적인 개념이라고 할 수 있다. 그러나 이를 위해서는 환자의 일상적 데이터의 획득뿐 아니라 이를 기존의 진료 데이터와 통합하고 분석하는 시스템이 완성되어야만 가능하다. 따라서 이를 통합, 분석하는 작업을 의사 등 전문가가 수행하여야 한다면 이는 현실적으로 불가능하다고 할 수 있으며 자동화된 통합, 분석기술이 요구된다. 또한 비대면 진료의 경우에도 공간적인 제한성 및 이로 인한 진료에 있어서의 약점을 극복하고 디지털 인터페이스를 통한 추가적인 정보를 제공할 기술적인 보완이 필요하다. 최근 대두되는 인공지능 기술은 이러한 문제를 극복할 핵심기술로 간주된다.

인공지능이란 ‘인간처럼 생각하고 행동하는 기계’를 통칭하는 이미 1950년에 도입된 개념이다. 인공지능의 핵심기술은 소위 ‘기계학습’이라는 개념이며 이는 기계를 인간이 지식을 획득하는 것처럼 특정한 프로그램이 아니라 데이터로부터 학습하는 기술을 칭한다. 기계학습법 역시 최신 개념은 아니며 베이시안 통계기법, 서포트벡터기법, 인공신경망기법 등 다양한 기법이 1970년대 이후 개발되었다. 그러나 1980년대에 인공지능 기술이 세계를 바꿀 것이라는 기대와는 달리 실제 일상생활에서 필요한 정도의 지능을 기계에 학습하기에는 어려움이 밝혀지면서 기술개발이 정체되어 있었다. 그러나 2000년대에 이르러 인공지능 기술의 획기적인 개선이 이루어지는데 이 기술이 소위 ‘딥러닝’이라는 것이다. 딥러닝 기술은 인공신경망 기술의 확장에 해당하는 기술로서 수십년간 축적된 디지털 빅데이터와 획기적으로 개선된 컴퓨터 하드웨어 기술과 맞물리면서 전혀 다른 수준의 성능개선을 보여주고 있다. 예를 들어 음성인식 분야나 일반영상분류에 있어서 인간의 수행능력을 뛰어 넘은 기술을 보여주고 있다. 최근에 도입되는 인공지능 비서서비스, 자율주행차의 영상인식 등의 많은 비의료 분야의 새로운 서비스들은 모두 딥러닝 기술을 탑재하고 있다. 의료 분야에 있어서도 환자영상

판독보조, 의료데이터의 변환, 자연어 처리 등에 있어서의 활용, 분석기술을 활용한 임상 의사결정정보시스템, 수술로봇, 내시경 등 다양한 의료기기의 성능개선, 신약개발 및 임상시험 효율개선 등 다양한 영역에서 인공지능 기술이 활용되고 있다.

원격의료 분야에서도 실시간 원격데이터의 분석, 원격데이터와 기존 진료데이터의 통합 및 분석, 챗봇(Chat-bot) 등 다양한 인공지능 기반 대화형 요소기술, 비대면 진료 보조를 위한 강화 기술 등 다양한 인공지능 기술이 필요하다.



〈그림 4.1〉 인공지능을 활용한 원격의료의 핵심 개념

본론

1 인공지능 기술의 원격의료 적용

가. 원격환자 모니터링

세계적으로 고령환자 및 만성질환의 증가로 인한 의학적, 사회적 부담이 증가하고 있다. 이에 따라 병원 외의 일상환경에서 다양한 방식으로 환자의 정보를 취합하여 원격으로 감시하는 기술은 매우 중요한 새 의료기술이 될 것으로 기대된다. 원격환자 모니터링은 적절한 센서를 활용하여 데이터를 획득하는 단계, 획득한 데이터를 의료진에게 전달하는 단계, 의료진에게 이미 존재하는 예를 들어 의무기록과 같은 기존정보와의 통합, 통합된 데이터를 기반으로 환자의 치료, 관리에 필요한 적절한



판단을 내리는 단계, 적절한 형태로 통합된 데이터와 결과를 저장하는 단계 등 복잡하고 어려운 과정들이 필요하다. 특히 원격에서 제공되는 정보를 기존의 데이터와 통합하는 단계와 이를 분석하여 적절한 판단을 내리는 단계를 기존과 같이 의료진에게 의존하게 되면 폭발적인 의료적 수요의 증가가 발생하므로 원격환자 모니터링은 현실성이 없어진다. 따라서 이 단계에서 인공지능 기술을 활용한 자동화된 데이터 처리, 분석과 의사결정보조를 하는 것은 매우 필요하다.

또한 인공지능과 ICT 기술을 활용하면 기존에는 획득, 활용하지 못했던 가속계, 운동센서, 자이로스코프 등을 활용하여 새로운 의료 서비스를 제공할 수 있다. 예를 들어 운동센서, 가속계를 활용하여 재활훈련이 필요한 환자의 운동량을 자동으로 측정할 수 있고, 자이로스코프, 가속계 등을 활용하며 고령환자의 낙상사고 등을 감지하여 의료진에게 전달할 수 있을 것이다.

나. 원격의료의 컴퓨터-환자 인터페이스

원격의료에 있어서 의료진-환자 상호작용은 상당 부분 컴퓨터-환자 상호작용으로 전환될 수 있는데 이는 인공지능 기반 대화 이해 및 생성기술을 활용하여 가능하다. 이러한 대화 이해 및 생성기술은 텍스트의 형태나 혹은 챗봇 등 다양한 형태로 구현 가능하며 이미 정신건강이나 다양한 분야에서 이러한 실시간, 인공지능 기반 대화기술의 가치들이 증명되고 있다(Hoermann et al., 2017; Laranjo et al., 2018). 이는 단순히 의료진-환자의 대화를 대치하는 것뿐만 아니라 기존의 의료에서는 제공할 수 없었던 서비스를 제공하여 만성질환의 관리를 획기적으로 개선할 수 있다. 예를 들어 스마트폰을 이용하여 투약, 식사, 운동 등에 대한 알림서비스를 제공할 수 있으며 원격환자 모니터링 결과와 연동하여 정기적인 환자관리를 제공할 수 있다. 또한 개별환자의 질환상태와 투약 등에 기반한 맞춤형 질의 응답 기능을 제공하여 일상적인 환자의 의학적인 컨설팅을 제공하여 이상 상태의 감지 시 즉각적인 담당 의료진과의 연결기능 등을 제공할 수 있을 것이다. 이러한 기능의 제공은 매우 유용하겠지만 동시에 오류발생의 경우 환자의 생명과 관련될 수 있다는 점에서 주의가 필요하다. 따라서 초기에는 단순질환의 경우로 국한하고 규칙 기반 전문가 체계(Rule-based expert system)이나 결정가지 구조(Decision tree logical constructs) 등 보다 안정적인 인공지능 기술을 활용하는 것이 좋을 것으로 보인다. 또한 기본적으로 이러한 챗봇 등의 대화형 기술(Conversational Agent)은 사실은 실제대화를 이해한다기보다는 대화를 흉내내는 기술이라는 것을 이해하고 그 제한점 역시 인지하는 것이 중요하다(Schumaker et al., 2007). 또한 일반적인 상식 수준의 의학지식을 전달하는 대화형 기술이 아닌 개별환자에게 맞춤형의 정보를 전달하는 인공지능 기술을 수립하는 것은 매우 높은 수준의 이해를 요구하는 인공지능 기술이라고 할 수 있다.

다. 의료빅데이터 시스템

원격환자 모니터링으로 획득된 정보, 개별환자의 유전정보 사회적 정보, 기존의 의료정보가 통합된 개별환자의 데이터를 모으며 새로운 형태의 의료빅데이터를 구축할 수 있게 된다. 이를 통해서 개별환자 데이터의 특성을 넘어서서 다수 환자군의 데이터를 통합, 분석할 수 있게 되며 이 과정에서도 인공지능 기술을 유용하게 활용될 수 있다. 예를 들어 통합된 데이터의 분석을 통하여 기존에 알려지지 않은 질병의 원인이나 위험요소를 밝혀내거나 새로운 질병의 아형, 치료법 등을 찾아내는 데 활용될 수 있을 것이다. 또한 대상 집단의 데이터 분석을 통하여 당뇨, 고혈압, 심장질환 등 다양한 질환의 발생위험을 예측하여 대응할 수 있을 것이다(Zou et al., 2018).

라. 비대면 진료 관련 보조 기술

비대면 진료는 전통적인 의료행위의 공간적인 제약을 극복하기 위한 기술이지만 본질적으로는 변형되더라도 일정한 형태의 대면 상호작용(face-to-face interaction)을 요구한다. 기본적으로 이는 정보통신기술을 통해서 확보되나 이는 인공지능 기술을 통해서 더 강화될 수 있다. 예를 들어 전통적인 병력청취의 경우 현재는 대면 진료의 경우에도 진료시간의 부족으로 다른 검사로서 대체되기 일췌이다. 그러나 지능형 챗봇 기술을 활용하여 인공지능 기반 예진기술을 개발하게 되면 비대면 진료 전 환자와의 예진을 통해 기본 병력을 얻고 이를 데이터화하여 의사에게 제공함으로써 보다 높은 수준의 진료를 보장할 수 있다. 만성환자의 경우 이에 더하여 기존에 환자에게 모인 스마트 센서의 모니터링정보, 예를 들어 혈당, 혈압, 심박수, 운동량 등과 통합하여 제공될 수 있을 것이다. 보다 나아가서 특정 분야, 예를 들어 피부질환의 영역에 있어서는 인공지능 기술이 원격진단을 보조할 수도 있을 것이다. 피부질환 중 특히 피부암의 경우 시각적인 진단에 있어서 인공지능모델이 피부과 전문의에 필적하는 성능을 보인다고 알려져 있다(Esteva et al., 2017; Haenssle et al., 2018). 이러한 원격진단 보조는 유방암, 자궁경부암 검진 등의 분야로도 확장될 수 있다.

비대면 진료의 중요한 영역의 하나인 원격수술에 있어서도 인공지능 기술이 다양하게 활용될 수 있다. 수술에 있어서 필수적인 수술계획 수립, 실시간 영상분석을 통한 위험영역(Danger zone)의 설정과 수술 시 실수방지 기술 등에 다양한 인공지능 기술의 적용이 가능하다.

2 인공지능 기술 적용의 문제점 및 전망

원격의료에 인공지능을 활용하는 것은 궁극적으로 의료의 질을 높이게 될 것이나 다양한 필연적, 기술적, 사회적 이슈들이 존재한다.



기술적으로는 많은 인공지능 기술이 가지고 있는 부족한 설명가능성과 데이터 의존성의 문제가 있다. 의료는 기본적으로 사람의 생명을 다룬다는 점에서 새로운 기술이나 의료행위의 도입에 보수적일 수밖에 없다. 따라서 새로운 기술을 도입할 때는 그 투명성과 설명가능성이 매우 중요한 요소가 된다. 그러나 대부분의 인공지능 기술이 본질적으로 설명가능성의 문제가 있다. 이때 설명가능성은 단순한 개별 결정의 근거만을 이야기하는 것이 아니라 해당 기술의 작동원리, 예외적인 요소, 적용실패의 상황 등 전면적인 시스템적인 이해를 의미한다. 또한 인공지능 기술이 데이터를 기반으로 하기 때문에 학습데이터의 분포와 특징을 반영할 수밖에 없다는 점에서 그 성능의 불안정성이 있다. 따라서 개발된 기술을 일반적인 의료상황에 적용하려면 독립된 현실의료데이터(Real world data)를 활용한 검증이 필수적이다. 또한 변화하는 의료환경에 적응하기 위해서는 현실의료데이터를 활용한 지속적인 성능 개선이 필요할 수 있으나 이는 현재의 의료기기 관계법령과의 충돌을 유발하며 새로운 규제방법이 요구된다.

마무리

인공지능 기술을 활용한 원격의료의 실현은 기존의 의료진과 환자 간의 의사소통, 계약관계, 의료 서비스의 접근성, 그리고 의료 서비스의 제공방식 등의 변화를 수반하게 된다. 이는 기존의 의료종사자의 역할과 필요성을 변화시킨다는 점에서 사회적 합의가 필요하지만, 미래 의료에 필수적인 기술임에는 분명하다.



참고문헌

- Esteva A, Kuprel B, Novoa RA, Ko J, Swetter SM, Blau HM, et al.(2017).
“Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks”, *Nature*, 542(7639), pp.115-118.
- Haenssle HA, Fink C, Schneiderbauer R, Toberer F, Buhl T, Blum A, et al.(2018).
“Man against machine: diagnostic performance of a deep learning convolutional neural network for dermoscopic melanoma recognition in comparison to 58 dermatologists”, *Ann Oncol*, 29(8), pp.1836-1842.
- Hoermann S, McCabe KL, Milne DN, Calvo RA.(2017). “Application of synchronous text-based dialogue systems in mental health interventions: systematic review”, *J Med Internet Res*, 19(8), e267.
- Laranjo L, Dunn AG, Tong HL, Kocaballi AB, Chen J, Bashir R, et al.(2018).
“Conversational agents in healthcare: a systematic review”, *J Am Med Inform Assoc*, 25(9), pp.1248-1258.
- Schumaker RP, Ginsburg M, Chen H, Liu Y.(2007). “An evaluation of the chat and knowledge delivery components of a low-level dialog system:The AZ-ALICE experiment”, *Decision Support Systems*, 42(22), pp.2236-2246.
- Zou Q, Qu K, Luo Y, Yin D, Ju Y, Tang H.(2018). “Predicting Diabetes Mellitus With Machine Learning Techniques”, *Frontiers in Genetics*, 9, 515. <https://doi.org/10.3389/fgene.2018.00515>

**원격의료 실현을 위한
국내 과학기술의 현황과 극복과제**

Current Status and Issues of Science and Technology
for Telemedicine in Korea

**V. 원격의료 정책 및
과학기술 육성에 대한
각국의 현황**



원격의료 정책 및 과학기술 육성에 대한 각국의 현황

서론

원격의료의 개념은 충분한 의료 서비스를 제공받기가 어려운 지역 거주민을 대상으로 제안된 것으로, 미국, 호주와 같이 의료기관과 거주민들 간의 물리적 거리가 큰 국가에서부터 관련 기술과 시장이 발전하였다. 동시에 이들 국가에서는 원격의료 관련 정책 및 규제가 논의되고 원격이 가능한 범위로 변경되고 있었다. 하지만 지난 2020년 3월, 세계보건기구(WHO)에서 코로나19에 대하여 세계적인 전염병 대유행인 ‘팬데믹’을 선언한 후 전 세계는 빠르게 비대면의 사회로 전환되었고, 그에 우리의 삶도 대면보다 비대면, 온라인 위주로 변화하였다. 즉, 원격이라는 단어가 가지는 물리적 거리의 의미가 비대면의 의미로 확장되었다. 이로 인하여 재택근무, 온라인 쇼핑, 온라인 교육 등 다양한 분야에서 큰 변화가 있었지만, 특히나 인간의 생명과 연관된 원격의료, 비대면 진료분야에 대한 전 세계 관심이 뒷받침되는 국가 정책 및 지원, 기업 투자가 활발히 진행되고 있다. 따라서, 이번 장에서는 코로나19 이전과 이후 전 세계 주요 각국의 원격의료 정책 및 과학기술 육성에 대한 현황에 대하여 보고한다.

본론

1 국내·외 시장현황

국내에서도 코로나19로 인한 비대면 생활수칙 준수에 따라, 대한민국에서도 원격진료에 관련한 관심이 상승하였으며, 지난 2020년 2월 보건복지부에서는 전화상담, 처방 및 대리처방을 한시적으로 허용하였다. 이로 인해 2월 24일부터 5월 24일까지 누적 32.7만 건의 전화상담 처방이 이루어졌다고 보고되었으며, 이와 함께 처방 의약품 배송 관련 이슈 역시도 대두되고 있다. 또한, 해외파견 노동자, 유학생, 재외국민만이라도 비대면 진료를 허가해달라는 목소리가 높아짐에 따라, 대한상공회의소와

산업통상자원부는 ‘제2차 산업융합 규제 특례심의위원회’에서 첫 민간 샌드박스로 재외국민 비대면 진료 등을 의결했다. 이로 인해, 인하대병원과 라이프시맨틱스 및 제후병원인 분당서울대병원, 서울성모병원, 서울아산병원 등에서 2년간 임시 허가를 받아 재외국민을 대상으로 한 원격(비대면)진료를 진행하기로 했다. 재외국민 비대면 진료 허용에 따라 해외 거주 한국인이 앱에 증상을 입력하면 전화와 화상으로 국내 의료가진 진료한 다음 처방전을 발급하거나 일반 의약품 복용을 안내받고, 국내 가족이나 지인이 의약품을 대리 수령한 다음 현지로 보내거나 해외 현지 약국에서 약을 주문하는 방식으로 발급받은 처방전을 활용할 수 있다. 마지막으로, 메디히어는 코로나19로 대면 진료에 어려움을 겪는 한인들을 위해 무제한 원격진료 멤버십을 미국, 한국을 포함한 세계 곳곳에 출시했다. 멤버십 회원은 요청 5분 내 채팅으로 10년 이상 경력의 한국 및 미국 내 가정의학과 전문의(Primary Care Physicians)와 바로 연결되며, 필요하면 화상통화로 진료 및 상담을 받을 수 있다.

국외에서 진행되는 투자는 또한 국내와 다를 양상을 보이고 있다. 먼저, 이를 대표할 수 있는 것은 코로나19로 인한 비대면 생활수칙으로 인해 전 세계적으로 원격의료 기술이 주목받으며 미국 최대의 원격의료 회사인 Teladoc Health Inc.이 \$18.5B에 Livongo를 인수합병 진행 중이고 구글 클라우드가 미국 시장 2위권 원격의료 회사인 Amwell에 \$100M를 투자하는 등의 대형 인수합병 및 투자가 진행되고 있다. Teladoc Health Inc은 화상전화 기반의 원격의료 플랫폼 회사이며, 기업에서 구독료와 기업 또는 환자(보험)에게서 진료비를 받는 B2B2C 모델 수익을 내고 있다. 최근 만성질환 관리 서비스 업체인 Livongo와의 인수합병은 서비스 확장 및 원격 모니터링의 강화 목적이다. 미 원격의료 2위권 업체인 Amwell은 키오스크 기반의 원격의료 서비스를 제공하고 있으며, 최근 구글 클라우드의 투자와 협력은 원격의료 서비스에서 발생하는 모든 정보(설문, 상담 음성&영상 등)를 클라우드에 수집하고, 이를 인공지능을 통해 활용함이 목적이다. 이외에, 미국 전역에 약 1억 명의 가입자를 보유하고 있고 현재 약 560만 명에 원격지능 서비스를 제공하는 원격진료 기업인 Amwell은 원격의료검사 이스라엘 스타트업인 TytoCare와 파트너십 강화를 통해 환자에게 원격으로 임상가가 안내하는 자체 검사를 수행할 수 있는 청진기, 이경(耳鏡), 압설자(壓舌子) 등 부착장치가 포함된 FDA 승인을 받은 연결된 도구를 제공함이 가능하게 되었다. 해당 협업을 통해 Amwell 플랫폼의 의료 제공자는 TytoCare 의료기기의 스트리밍 정보를 사용하여 환자를 원격으로 검사하여 가정에서 제공되는 치료 범위를 확장, 가능하게 되었다.

2 원격의료 정책 및 과학기술 육성에 대한 각국의 현황

가. 미국정책 현황

미국은 지역별로 의료수준 및 접근성에 한계를 가지고 있어서 1990년도부터 원격진료가 합법화되었으며 1993년 미국원격의료협회(American Telemedicine Association, ATA)가 설립되면서 원격의료의 시행되었으며, 1997년 균형재정법 제정 이후 원격의료에 보험급여가 제공하고 있다. 미국은 다른 국가보다 훨씬 높은 의료 비용과 전체 의료 비용의 30%가 환자 치료의 질을 높이는 데 사용되지 않거나 낭비되고 있는 상황을 개선하기 위해 원격의료의 도입을 추진하였고, 시범사업을 통해 응급실 방문을 절반으로 줄이고, 입원을 약 90% 줄이고 치료비용을 50% 이상 절감하였다. 이로 인하여 원격의료 관련된 많은 기업들이 시장에 진입하였다. 하지만 보험급여, 면허, 농촌지역의 광대역 보급 격차, 현존하는 보건 불균형들은 원격의료의 확대를 가로막는 주요 요인들이 존재했다. 연방 보험급여 정책은 메디케어를 중심으로 실시하기 때문에 지리적으로나 시설별로 원격의료 서비스가 발생할 수 있는 장소와 보장되는 서비스가 제한적으로 적용되었으며, 메디케이드 중심으로 실시하는 각 주에서는 별도의 원격의료에 관한 보험급여 규정의 입법화가 필요하며, 의료정책은 각 주마다 다르기 때문에 주 경계를 넘어선 원격의료 행위를 하기 위해서는 해당 주에서 요구하는 자격인증 프로세스를 거쳐 적격 면허를 취득해야 한다. 또한 농촌지역에서 원격의료의 성공하기 위해서는 고속 광대역 네트워크 구축과 인터넷 액세스가 필요하며, 저소득층과 유색인종의 보건 불균형은 원격의료 서비스를 방해한다.

따라서 미국원격의료협회는 최근 코로나19가 원격진료 기술에 대한 인식을 제고하고 의사와 환자에게 원격의료를 쉽게 사용할 수 있는 기회를 제공하였지만, 향후 원격진료에 대한 지속적인 정책적 지원 필요함을 강조하였다. 환자, 의료진, 보험회사 등 이해관계자 모두를 위한 원격의료의 도입되기 위해서는 코로나19 기간 동안 원격의료 관리 및 프로그램에 대한 데이터를 지속적으로 수집 및 분석하고, 원격의료의 사용 범위를 수용하기 위해 원격의료에 대한 규제 유연성이 필요함을 제안하였다. 또한 원격의료 서비스의 중복성을 줄이기 위해 1차 진료에 원격의료를 적극 활용, 주 정부에 기존의 동등성 모델을 혁신할 수 있는 권한 부여, 의료 혜택으로부터 소외된 사람들에게 제공, 원격의료 서비스의 혁신, 개인정보보호 및 데이터 보안의 규범화 등 정책지원 필요하다고 제안하였다. 이러한 정책권고 사항은 미국의 메디케어, 메디케이드 정책에 반영되어 시행되고 있다. 대표적으로 미국 행정부와 보건복지부(HHS)는 코로나19를 효과적으로 대응하기 위한 조치 중의 하나로 '코로나바이러스 준비 및 대응지원법'에 의거 원격의료 서비스 사용을 확대 조치를 취했다. 원격의료를 활성화하기 위해 대부분의 원격의료 관련 메디케어 치료비 부담 요건이 면제되었으며, 거주 지역에 관계없이 원격의료 서비스를 받을 수 있도록 조치, 코로나19 세계적 대유행 기간 동안 원격진료는 대면 진료와 동일한

요금으로 청구할 수 있도록 조치, 의사가 환자와 페이스타임(Facetime) 또는 스카이프(Skype) 등 영상통화기능을 통해 의사소통을 하는 경우, 의료 서비스 제공자에 대한 의료정보보호법(HIPAA) 일부 예외 적용, 지속적으로 생체 신호를 기록하는 원격 환자 모니터링 등의 원격의료 서비스 제품군에 환자 센서가 상태의 악화를 감지하여 실시간으로 알릴 수 있는 인공지능(AI) 시스템을 통합을 허용했다. 메디케어 메디케이드 서비스(CMS)는 호스피스 관련 신규 지침을 통해 코로나19 기간 동안 원격의료 재량권을 더욱 확대해 의사-환자 간 감염 가능성을 최소화하도록 모색했다. 코로나19 세계적 대유행 기간 동안 안전한 치료 전달 및 왕진 시 발생 가능한 감염 리스크를 최소화하기 위해, 환자와 의사 간 양방향으로 실시간 상호작용하는 원격 서비스를 ‘메디케어(Medicare)’ 보험급여 대상에 임시 포함하여, 원격의료를 통해 환자 및 가족들은 호스피스 병원과의 지속적 연결이 가능해지는 한편, 의료 공급자 측에서는 새로운 프로세스 개발 및 실행, 그에 따른 비용 감수가 요구됨에 따른 조치이다. 한편 원격의료로 치료되는 ‘SIA(Service Intensity Add-on)’에 대해서는 비급여 적용했다. 2016년에 도입된 SIA는 임종을 앞둔 호스피스 입원 환자를 방문하는 의사, 간호사, 사회복지사, 원목(chaplain) 등에게 집행되는 항목으로, 생애 마지막 일주일을 살고 있는 환자와 가족들의 치료 관리에 대한 보상을 실시하는 제도이다. 2021년 1월 20일, 조 바이든(Joe Biden) 대통령 당선자가 취임하면서 미국 연방정부는 헬스케어와 코로나19 팬데믹 대응에 이전보다 적극적으로 개입할 것으로 전망된다. 전 국민이 의료보험에 가입할 수 있도록 추진한 일명 오바마 케어인 ‘환자보호 및 부담적정보험법(Affordable Care Act, ACA)’에 대하여 트럼프 행정부가 지난 4년 동안 취한 ACA 관련 연방·주 정부 보조금 삭감과 의무가입조항 삭제 등의 조치들을 복원하고 ACA를 확대할 전망이다. 바이든 대통령의 핵심공약 중의 하나는 모든 연령의 국민들이 가입하여 이용할 수 있게 하고 현재의 민간보험플랜보다 훨씬 저렴하게 서비스를 제공하기 위하여, 메디케어(Medicare)와 같이 연방정부에서 관리하는 새로운 ‘공공옵션(public option)’인 건강보험프로그램을 제공함이 목표이다. 따라서, 미국의 원격진료 시장은 확대되며, 이를 위한 연방정부의 정책 및 지원이 확대될 것으로 예상된다.

나. 호주정책 현황

호주 역시, 미국과 동일하게 지역별로 의료수준 및 접근성에 한계를 가지고 있어서 원격의료에 대한 관심이 1980년대부터 이어지고 있다. 호주 정부는 균등한 의료 공급에 관심을 가지고 2001년 뉴질랜드와 함께 ‘국가 원격의료 계획’을 발표했다. 또한, 2011년에는 원격의료 활성화에 필요한 재정지원 프로그램 등 구체적인 방안을 내놓았다. 이 프로그램은 2012년부터 2014년까지 시행되었으며, 원격의료 관련 장비를 설치한 병원은 투자금을 일부 지원받고 환자와 전문의 모두 국가 의료보험인 Medicare의 혜택과 인센티브를 받았다. 호주는 이러한 원격의료 활성화 정책으로 인프라를 구축하는데 성공할 수 있었다.



호주의 모든 원격의료 서비스는 일반 진료 서비스와 마찬가지로 주 정부와 연방정부의 보안법 및 개인정보보호법에 따라 운영된다. 먼저, 의료진 등 서비스 제공자는 환자에게 개인정보보호 규정을 반드시 공지해야 한다. 또한, 상담을 통해 수집된 환자의 개인정보가 안전하게 관리되고 있는지 정기적으로 확인할 필요가 있다. 이러한 호주의 의료 정책은 최근 들어 더욱 강화되고 있다. 호주 정부는 2019년부터 2020년까지 전체 예산의 16%인 818억 달러를 의료 산업에 투자했다. 이 중 MBS(Medicare Benefit Schedule)처럼 국가 의료보험에 적용받는 의료 서비스가 가장 많은 41% 비율을 차지했다. 현재 호주에서는 정부를 비롯한 다양한 의료 산업 이해관계자들이 호주 의료 서비스의 미래를 원격의료로 여기고 있으며, 이에 따라 적절한 시스템을 구상하는 중이다. 현재 호주에서는 GP(General Practitioner) 진료, 재활치료, 심리 상담 등 일반의료 서비스를 가정에서 원격의료로 받을 수 있다. 호주에서 원격의료의 빠르게 확산할 수 있었던 가장 큰 요인은 화상 진료 플랫폼인 헬스다이렉트(이하 Healthdirect)가 등장했기 때문이다. 2012년에 호주 보건부의 투자를 받아 화상 진료를 제공해온 Healthdirect는 코로나19가 대유행하던 시기에 이미 안전성이 확보되어 있어 환자와 의료진들이 즉시 이용할 수 있었다. Healthdirect는 현재 Western Australia, Australian Capital Territory, South Australia, Victoria 주 정부의 헬스케어 시스템 소속이며, GP 의료진들은 연방정부의 의료 정책 아래 무료로 이용할 수 있다. 의료진들은 Healthdirect를 통해 고화질 영상으로 환자와 상담하고 의료에 필요한 정보를 열람할 수 있다. Healthdirect는 지금도 병원과의 협업을 비롯해 환자의 개인정보를 안전하게 관리하는 프로그램을 개발하는 등 다양한 노력을 기울이고 있다. 또한, 코로나19로 인하여 호주는 헬스케어의 급격한 변화를 경험하고 있으며 원격의료는 단순히 화상 및 스마트폰 자문을 넘어서 수많은 의료행위가 가능한 단계로 변화하고 있다. 2020년 10월 발표한 연방예산에 따르면, 24억 호주달러 규모의 원격의료 상담을 위한 메디케어(Medicare) 보조금 지원에 대해 6개월 연장을 승인하였고, 이 예산에는 2021년 3월 31일 이후 영구적인 원격의료 인프라 준비를 위한 지원금 1,860만 호주달러가 포함하고 있다. 2020년 3월에 원격의료 서비스는 호주 정부가 규정한 표준의료 서비스요금표에 의거 원격의료 보조금을 지원하고 있으며, 원격의료 서비스는 실시간, 축적전송, 원격환자 모니터링 등 세 가지 주요 방식을 선택하여 제공하고 있다. 또한, 호주 웨스턴 오스트레일리아(WA) 주 정부는 주 전체의 전자의료기록(EMR) 시스템을 구축하기 위해 8백만 호주달러를 투입할 예정이다. 해당 시스템이 개발되면 임상 의사가 환자 메모, 평가, 의료기록 및 진단 테스트 결과와 같은 정보를 한 곳에서 열람 가능하며 임상 의사의 실시간 정보 공유가 가능하다. 이 시스템 구축은 2017년 6월 WA주를 위한 환자 우선의 혁신적이고 지속 가능한 보건 시스템을 제공하기 위해 구성된 패널리뷰에 의해 2019년 4월 지속 가능한 보건 검토보고서의 주요 권장 사항 중 하나였다. WA주 기반 시스템의 개발은 2012년부터 추진하고 있는 국가 차원의 e-health 시스템인 ‘마이헬스레코드(My Health Record, MHR)’와 별도로 운영될

예정이며, 국가 차원의 MHR은 온라인상에서 안전하게 볼 수 있도록 설계된 환자가 통제할 수 있는 개인건강정보의 요약본인 반면, WA주의 EMR은 다양한 임상 시스템 및 응용 분야에서 데이터를 캡처하는 정보 및 통신기술 솔루션으로 상호 협력관계 유지를 목적으로 하고 있다.

다. 중국정책 현황

중국의 경우, 2014년 의사와 환자 간 원격의료를 허용하여 원격자문, 원격 모니터링, 전자처방전 발급 등 원격의료 서비스의 확대를 위해 '의료기관의 원격의료 추진에 관한 의견'을 통해 원격의료를 도입하고, 의료연합체 건설/발전에 관한 지도의견을 통해 의료연합체를 구축하고 기층에 대한 원격회진, 원격진단 등 서비스 제공을 독려하였으며, 2018년도부터 원격의료산업 구축, 원격의료를 의료행위에 해당하는 원격진료서비스, 보건정보 제공에 대한 편중하는 온라인 진료로 구분하는 등 정책을 통해 온라인 진료와 온라인 병원을 도입하였다. 이로 인해 최초의 온라인 병원 '광둥성 온라인 병원'에서 의사-환자 간 원격의료를 개시하고 있으며, '인터넷+의료 서비스가격과 의료수급정책 완비에 관한 지도의견'을 통해 온·오프라인 의료 서비스 가격체계를 통일하였다.

중국의 원격의료 사업모델은 크게 '온라인 병원'과 '원격의료 플랫폼'으로 구분된다. 온라인 병원은 의료기관을 기반으로 인터넷기술을 활용해 온라인 문진, 자문, 진료, 전자처방전 등 서비스를 제공하는 병원이다. '인터넷+의료' 정책의 일환으로 생긴 새로운 형태의 병원으로 의료 서비스 접근성 확대 및 품질 향상이 주요 목적이다. 2020년 10월 기준 전국에 온라인 병원 900여 개가 운영 중이다. 온라인 병원은 사업추진 주역에 따라 병원 주도형과 IT 기업 주도형으로 나뉜다. 병원 주도형은 국가에 등록돼 있는 의료기관(병원 등)이 인터넷 플랫폼을 구축해 온라인 의료 서비스를 제공하는데 중국의 첫 온라인 병원인 광둥성 온라인 병원이 이에 해당된다. 원격의료 플랫폼은 AI, 클라우드 등 기술을 활용해 의사와 환자 간(B2C)을 연결시켜 준다. 주로 온라인 예약, 온라인 건강 자문, 처방전 배송 등 서비스를 제공한다.

중국은 의료개혁의 핵심적 사업으로 의료기관의 원격의료 도입을 추진하고 있으며, 원격의료 지원책은 '온라인 병원'을 중심으로 한다. 2014년 국무원이 발표한 <의료기관의 원격의료 추진에 관한 의견>을 기초로 '온라인 병원' 설립을 허가하고 본격적인 원격의료 보급이 시작됐다. 2018년 '인터넷+' 전략과 접목시키고 원격의료와 의료보장체계를 연결시키기 시작했으며, 같은 해 9월에는 <온라인 진료관리방법> 등 3개 규범화정책을 통해 구체적 관리기준을 구축했다. 2020년 초 코로나19 사태를 겪으며 당국은 방역에 원격의료를 최대한 활용하는 방향으로 정책을 제정했다. 2019년에 중국 국가의료보장국(National Healthcare Security Administration, NHSA)은 전자의료보험 시스템의 출시를 통해 가격과 보험 정책을 규제하여 국가의료보험 시스템에 인터넷 기반 의료 서비스를 포함하였고, 2019년 8월부터 환자가 의료보험증 없이 위챗(WeChat) 및 알리페이(Alipay)를 통해 병원의 진단 및 처방 서비스에



접근할 수 있도록 하여, 원격의료의 광범위한 채택이 촉진되었다. 2020년 5월 국가위생건강위원회(NHC)는 지방정부가 개별 온라인 의료 제공자를 감독 및 규제하고 온라인 병원의 시장접근을 가속화하기 위해 자체 온라인 규제 플랫폼을 구축하도록 장려하였으며, 의료기관, 간호사, 의사에 대한 전자면허 및 인증서 사용이 2020년 8월 공식적으로 도입되었다. 중국 정부는 이러한 혁신을 통해 의료기관이 원격의료 서비스를 보다 쉽게 채택할 수 있도록 법규를 제정하였으나 현재 법적 프레임워크는 중국 내의 물리적 의료기관에 대해서만 적용하였다. 해외 의료기관이 중국 내 거주하는 환자에게 제공하는 인터넷 기반 국경 간 의료 활동에 대한 법적 프레임 워크는 존재하지 않는 상태이기 때문에 원격의료의 글로벌화를 위해서는 제도 보완이 필요해 보인다. 또한 중국에서는 규제 및 시스템에 대한 보완뿐만 아니라, 원격의료 강화를 위한 과학기술 정책도 펼치고 있다. 중국 공업정보화부와 국가위생건강위원회는 ‘원격의료 네트워크 역량 구축 강화에 관한 통지’를 발표하였다. 이는 네트워크 보급 확대를 위해 기층의료(基层医疗) 및 의료기관의 네트워크 보급을 개선하고, 5G 네트워크의 의료기관 보급을 추진하고, 전용선 네트워크 자원의 2급 이상의 병원에 보급을 촉진하는 내용을 담고 있다. 이는 2022년에는 98% 이상의 기층의료보건기관 (일반적으로 1급 병원 및 그 이하 등급의 의료기관을 말하며 규모가 작은 지방 도시의 보건소, 촌위생실 및 동네병원을 지칭)이 인터넷에 접속할 수 있는 환경 조성을 목표로 하고 있으며, 네트워크 기능을 제고하기 위해 전반적인 의료기관 네트워크 속도를 높이고, 원격의료 네트워크 기술 수단과 서비스 모델을 강화를 위해 네트워크 응용을 확대, 5G 네트워크에서 원격의료 혁신응용 모색, 의료 클라우드 컴퓨팅과 빅데이터 서비스체계 구축, ‘인터넷+건강빈곤퇴치’ 시범사업 실시, 원격의료 응용 시범사업 지원, 원격의료 시스템의 상호연결기능 제고, 네트워크 요금제 우대 정책 등의 도입을 목표로 하고 있다.

라. 일본정책 현황

일본은 의사-환자 간의 원격의료를 2015년에 도입하고 인구감소, 저출산·고령화, 의료자원의 지역편중이란 문제를 인공지능(AI), 사물인터넷(IoT), 온라인 진료 등을 기반으로 한 지역의료 개혁을 통해 해결한다는 목표를 가지고 있다. 지역의료 개혁은 ICT 도입, 개인건강기록(Personal Health Record, PHR)의 보급·확립이 필요하며 현재 보험진료에서 온라인 진료 보급은 매우 낮은 수준이다. 2018년 4월 온라인 진료비가 신설되었지만, 보험이 적용되는 질환에 제한이 있고, 대면 진료에 비해 진료보수 책정 점수가 낮다는 이유로 보험자에게 청구하는 진료보수명세서가 산정된 수는 대략 월 100만 건 중 1건에 그치고 있는 상황이다.

코로나19가 확대되자 일본 정부는 2020년 4월 온라인 진료를 한시적·특례적으로 완화를 통해 온라인 진료비 대상 질환을 확대했다. 코로나19로 인해 일본 의료 시스템의 큰 문제점들이 발견되고 있어 이를 해결하기 위한 정책들을 펼치고 있다. 하지만, 일본은 원격진료에 대한 규제 및 의료보험을

뒷받침 가능한 시스템 및 플랫폼의 부재로 인하여 원격진료가 널리 활용되고 있지 못하다. 이는 보안에 대한 우려와 재원 문제로 의사들의 근무를 지원하는 ICT기술 지원이 미흡하기 때문이다. ICT 활용에서 앞서가는 미국 학회와 달리 일본은 보안대책과 기술적·재정적 지원을 이유로 ICT화에 소극적이다. 이러한 일본 정부와 사회의 입장은 코로나19로 인해 큰 변화를 맞이했다.

따라서, 일본은 건강·의료정보 플랫폼 구축 작업을 진행하고 있으며, ‘인권을 배려하는 동시에 감염파악이 가능한 구조’로 건강·의료정보를 적극 활용하려고 한다. 건강 및 의료 관련 정보를 DB로 관리·활용하기 위해 노력 중이며, 이를 위해 전자건강기록(EHR), 개인건강기록(PHR), 공중위생 및 의학연구용 익명DB 등 데이터베이스가 하나로 통합 관리되는 건강·의료정보 플랫폼 구축을 목표로 하고 있다. 플랫폼 구축작업의 일환으로 EHR에 해당하는 의료현장 정보 활용 추진, PHR 추진, 연구를 위한 DB 활용, AI 활용 등 디지털 헬스 개혁을 진행하며, 의료·정보플랫폼 구축작업을 가속화하기 위해서는 전자의무기록 보급 가속화, 표준화를 준수한 EHR업체 인증제도, 의료기관이 표준에 입각한 EHR을 채용·유지할 수 있도록 하는 경제적인 인센티브 제고를 추진하고 있다. 또한, 재해정보공유 시스템과 연계와 디지털 헬스의 보험적용을 위한 적절한 평가 방안이 논의되고 있다.

마. 유럽 주요국 정책 현황

영국은 보건의료 분야의 예산 절감과 서비스 효율화를 위해 2016년 7월 NHS Digital을 설립, 보건의료 분야의 디지털화와 비대면 의료 서비스 제공을 위한 다양한 노력을 기울이고 있다. 그로 인해, 2017년부터 민간기업인 바빌론헬스는 NHS와 제휴를 맺고 국민의료보험 가입자를 대상으로 무료로 AI에 의한 증상분석과 원격진료 두 가지 서비스를 제공하고 있다. 경증 환자의 진찰은 AI가 의사를 대신하고, 본격적인 진단과 약 처방은 원격진료로 대응하는 시스템이다. 영국 정부는 2019년 발표한 NHS 장기 계획(The NHS Long Term Plan)을 통해 원격의료 확대를 지원하고 있으며 코로나19로 인해 실제로 원격의료의 급속도로 확산되고 있다. 모바일 플랫폼인 NHS App을 통해 2019년 7월부터 영국의 모든 1차병원(General Practice, GP)이 NHS App과 연결되도록 하여 모든 국민이 이 앱을 통해 진료기록을 열람하고, 장기 복용하는 약은 자동으로 처방전을 발급받을 수 있으며, 일부 병원의 경우 NHS App을 통해 원격진료도 할 수 있다. 또한, 영국 국립보건서비스(NHS)는 3월 초 의료종사자에게 전화나 영상통화를 통한 중증도 분류(Triage)를 실시해 대면 진료를 감축할 것을 통지하였으며, 영국은 2019년 공표한 향후 10년간의 계획을 통해 모든 환자가 2020년 4월까지의 온라인 진료를, 2021년 4월까지의 영상이나 음성을 이용한 실시간 영상진료를 받을 수 있도록 한다는 계획을 제시하였다. 해당 계획은 코로나19로 인한 비대면 사회와 부합해 급속도로 증가할 것으로 예상된다.

프랑스 역시, 2018년부터 원격의료를 합법화하고 의료보험을 적용하고 있다. 2018년 9월부터



원격진료에 사회보험이 적용됐지만, 1년 이내 수진이력이 있는 의사의 원격의료만 해당되는 데다 기술적 문제, 비용 등 의사의 부담도 커서 이용률은 답보 상태였다. 하지만 타인과의 접촉을 차단해 코로나19 감염 확대를 막고 코로나19 이외 질환자의 의료기관 접근성을 향상시킨다는 목적 하에 원격진료 관련 규제를 한시적으로 완화하였다. 코로나19가 확산되자 규제를 완화하고 3월 10일부터 코로나19 환자나 감염 의심자의 초진 원격진료에도 사회보험을 적용하는 한편, 원격진료 시 코로나19 증상 여부와 관계없이, 스마트폰 등 전문기술이 필요하지 않은 수단을 통한 진찰도 허용하였다. 또한 이후 코로나19 감염자에게는 간호사의 원격 간호비에도 사회보험을 적용하고, 코로나19 치료 및 간호 관련 원격진료비의 사회보험 100%를 부담해주며 전화 진료를 인정하였다.

유럽연합을 대표하는 독일에서는 코로나19 이후에 의료 시스템 개선을 위한 정책 및 지원을 진행하고 있으며, 원격진료 또는 비대면 진료 역시 해당 정책 및 자금 지원의 목적 중 하나이다. 그 대표적인 예로 유럽연합에서는 원격진료 및 비대면 진료를 넘어 의료 시스템의 디지털화를 위한 프로젝트를 지원하고 있다. 유럽연합(EU)이 자금을 지원하는 '지능형 사물인터넷(Intelligent Internet of Things, IntellIoT)' 프로젝트는 디지털 헬스케어 솔루션을 개선하고 병원에 대한 부담을 완화하는 데 집중하고 있다. '20년 EU집행위원회(EC)가 지정한 6대 연구·혁신 활동 중 하나인 IntellIoT는 차세대 사물인터넷(NGIoT)을 통해 디지털화를 가속화하고 인간 중심의 IoT 연구혁신 및 개발 조성을 목표로 8백만 유로를 지원받은 유럽집행위원회(EC)는 9개 국가, 13개 파트너로 구성된 IntellIoT 컨소시엄을 통해 심혈관 환자들에게 보다 우수한 품질의 원격 치료(AI와 IoT)를 제공하고 코로나19를 대응할 의료 시스템을 구축할 예정이다.

또한, 독일에서는 2015년 E-Health 법을 통과시켜, 의료의 디지털화를 위한 기반을 마련했고, 2018년 이후에는 원격의료 금지를 전제로 했던 여러 법 규정을 정비하고 세계 최초로 건강 앱 처방을 가능하게 하는 등 의료의 디지털화를 위해 지속적인 노력을 하였다. 보건부 장관 옌스 스파hn(Jens Spahn)은 독일 병원의 현대화, 디지털화 및 IT 보안 강화를 위해 30억 유로를 지원하는 프로젝트를 발표했다. 독일 의료 시장은 세계에서 두 번째로 큰 시장임에도 불구하고 오랫동안 원격의료를 금지하여 디지털화에 뒤처져 있었으며, 코로나19로 인해 병원 디지털화의 시급성을 인지했다. 독일 병원 디지털화를 위한 자금 조달 프로젝트는 2020년 9월 18일 통과한 병원미래법(the Hospital Future Act, KHZG) 초안에 명시되어 있으며, 10월에 발효되었다. 본 프로젝트를 통해 원격진료 및 전자 문서 발행, 디지털 약물 관리, IT 보안 강화, 로봇 의료 장비 도입 등의 서비스 제공이 가능하게 되었다. 또한 독일 연방교육연구부(BMBF), 연방보건부(BMG), 연방경제에너지부(BMWi) 3개 부처에서 미래의 의료 디지털화 기반이 되는 '의료 데이터' 혁신이니셔티브 로드맵을 발표하였다. 본 이니셔티브를 통해 의료체계 및 R&D의 디지털 네트워크화를 위한 구조 확립, 의료데이터 생산 및 품질개선, 데이터보안과 연결개선을 위한 혁신솔루션 개발, 데이터 기반 의료체계 마련, 미래

응용분야의 조기 파악 등 총 다섯 가지 우선적인 실행방안을 도출하였다. 독일 연방정부는 ‘하이테크전략 2025’에 따라 12개의 범부처적 목표 중 하나인 연구 및 의료체계의 연결성 개선 및 신기술과 응용분야의 조기 파악을 도모할 수 있으며, 그 한 응용분야가 원격진료이다. 또한, 독일 연방교육부(BMBF)는 ‘혁신으로 함께’라는 모토 하에 향후 5년간 건강·질병관리 및 삶의 질을 개선하는 다양한 대화형 기술 연구에 3억 5천억 유로 규모를 지원할 예정할 예정이다. 단기적으로 대면 진료를 대체하고 장기적으로 대면 진료를 보완하는 비대면 건강관리 및 대화형 기술연구 프로젝트를 지원한다.

〈표 5.1〉 코로나19 이후, 원격의료 정책 및 과학기술 육성에 대한 각국의 현황

미국	• ‘코로나바이러스 준비 및 대응지원법’에 의거 원격의료 서비스 사용을 확대 - 대부분의 원격의료 관련 메디케어 치료비 부담 요건이 면제 - 거주 지역에 관계없이 원격의료 서비스를 받을 수 있도록 조치 - 코로나19 세계적 대유행 기간 동안 원격진료는 대면 진료와 동일한 요금으로 청구할 수 있도록 조치 - 의료 서비스 제공자에 대한 의료정보보호법(HIPAA) 일부 예외 적용 - 원격 모니터링기기를 활용한 실시간 환자 진단 인공지능(AI) 시스템 지원
중국	• 〈코로나19 방역기간 ‘인터넷+’ 의료보장서비스를 추진하는 것에 관한 지도의견〉: 방역에 원격 의료를 최대한 활용하는 방향으로 정책을 제정 • 〈원격의료 네트워크 역량 구축 강화에 관한 통지〉 정책 제정 - 5G 네트워크에서 원격의료 혁신응용 모색, - 의료 클라우드 컴퓨팅과 빅데이터 서비스체계 구축, - 원격의료 시스템의 상호연결기능 제고, - 네트워크 요금제 우대 정책 등의 도입 지원 정책
일본	• 초진환자에 대한 ‘전화나 정보통신기기를 이용한 진료’ 한시적 가능 (기존 6개월 이상 대면 진료를 받아야 원격진료 가능) • 원격진료를 위한 ICT 기술 보급 및 적용의 부족으로 인하여 디지털 헬스를 위한 건강·의료정보 플랫폼 구축 • 디지털 헬스 및 원격진료 보험적용을 위한 평가방안 논의 • 의료·헬스케어 분야 웨어러블 기기 개발 가이드라인 마련
독일	• ‘병원미래법’: 독일 병원의 현대화, 디지털화 및 IT 보안 강화를 위해 30억 유로를 지원하는 프로젝트 • ‘의료 데이터’ 혁신이니셔티브 로드맵: 의료체계 및 R&D의 디지털 네트워크화를 위한 구조 확립, 의료데이터 생산 및 품질개선, 데이터보안과 연결개선을 위한 혁신솔루션 개발, 데이터 기반 의료 체계 마련, 미래 응용분야의 조기 파악 목적 • ‘예외상황 시 건강관리를 위한 하이브리드 대화형 시스템’ 프로젝트: 비대면 건강관리 및 대화형 기술연구 프로젝트를 지원



프랑스	- 원격진료 관련 규제를 한시적으로 완화 - 코로나19 환자나 감염 의심자의 초진 원격진료에도 사회보험을 적용 - 원격진료 시 코로나19 증상 여부와 관계없이, 스마트폰 등 전문기술이 필요하지 않은 수단을 통한 진찰도 허용 - 코로나19 감염자에게는 간호사의 원격 간호비에도 사회보험을 적용 - 코로나19 치료 및 간호 관련 원격진료비의 사회보험 100%를 부담 및 전화 진료를 인정
영국	NHS 장기 계획(The NHS Long Term Plan) 확대 지원: 모바일 플랫폼인 NHS App 통한 일부 병원 원격진료 제공

3 원격의료 관련 산업화를 위한 규제 변화

마지막으로 원격진료 플랫폼과 기반이 되는 원격 모니터링 기기, 인공지능에 대한 미국의 FDA와 유럽연합의 MDR 규제의 변화이다. 지난 20년 동안 스마트폰, 무선통신, 센서, 인공지능, 빅데이터 등 기술의 발전으로, 소비자가 자신의 건강을 관리하는 방법, 환자와 의료인과의 상호 작용 방식, 임상 의사결정지원(Clinical Decision Support, CDS), 질병 예측 등 의료 영역의 변화가 가속화됨에 따라 이러한 최첨단 기술이 건강을 관리하고 제공하는 방식의 급격한 변화를 일으킴에 따라 소프트웨어는 고도로 정교한 의료기기에서 점점 널리 보급되어 디지털 기술이 건강의 중요한 결정을 지원하는 소프트웨어 의료기기(SaMD)로 발전하게 되었다. 4차산업혁명과 함께 소프트웨어 의료기기(SaMD)의 중요성이 점차 높아짐에 따라, 국제 의료기기 규제기관 포럼(International Medical Device Regulators Forum, IMDRF)에서는 SaMD를 환자 혹은 잠재적 위험도에 따라 네 가지 카테고리(Category I, II, III, IV)로 분류하고, '의료상황 혹은 조건의 상태'와 'SaMD가 제공하는 정보가 의학적 의사결정(건강관리 방법)에 미치는 영향'의 두 가지 요소에 기반하여 측정 및 분류했다. 이에 FDA에서는 SaMD를 class II에 분류했고, SaMD는 510(K) track과 De novo track을 통해 심사 및 승인을 하고 있다. 먼저, 510(K) Clearance는 동일 목적의 기존 기기 대비하여 안전성과 동등성을 입증하면 되며, 반드시 기존 기기와 동일한 재료나 기술을 사용할 필요가 없는 기술이 해당한다. 즉, 같은 사용 목적이라면 더 진보된 기술을 사용하는 것을 인정하고 승인하는 것이다. 또한 De Novo Process는 Class I, II로 분류될 필요가 있는 기술이거나, 완전히 새로운 컨셉의 기술에 해당하기에 기존의 기술과 동등성을 입증할 수 없는 경우 기술이 이에 해당한다. 또한 2018년 미국 식품의약국(FDA)은 빠르게 발전하는 디지털 헬스케어에 대응하기 위해 SaMD의 사전승인(Pre-Cert) 프로그램을 도입했다. 이러한 사전승인 제도를 통하여 소프트웨어 기반 의료기기에 대해 보다 능률적이고 효율적인 규제가 가능하다고 판단하였다. 큰 의미에서 미국 FDA의 의료기기 공중보건정책은 환자들을 위한 높은 수준의 안전과 효과적인 의료기기 수준을 유지할 수

있도록 하는 것이 최우선의 목표이므로 SaMD의 사전승인 프로그램 도입 역시 같은 맥락으로 진행했으며, 지금까지는 소프트웨어를 중심으로 리뷰하고 안전성을 검증하고 승인하는 방식이었다면 FDA 사전승인(Pre-Cert) 프로그램은 믿을 수 있는 회사 또는 제조자를 규제하여 SaMD 제품을 보다 쉽게 개발하고 빠르게 시장에 진출하도록 지원하는 것을 목표로 했다. FDA 사전승인(Pre-Cert) 프로그램은 환자 안전, 제품 품질, 임상적 책임, 사이버상(cyber) 책임, 적극적인 문화의 총 다섯 가지의 기준으로 평가하였으며, 이러한 사전승인 프로그램을 시범사업으로 시행하면서, 소프트웨어를 개발, 관리, 모니터링하고 있는 방식의 내부 프로세스를 확인하는 절차를 거쳐 9개의 기업을 우선 선정하였다. Pre-Cert 프로그램의 목적은 ① 새로운 디지털 기술을 감독하기 위해 더욱 효율적인 위험 기반 규제 프레임 워크 개발 - FDA는 기존의 규제 기준을 바탕으로 SaMD를 규제할 수 없으며, 이는 새로운 기술에 대한 혁신을 제한하고 지연시킬 것으로 보는 우려 사항을 해결하기 위한 사전 인증 프로그램의 규제 승인 프로세스는 소프트웨어 인증을 위한 보다 적절한 규제 방안으로, 간소화된 프로세스를 통하여 SaMD 제품을 훨씬 빠르게 출시하고 제품의 안전성과 효능을 입증하기 위한 빠른 데이터 수집을 지원하고, ② 더 많은 데이터 수집을 통해 제품의 안정성 및 효능 향상 - SaMD는 실제 사용 환경(센서, 인터넷 연결 등)에서 다양한 데이터 수집이 가능하고 시장 출시 후에도 데이터를 보다 효율적으로 수집할 수 있게 하여 SaMD 제품 제조 회사와 FDA는 제품 안정성과 효능 향상을 가능하게 하며, 마지막으로 ③ 빠른 시장 출시 지원 - FDA는 기존의 느린 인증 절차를 개선하기 위해 SaMD 제조 회사와 핵심 프로세스를 평가하는 데 초점을 두어 사전 인증된 회사는 간소화된 승인 프로세스를 통해 제품을 보다 빨리 시장에 출시하여 환자의 피드백을 확인한 후 제품의 빠른 개선 및 업데이트 등에 집중할 수 있게 했다.

의료기기에 관한 유럽연합(EU) 규정(Medical Device Regulations, MDR)과 부합하여 유럽 의회와 위원회의 체외진단의료기기 규정 2017/746(In Vitro Diagnostic Regulations, IVDR)이 2017년 5월 26일에 발효되었으며 5년간 전환 기간 이후 2022년 5월 26일에 적용될 예정이다. 가장 큰 변화에는 체외진단의료기기(In Vitro Diagnostics, IVD)가 기존의 등급 분류 체계에서 위험도가 낮은 A등급에서 고위험인 D등급까지 4등급의 분류 체계로 변경될 예정이다. 또한, 기존 문서에 임상 성과 연구에 대한 근거 자료에 대해서도 기존의 제조사가 제출하는 자료 더 위험 기반으로 엄격한 임상 증거가 요구되어 진다. 자체 시험 및 환자를 상대로 하는 검사 기기에 대해서는 시판 전 승인이 적용된다. 사후 시장 감시에 대해서도 A, B등급에 대해서는 보고서를 작성은 필요하지만 매년 업데이트의 필요성은 요구되지 않으나 C, D등급에 대해서는 보고서가 매년 업데이트가 되어야 한다. 성능 평가 계획에서는 과학적 타당성, 분석 성능, 임상 성과, 성능 평가가 포함되어야 한다. 이처럼 보다 엄격한 문서화 자료들이 요구되며 모든 체외진단기기는 새로운 요구사항에 따라 재인증을 진행해야 한다.



마무리

코로나19 이전에 세계 각국의 원격의료 정책 및 과학기술 육성은 우리나라의 상황보다 앞서가고 있는 것처럼 보였지만, 전 세계적으로 누구도 겪어보지 못한 비대면 사회로 인하여 기존의 각국의 정책 및 시스템에 대한 문제점들이 노출되었다. 이후 이를 개선하기 위한 각국의 정책들이 앞서 설명한 것과 같이 추진되고 있기에, 아직 원격진료 분야에 대하여 우리나라의 기술이 해외시장 진출 및 시장 선점을 할 수 있는 여지가 분명히 존재한다.

**원격의료 실현을 위한
국내 과학기술의 현황과 극복과제**

Current Status and Issues of Science and Technology
for Telemedicine in Korea

**VI. 원격의료 실시 환경의
제도적 쟁점들**

VI Chapter

원격의료 실시 환경의 제도적 쟁점들

서론

코로나19 팬데믹이 장기간 지속되면서 진료현장도 감염병 방지를 위한 여러 가지 조치를 강구하여 왔다. 그 가운데 하나는 특히 1차 진료현장의 비대면 진료이다. 미국의 경우 코로나19 발병 이후 비대면 진료의 비율이 그 전과 비교하여 7~18%에서 54~72%로 급격하게 상승했다는 보고도 있다.¹⁾ 그에 반하여 우리나라의 경우 그동안 원격의료의 허용 여부가 정책적으로 그리고 법해석적으로 오랜 기간 논란이 되어오다가 아래에서 보는 바와 같이 코로나19 상황에서 예외적으로 허용되었을 뿐이다. 아래에서는 어떤 법 조항을 놓고 그와 같은 논란이 벌어졌는지를 간단히 살펴 본 다음, 만약 입법자인 국회가 법 개정을 통하여 비대면 진료를 허용하고자 할 경우 비대면 진료를 둘러싼 제도적 환경 가운데 정비가 필요한 이슈들을 차례로 검토해본다.

본론

1 의료법의 원격의료 규정과 법원의 해석

가. 실정법의 규정

의료법에서는 “원격의료”라는 제하의 조문을 두고 있고 그 내용은 아래와 같다.

1) Lonergan, P.E., Iii, S.L.W., Branagan, L., Gleason, N., Pruthi, R.S., Carroll, P.R. & Odisho, A.Y.(2020). “Rapid Utilization of Telehealth in a Comprehensive Cancer Center as a Response to COVID-19: Cross-Sectional Analysis”, Journal of Medical Internet Research, 22(7), e19322.

제33조(개설 등) ①의료인은 이 법에 따른 의료기관을 개설하지 아니하고는 의료업을 할 수 없으며, 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우 외에는 **그 의료기관 내에서 의료업을 하여야 한다.**

1. 「응급의료에 관한 법률」 제2조제1호에 따른 응급환자를 진료하는 경우
2. 환자나 환자 보호자의 요청에 따라 진료하는 경우
3. 국가나 지방자치단체의 장이 공익상 필요하다고 인정하여 요청하는 경우
4. 보건복지부령으로 정하는 바에 따라 가정간호를 하는 경우
5. 그 밖에 이 법 또는 다른 법령으로 특별히 정한 경우나 환자가 있는 현장에서 진료를 하여야 하는 부득이한 사유가 있는 경우

제34조(원격의료) ①의료인(의료업에 종사하는 의사·치과의사·한의사만 해당한다)은 제33조 제1항에도 불구하고 컴퓨터·화상통신 등 정보통신기술을 활용하여 먼 곳에 있는 **의료인에게 의료지식이나 기술을 지원하는 원격의료(이하 “원격의료”라 한다)를 할 수 있다.**

- ②원격医료를 행하거나 받으려는 자는 보건복지부령으로 정하는 시설과 장비를 갖추어야 한다.
- ③원격医료를 하는 자(이하 “원격지의사”라 한다)는 환자를 직접 대면하여 진료하는 경우와 같은 책임을 진다.
- ④원격지의사의 원격의료에 따라 의료행위를 한 의료인이 의사·치과의사 또는 한의사(이하 “현지의사”라 한다)인 경우에는 그 의료행위에 대하여 원격지의사의 과실을 인정할 만한 명백한 근거가 없으면 환자에 대한 책임은 제3항에도 불구하고 현지의사에게 있는 것으로 본다.

의료법 시행규칙 제29조(원격의료의 시설 및 장비) 법 제34조제2항에 따라 원격医료를 행하거나 받으려는 자가 갖추어야 할 시설과 장비는 다음 각 호와 같다.

1. 원격진료실
2. 데이터 및 화상(畫像)을 전송·수신할 수 있는 단말기, 서버, 정보통신망 등의 장비

그런데 위 규정은 비록 제목은 “원격의료”로 시작하고 있지만, 보다시피 의사가 원격으로 환자를 진료하는데 대한 규정이지 아니고, 의사가 원격지에 있는 다른 의사를 정보통신수단을 통하여 지원하는, 소위 “원격자문”에 대한 규정이다. 오히려 아래의 의료법 제17조 제1항으로 인하여 의료인이 환자를 상대로 원격으로 진료를 할 수 있는지와 관련하여 문제가 된다.

제17조(진단서 등) ①의료업에 종사하고 직접 진찰하거나 검안(檢案)한 의사[이하 이 항에서는 검안서에 한하여 검시(檢屍)업무를 담당하는 국가기관에 종사하는 의사를 포함한다], 치과의사, 한의사가 **아니면 진단서·검안서·증명서를 작성하여** 환자(환자가 사망하거나 의식이 없는 경우에는 직계존속·비속, 배우자 또는 배우자의 직계존속을 말하며, 환자가 사망하거나 의식이 없는 경우로서 환자의 직계존속·비속, 배우자 및 배우자의 직계존속이 모두 없는 경우에는 형제자매를 말한다) 또는 「형사소송법」 제222조제1항에 따라 검시(檢屍)를 하는 지방검찰청검사(검안서에 한한다)에게 **교부하지 못한다.** ...

종합하면 현행 의료법 제34조가 원격医료를 환자가 아닌 다른 의사를 상대로 하는 “원격자문”의 형태로만 인정을 하고 있으므로 반대해석상 환자를 상대로 하는 원격의료는 금지되는 것으로 보아야 하는 것인가 하는 문제, 그리고 제17조의 환자를 “직접 진찰한 의사”라는 구절로 인하여 환자를 오직



대면으로만 진찰하는 것이 법적으로 강제되는 것인가 하는 문제가 생기는 것이다. 여기에 대하여 연구자들 및 실무자들 사이에서는 의료법의 해석상 환자를 직접 대상으로 하는 원격진료가 허용된다는 견해²⁾와 허용되지 않는 견해가 팽팽하게 대립되고 있다.³⁾

나. 판례

사법부인 헌법재판소와 법원에서도 역시 현행 의료법상 환자를 직접 대상으로 하는 원격진료가 허용되는지가 다투어진 바 있는데, 아래와 같이 현재로서는 원격진료는 허용되지 않는다는 견해를 취하고 있는 것으로 파악된다. 관련된 판례는 아래와 같다.

1) 헌법재판소 2012. 3. 29. 2010헌바83 결정

2006. 1. 4.부터 2007. 5. 18.까지 총 672회에 걸쳐 자신의 병원에서 환자를 직접 진찰하지 아니하고 전화로 통화한 다음 처방전을 작성하여 환자가 위임하는 약사에게 교부하였다는 이유로 약식명령이 고지되어 정식재판을 청구하였으나 벌금형이 선고된 산부인과 의사가 제기한 헌법소원이다.

이 사건에서 헌법재판소는 몇 가지 이유에서 의료법 제17조의 “직접 진찰한”이란 조항이 환자를 대면하여 진찰한다는 의미로 해석된다고 판단하였다. 첫째, 사전적인 의미로 ‘직접’은 ‘중간에 제3자나 매개물이 없이 바로 연결되는 관계’ 또는 ‘중간에 아무것도 게재시키지 아니하고 바로’를 의미하는바, 이 사건 법률조항에서의 ‘직접 진찰한’은 ‘의료인과 환자 사이에 인적·물적 매개물이 없이 바로 연결되어 진찰한’, 즉 ‘대면하여 진료한’을 의미한다고 보았다. 둘째, 이 조항은 의료법이 2007. 4. 11. 개정되면서 종전의 ‘자신이 진찰한’을 ‘직접 진찰한’으로 대체된 것인데, 진찰의 방법을 대면 진료로 한정하는 것이 아니라고 한다면, 이는 종전의 ‘자신이 진찰한’이라는 문구만으로도 충분하고, 구태여 위와 같이 대체할 필요가 없다고 보았다. 셋째, 의료법 제17조 제2항 본문은 “의료업에 종사하고 직접 조산한 의사·한의사 또는 조산사가 아니면 출생·사망 또는 사산증명서를 내주지 못한다.”고 규정하고 있는바, 진찰의 경우는 대면 진료 이외의 방법이 있을 수 있다 하더라도 조산의 경우는 대면조산 이외의 방법을 상정하기 어려움에도 불구하고, 위 규정에서 굳이 ‘직접 조산한’이라는 문구를 사용하고 있는 것에 견주어 보더라도, 이 사건 법률조항의 ‘직접 진찰한’은 ‘대면하여 진료한’으로 해석하지 않을 수 없다고 보았다.

헌법재판소는 이상과 같이 법해석론에 충실한 논거뿐만 아니라 정책적인 논거도 제시하였는데,

2) 현두륜, 원격의료의 허용 여부에 관한 새로운 접근, 법률신문 (2020. 7. 6.), <https://m.lawtimes.co.kr/Content/Info?serial=162627>

3) 백경희(2020), “미국의 원격의료에 관한 고찰 - 코로나 19 대처에 대한 시사점을 중심으로 -”, 법학논고, 제70권, 경북대학교 법학연구원 등.

의료인이 환자를 대면하지 아니하고 전화통화에 의한 문진 등 일부 방법만으로 병상 및 병명을 규명·판단하는 것은 진료의무를 성실히 이행한 것이라고 보기에 부족하고, 또 현재의 일반적인 의료수준이 대면 진료를 하지 않고도 이와 동일한 정도의 진료를 할 수 있는 수준에 달하였다고 보기 어렵다고 한 부분이 그것이다.⁴⁾

2) 대법원 2020. 11. 5 선고 2015도13830 판결⁵⁾

한의원을 운영하는 한의사가 환자를 직접 진료하지 않고 전화로 상담한 후 한약을 제조하여 택배로 배송한 것이 의료법 위반인지를 다룬 형사 사건이다.⁶⁾ 대법원은 판결에서 “의료법이 의료인에 대하여 의료기관 내에서 의료업을 영위하도록 한 것은 그렇지 않을 경우 의료의 질 저하와 적정 진료를 받을 환자의 권리 침해 등으로 인해 의료질서가 문란하게 되고 국민의 보건위생에 심각한 위험을 초래하게 되는 것을 사전에 방지하고자 하는 보건의료정책상의 필요성에 의한 것”이라고 전제한 다음, “현재의 의료기술 수준 등을 고려할 때 의료인이 전화 등을 통해 원격지에 있는 환자에게 의료행위를 행할 경우, 환자에 근접하여 환자의 상태를 관찰해가며 행하는 일반적인 의료행위와 동일한 수준의 의료 서비스를 기대하기 어려울 뿐만 아니라 환자에 대한 정보 부족 및 의료기관에 설치된 시설 내지 장비의 활용 제약 등으로 말미암아 부적정한 의료행위가 이루어질 가능성이 높고, 그 결과 국민의 보건위생에 심각한 위험을 초래할 수 있다”고 설시하였다. 이러한 고려 하에 대법원은 의료인이 전화 등을 통해 원격지에 있는 환자에게 행하는 의료행위는 설명 환자나 환자 보호자의 요청에 따라 진료하는 경우에도 특별한 사정이 없는 한 의료법 제33조 제1항에 위반되는 행위라고 보았다.

그런데 이 사건은 환자를 영상으로 접할 수 있는 화상전송장치가 아닌 단순한 전화로 진료가 이루어진 사건이므로 법원이 “환자에 근접하여 환자의 상태를 관찰해가며 행하는 일반적인 의료행위와 동일한 수준의 의료 서비스를 기대하기 어렵다”는 판단을 하였던 것인데, 만약 화상회의 장치 등을 통하여 환자를 시각적으로 관찰할 수 있을 뿐만 아니라 환자의 기초 활력징후 등의 정보를 전송받을 수 있는 환경에서 원격진료가 이루어졌다고 하면 대법원 기준을 충족하게 되어 합법적이 될 수 있는 것 아닌가 하는 의문이 남기는 한다.

-
- 4) 이러한 다수의견에 대하여 위 조항이 죄형법정주의의 명확성원칙에 위배되어 헌법에 위반된다고 한 4인 헌법재판관의 소수의견이 있었다.
- 5) 이 글에서는 지면 제약상 가장 최근의 대표적인 대법원 판례만 소개한다. 사실 그동안 대법원은 의료법상 원격진료가 허용된다는 듯한 취지의 판례를 내린 적도 있다. 예: 대법원 2013. 4. 11 선고 2010도1388 판결; 대법원 2020. 1. 9 선고 2019두50014 판결.
- 6) 의료법은 의사, 치과 의사, 한의사를 통틀어 “의료인”으로 정의하고, 의료인에 대하여는 앞에서 본 의료법 제17조와 제34조가 모두 적용이 되므로, 이 판결의 기준은 앞으로 의사에게도 그대로 적용이 될 수 있다.



다. 코로나19 대응을 위한 원격진료의 예외적 허용

2020년 초부터 코로나19의 확산으로 인하여 환자가 직접 의료기관을 방문하는 것이 망설여지거나 적절하지 않은 경우가 발생하자 보건복지부는 전화상담과 처방을 한시적으로 허용하게 되었다.⁷⁾ 이에 따르면 의사의 의료적 판단에 따라 안전성이 확보된다고 판단되는 경우에는 전화로 상담 또는 처방을 실시함으로써 국민이 의료기관을 이용하면서 감염되는 것을 방지하기 위해 의료기관 이용의 한시적 특례를 인정하였다. 보건복지부는 이러한 특례의 법적 근거로 「보건의료기본법」 제39조, 제40조 및 제44조, 「감염병의 예방 및 관리에 관한 법률」 제4조와 함께 아래와 같은 내용의 의료법 제57조 제1항을 제시하였다.

제59조(지도와 명령) ① 보건복지부장관 또는 시·도지사는 보건의료정책을 위하여 필요하거나 국민보건에 중대한 위해(危害)가 발생하거나 발생할 우려가 있으면 의료기관이나 의료인에게 필요한 지도와 명령을 할 수 있다.

그런데 과연 의료법 제59조에 따른 보건복지부장관의 지도와 명령으로 제17조와 제33조에 따른 “직접 진찰” 의무, 즉 대면 진찰의무를 면제할 수 있는지는 상당한 의문이 있다. 왜냐하면 행정부는 입법부인 국회에서 정한 법률을 집행할 권한만을 가지고, 예외적으로 국회가 위임입법을 통하여 법률의 일부를 시행령이나 시행규칙으로 보충할 것을 미리 정한 경우에만 행정입법의 권한도 갖는 것이다. 그런데 헌법재판소와 대법원이 의료인의 대면 진료 의무를 규정한 것이라고 해석한 조항들에서 입법부가 행정부에게 아무런 위임입법을 하고 있지 아니하므로, 행정부가 의료법 제17조와 제33조의 내용을 수정할 수 있는 권한은 없다고 보아야 하고, 이는 의료법 제59조의 행정 지도 명령 권한을 통해서도 가능하지 않다고 보아야 한다.

보건복지부가 의료법 제59조에 근거하여 위와 같이 예외적으로 원격의료를 허용한 것은 법률적 논란을 감수하고서라도 현실에서의 필요에 대응하겠다는 뜻으로 보인다. 의료법상의 원격의료 관련 조항들이 워낙 정치적으로 민감한 사안이라서 그동안 작은 수정이라도 할 기회가 없었는데, 돌이켜보면 감염병 발생과 같이 공중보건을 위하여 비대면 진료가 필요한 경우에는 예외적으로 허용하는 규정이 마련되었어야 했다는 생각이고, 지금이라도 국회가 의료법이나 감염병의 예방 및 관리에 관한 법률에 이런 예외적 원격진료 허용 근거를 도입할 필요가 있다.

이처럼 법조문만 놓고 보면 환자를 대면이 아닌 원격으로 진료하는 것이 허용이 되는지 금지가 되는지는 논란의 여지가 있다. 하지만 헌법재판소와 근래의 대법원 판결은 의료법 제17조와 제33조의 해석상 환자를

7) 보건복지부 공고 제2020-177호 「전화상담 또는 처방 및 대리처방 한시적 허용방안」(2020. 3. 2.).

직접 대상으로 하는 원격진료가 허용되지 않는 것으로 보고 있으므로, 현장에서는 사실상 감염병 대응 차원에서 정부가 특별히 허용하는 경우 등이 아닌 이상 원격진료를 실시하는 것이 금지되고 있다.

2 원격진료를 허용하기 전 필요한 제도적 정비

현행 의료법상 원격진료는 금지된다고 해석하더라도 의회에서 의료법을 개정함으로써 원격진료를 얼마든지 허용할 수 있다. 즉, 제34조에서 의료인을 상대로 한 “원격자문”을 허용한 것과 유사하게 환자를 상대로 한 “원격진료”를 명시적으로 허용하는 규정을 삽입하는 것이다. 물론 그러한 입법은 의회가 우리나라 의료전달체계를 고려하여 충분히 숙고를 거친 뒤에 통과시켜야 할 것이다.⁸⁾ 그런데 지금까지 국내의 논의는 앞으로 원격진료를 허용한다면 어떤 범위에서 누구를 상대로 허용해야 할지에 관한 논의에 집중되어 이루어져 왔고,⁹⁾ 원격진료가 허용이 될 경우 해소되어야 할 다른 제도적인 환경에 대해서는 미처 충분한 논의가 있어오지 않은 것으로 보이므로, 이하에서는 이 후자 카테고리에 해당하는 이슈들을 살펴보고자 한다.¹⁰⁾

가. 수가 정책

원격진료가 법적으로 허용된다고 하더라도 실제로 의료인에 의하여 활용될 것인지는 완전히 별개의 문제이고, 오히려 건강보험상의 수가정책의 영향을 받는 문제가 될 것이다. 즉 의료인의 입장에서는 환자와 라포트를 형성하기에 더 불편한 원격진료를 활용할 유인이 충분히 있는지가 의문이므로, 만약 건강보험에서 원격진료를 대면 진료와 동등한 또는 적어도 상당히 합리적인 수준의 수가를 인정해주지 않는다면 의료인들에 의하여 원격진료가 외면될 여지가 있다. 이러한 현상은 원격진료가 제일 활발한 나라 가운데 하나인 미국에서도 목격되었다고 한다. 과거에는 미국 의료보험회사들이 원격진료에 대한 수가를 대면 진료 수가보다 훨씬 낮게 책정하는 바람에 미국 의료인들이 원격진료를 기피하는 경향이 있었는데,¹¹⁾ 코로나19가 창궐하자 의료보험회사들이 원격진료 수가를 대면 진료 수가에

8) 그동안 “원격진료”를 허용하는 입법안이 국회에 여러 차례 제출된 바 있다.

9) 원격진료를 허용하는 대상 환자의 범위를 어디까지 정할 것인지, 진료의 어떤 단계(지속적 관찰, 상담·교육, 진단 및 처방)까지 원격진료를 허용할 것인가 등

10) 이하의 논점 이외에도 원격진료와 관련하여 외국에서는 (의사 면허가 전국이 아닌 주 단위로 주어지므로) 자신의 면허지역을 벗어난 지역에 있는 환자를 진료할 수 있는지에 관한 논점도 자주 다루어지지만 우리 상황과는 무관한 문제이다.

11) Shachar, C., Engel, J. & Elwyn, G.(2020). “Implications for Telehealth in a Postpandemic Future: Regulatory and Privacy Issues”, JAMA, 323(23), p.2375. 이 문헌에 따르면 루이지애나주의 경우 2020년도 기준으로 대면을 통한 1차진료의 수가가 \$62.65에 대비하여 원격을 통한 1차진료의 수가는 \$33.95였다고 한다.



상응할 정도로 상향하였고 그러자 비로소 의료인들이 원격진료를 활용하는 비율도 올라갔다고 한다.¹²⁾

나. 진료장면 녹화

원격진료가 화상회의 플랫폼을 통해서 이루어지면 이제는 환자들도 자신의 장치를 이용하여 진료장면을 녹화하는 것이 가능해진다. 이는 최근 수술실 CCTV 설치 의무화 논란과 비슷한 맥락에서 고민해 볼 필요가 있다. 물론 일부에서 수술실 CCTV 설치 의무화를 주장하는 것은 환자가 의식이 없는 마취 상태에서 의료인에 의하여 비윤리적인 행위가 벌어지거나 심지어는 비의료인이 수술에 참여하는 것을 방지하기 위한 목적이어서, 환자가 의식을 갖고 있는 진료실에서도 CCTV 설치를 의무화하자는 데까지 이어지는 것은 아니다.¹³⁾ 하지만 화상장치를 통하여 원격으로 진료가 이루어지면서 진료현장의 녹화가 버튼 하나 클릭하는 정도로 쉬워진다면, 환자들 가운데 여러 가지 이유에서 진료장면을 녹화하려는 시도가 충분히 있을 수 있다. 또한 그 반대의 경우도 생각할 수 있다. 의료인이 향후 분쟁 등에 대비하여 방어적인 차원에서 진료장면을 녹화하는 것이다. 이미 진료실 내에 CCTV를 설치하여 장차 발생할 수 있는 잠재적인 의료분쟁에서 자신을 방어하려는 것과 마찬가지로 취지에서이다.

이렇게 현실적인 이유에서 원격진료 화면을 녹화하려는 욕구를 비난할 수만은 없다.¹⁴⁾ 하지만 서로 상대방의 동의 없이 또는 일방적인 통보를 기초로 녹화를 하는 것도 바람직한 의사와 환자 관계의 모습은 아니다. 따라서 의료인과 환자 사이의 원격진료 녹화는 서로가 동의를 하는 모습이 녹화에 담겨 있어야 하고, 만약 양 당사자의 동의가 없는 경우에는 추후 법정에서 증거로 제출될 경우 증거능력을 부정하는 등 동의에 기반한 녹화 허용을 유도해보는 것이 어떨까 한다.¹⁵⁾

12) 각주 1)에서 보았듯이, 미국의 경우 코로나19 발병 이후 원격진료의 비율이 그 전과 비교하여 7~18%에서 54~72%로 급격하게 상승했다고 한다.

13) 의료정책연구소(2020), “수술실 CCTV 설치 의무화 법안의 문제점”.

14) 통신비밀보호법 제14조 제1항은 공개되지 아니한 타인 간의 대화를 녹음하거나 전자장치 또는 기계적 수단을 이용하여 청취하는 것을 금지하고 있다. 그러나 이는 법조문에 명시된 대로 타인간의 대화에 적용되는 규정이므로 대화 당사자가 녹음하거나 녹화하는 경우에는 적어도 처벌이 따르는 통신비밀보호법 위반은 아니다(대법원 2014. 5. 16. 선고 2013도16404 판결 등). 따라서 원격진료 화면의 녹화는 통신비밀보호법이 직접 금지하고 있는 행위는 아니라서 바로 위법은 아니다.

15) 이러한 증거능력 제한 조항은 원격진료를 허용하기 위하여 의료법을 개정하면서 함께 의료법에 삽입할 수 있을 것이다.

다. 환자 본인 확인

진료 현장에서 병의원에 내원한 환자가 자신이 주장하는 본인이 맞는지 확인할 필요가 있는지는 건강보험 부정수급과 관련하여 논란이 많은 문제이다.¹⁶⁾ 이처럼 건강보험 자격이 없는 사람이 타인을 사칭하여 건강보험을 부정 수급하는 현상은 원격진료로 인하여 심화될 수 있다. 원격진료는 대면 진료보다 본인 확인이 한 층 더 어려울 것이기 때문이다.

하지만 다른 한 편으로는 PC나 모바일 기기와 같은 전자기기를 이용하여 원격진료에 참여할 경우, 바로 원격진료에 접속하는 전자기기에서 본인 인증을 거칠 수 있으므로 본인 확인이 오히려 수월한 측면도 있다. 따라서 건강보험 재정의 정당한 집행을 위하여 본인 확인이 필요하다면, 원격진료 시작 직전에 환자가 보유한 전자기기에서 본인 인증절차를 거치도록 하는 등의 방법으로 본인 확인을 확보하되 의료인이나 의료기관이 본인확인 절차에 직접 개입하지 않도록 함으로써 부작용은 최소화할 수도 있을 것으로 생각된다.

라. 의약품 비대면 구매

진료는 비대면으로 하면서 의사의 처방에 따른 의약품을 구매하기 위하여 반드시 약국을 방문해야 한다면 원격진료의 취지가 반감될 것이다. 물론 대개의 경우 의료기관의 접근성보다는 약국의 접근성이 높기 때문에 진료는 원격으로 받더라도 처방전에 따른 의약품 구매는 약국에서 대면으로 해야 한다는 논리도 성립이 가능하지만, 원격진료는 반드시 의료기관이 방문하기 멀 정도로 원격에 있어서가 아니라 환자가 집 밖을 나가기가 힘들 정도로 거동이 불편하다거나 아니면 최근에 경험한 판데믹처럼 비대면적인 진료가 필요하기 때문에 요구되는 것이다. 따라서 진료뿐만 아니라 진료의 다음에 이어지는 의약품 구매도 비대면 구매를 정책적으로 허용할지 여부를 고민할 필요가 있다.¹⁷⁾ 앞에서 언급한대로 코로나19에 대응하여 보건복지부가 한시적으로 비대면 진료를 허용함과 함께 의약품 수령 방식을 환자와 약사가 협의하여 결정하도록 함으로써, 의약품의 비대면 수령을 예외적으로 허용한 바 있다.¹⁸⁾

마. 시설 기준의 법제화

의료법 개정을 통하여 원격진료가 허용될 때 최소 시설 기준도 함께 입법이 되어야 하는가? 기존 원격 자문의 경우에는 위에서 본 의료법 제34조 제2항 및 시행규칙 제29조에서 “원격진료실, 데이터 및

16) 건강보험의 부정수급을 논한 문헌으로는 박지순·부종식(2014), “건강보험 부당수급의 문제와 해결방안 - 본인 및 자격확인업무의 도입을 중심으로 -”, 사회보장법학, 제3권 제1호, 한국사회보장법학회.

17) 이원복(2015), “의약품 온라인 판매 규제의 새로운 접근”, 생명윤리정책연구, 제9권 제2호, 이화여자대학교 생명의료법연구소.

18) 보건복지부 공고 제2020-177호 「전화상담 또는 처방 및 대리처방 한시적 허용방안」(2020. 3. 2.).



화상(畫像)을 전송·수신할 수 있는 단말기, 서버, 정보통신망 등의 장비” 정도로 비교적 가볍게 규제를 하고 있다. 환자를 대상으로 하는 원격진료가 허용이 되면 의료법에 이와 유사한 정도의 또는 이보다 훨씬 세세하고 엄격한 시설 기준을 입법할 가능성이 있다.

시설 기준을 법에서 자세하게 정하는 것은 장단점이 있는데, 단점으로는 일단 법제화가 된 기준은 경직성을 갖기 때문에 문제가 발생하더라도 유연하게 대처하기 어려워지고, 실제 현실을 충분히 고려하지 않은 입법이 이루어지면 오히려 당사자들의 불편을 초래할 수 있다는 것을 꼽을 수 있다. 대표적인 예로, 공인인증서 강제 주의를 통해 금융 거래 등의 안전을 보장받은 점도 있지만, 공인인증서를 대체할 수 있는 우월한 기술이 이미 개발되었음에도 불구하고 법에서 공인인증서라는 한 가지 안전장치를 강요하는 바람에 우리 국민이면 누구나 오랫동안 불편을 경험한 것을 들 수 있다.¹⁹⁾ 시설 기준의 법제화로 겪을 수 있는 불편이나 비합리성은 의료법에서도 어렵지 않게 찾아볼 수 있었다. 2016년 개정 이전의 의료법 시행규칙 제16조 제3호는 전자의무기록을 보존하기 위하여 “네트워크에 연결되지 아니한 백업저장 시스템”을 갖추도록 규정하고 있었는데, 대부분의 개인 병원에서 네트워크에 연결되지 않은 백업저장 시스템을 갖추는 것은 번거로울 뿐만 아니라 컴퓨터 시스템 전문가가 아닌 의료인이 이와 같이 백업을 운영하는 것이 클라우드 백업 등 특화된 시스템의 도움을 받는 것에 비하여 더 안전하다는 보장도 없었다. 이러한 지적에 따라 뒤늦게 보건복지부가 시행규칙의 개정을 통하여 백업저장 시스템이 네트워크에 연결되지 아니해야 한다는 조건을 삭제하였다.

원격자문에 관한 현행 의료법 및 시행규칙을 보더라도 “서버”를 구비할 것을 강제하고 있는데, 2021년 현재 이미 일반인들이 많이 사용하고, 익숙하고, 문제점도 비교적 빨리 제거되고 있는 zoom, webex 등의 플랫폼은 위와 같은 서버 구비 의무로 인하여 원격의료 현장에서는 이용할 수 없게 된다. 따라서 원격진료를 허용하는 입법을 함에 있어 원격진료에 관한 시설 기준을 너무 처음부터 행정편의적인 발상에 기초하여 입법하기보다는 이미 우리 사회에 널리 이용되고 있는 화상회의 플랫폼들을 충분히 활용할 수 있는 방향으로 입법을 하되, 시행 과정에서 보완이 필요한 부분이 발견되면 점진적으로 보완해나가는 태도를 취해야 할 것이다.

바. 의료사고 시의 책임

진료가 대면이 아닌 원격의 형태로 진행되었는데 나중에 환자에게 좋지 않은 상황이 발생했을 경우의 책임 귀속 문제는 큰 관심의 대상일 것이다. 한 예로 과거 보건복지부가 입법예고했던 원격의료 조문에는 다음과 같은 조항이 포함되어 있었다.²⁰⁾

19) 전자서명법 개정을 통하여 2020년 12월부터 공인인증서가 폐지되면서 이제는 다양한 방법으로 전자적 서명을 하는 것이 가능해졌다.

20) 보건복지부 공고 제2016-348호 「의료법 일부개정법률안 입법예고」(2016년 5월 23일).

원격지의사는 환자를 직접 대면하여 진료하는 경우와 같은 책임을 진다. 다만, 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우에는 그러하지 아니하다.

1. 환자가 원격지의사의 지시를 따르지 아니한 경우
2. 환자가 갖춘 장비의 결함으로 인한 경우
3. 원격자문에 해당하는 원격의료로서 그 의료행위에 대하여 원격지의사의 과실을 인정할 만한 명백한 근거가 없는 경우

그러나 위와 같은 규정들은 사실 법에 제도화되어 있지 않다고 하더라도 달라지지 않았을 내용들이다. 우선 원격지의사는 환자를 직접 대면하여 진료하는 경우와 같은 책임을 진다는 원칙은 별로 의문이 없을 것이다. 그에 대한 예외로서 환자가 원격지의사의 지시를 따르지 않았거나 환자가 갖춘 장비의 결함으로 인하여 문제가 발생한 경우에 의사의 책임을 물을 수 없는 것도 너무나 당연하다. 즉, 위와 같은 내용의 조문들이 존재하지 않더라도 기존의 법질서라고 할 수 있는 민사상 의료과실에 대한 책임의 법리를 그대로 적용하면 위와 같은 조문의 내용대로 책임이 귀속될 것이다. 물론 그렇다고 하더라도 당사자들의 예측가능성을 높이기 위하여 당연한 귀결을 입법화하는 것을 부정적으로 볼 필요는 없지만, 적어도 Davinci와 같은 기구의 도움을 받아 원격으로 수술이나 중재적 시술을 할 수 있는 상황이 아닌 이상, 원격진료에서 발생하는 의료분쟁은 별도의 제도적인 뒷받침이 없더라도 현행 법질서 안에서도 충분히 해결할 수 있을 것으로 보인다.

사. 개인정보보호

비대면 진료가 실시될 경우 발생할 수 있는 문제점으로 개인정보보호 또는 프라이버시의 문제가 자주 거론되어 온 것은 사실이나, 대면 진료 시 발생하지 않았겠지만 원격진료로 인하여 발생할 수 있는 개인정보보호 이슈가 과연 의미 있을 정도로 심각할지는 의문이다. 이미 현재의 대면 진료 상황에서도 민감한 정보로 가득한 개인의 진료 기록은 가장 두터운 보호를 받아야 한다. 그런데 의료인의 문진의 장소가 진료실에서 화상회의로 옮겨간다고 하여 크게 달라지는 것이 있다는 생각은 들지 않는다. 이론상으로야 누군가 화상진료실을 해킹하여 진료현장을 엿보는 일이 생기는 것을 생각할 수 없는 것은 아니지만, 그것은 기본적으로 화상진료 플랫폼을 개발하는 개발자의 주의의무나 귀책으로 귀결될 문제이고, 기술력을 인정받아 널리 이미 사용되고 있는 화상회의 플랫폼을 채택한 의료인의 책임으로 귀결될 문제는 아닐 것이다.

그렇다고 의료인 스스로 원격진료 맥락에서 개인정보를 더욱 안전하게 취급하기 위하여 취할 수 있는 행동수칙이 없는 것은 아니다. 예를 들어 코로나19 초반에 화상회의에 초청받지 않은 불청객이 화상회의실에 무단 입장하여 불쾌한 행동을 하고 떠나는 소위 “zoom-bombing” 현상이 만연하자 사용자들이 나름의 예방책을 세우고 Zoom에서도 이를 전파하였는데, 화상회의실 입장을 위한



비밀번호를 설정한다거나, 초대받은 참가자도 바로 회의실에 입장할 수 있는 것이 아니라 대기실에서 호스트가 입장을 허용해야만 입장하도록 설정한다든가 하는 것이다. 이와 유사한 조치들은 원격진료의 맥락에서도 의료인이 충분히 취해야 할 것이다. 다만 그러한 행동상의 안전장치들도 법제화를 하면 앞에서 시설 기준을 법제화할 때 생기는 부작용과 마찬가지로 문제가 생길 수 있으므로, 의사협회 등 단체에서 마련하여 자율 수칙으로 준수하도록 하면 충분할 것이다. 아니면 개인정보보호법에서 인정하는 자율규제의 형태로 마련하는 것도 생각할 수 있다.²¹⁾

21) 개인정보보호 자율규제기관으로 의약분야에서는 대한의사협회, 대한약사회, 대한한방병원협회, 대한치과의사협회, 대한한한사협회가 이미 지정되어 있다(<https://www.privacy.go.kr/selfImp/reg/selfRegulationInfo.do>).



참고문헌

- 박지순·부종식(2014), “건강보험 부담수급의 문제와 해결방안 - 본인 및 자격확인업무의 도입을 중심으로 -”, 사회보장법학, 제3권 제1호, 한국사회보장법학회.
- 백경희(2020), “미국의 원격의료에 관한 고찰 - 코로나 19 대처에 대한 시사점을 중심으로 -”, 법학논고, 제70권, 경북대학교 법학연구원.
- 이원복(2015), “의약품 온라인 판매 규제의 새로운 접근”, 생명윤리정책연구, 제9권 제2호, 이화여자대학교 생명의료법연구소.
- 이원복(2021), “원격의료 실시에 수반되는 법적 쟁점들에 관한 고찰”, 의료법학, 제22권 제1호, 대한의료법학회.
- 현두륜, 원격의료의 허용 여부에 관한 새로운 접근, 법률신문 (2020. 7. 6.), <https://m.lawtimes.co.kr/Content/Info?serial=162627>
- Lonergan, P.E., Iii, S.L.W., Branagan, L., Gleason, N., Pruthi, R.S., Carroll, P.R. & Odisho, A.Y.(2020). “Rapid Utilization of Telehealth in a Comprehensive Cancer Center as a Response to COVID-19: Cross-Sectional Analysis”, Journal of Medical Internet Research, 22(7), e19322.
- Shachar, C., Engel, J. & Elwyn, G.(2020). “Implications for Telehealth in a Postpandemic Future: Regulatory and Privacy Issues”, JAMA, 323(23), pp.2375-2376.

**원격의료 실현을 위한
국내 과학기술의 현황과 극복과제**

Current Status and Issues of Science and Technology
for Telemedicine in Korea

VII. 정책제안

VII Chapter

정책제안

본 정책과제에서는 원격의료 실현을 위한 국내 과학기술 현황과 극복과제라는 주제로 시대적 변화에 맞춰 갈 수 있는 양질의 의료 서비스를 제공하기 위한 방안을 모색하였다. 본 과제의 목표는 더 많은 국민에게 안전하고 편리한 의료 서비스를 제공하는 것이며, 이를 위하여 의료계, 법조계, 과학기술계 등 관련 분야 전문가들이 원격의료의 개념, 원격의료의 안전성 확보방안, 관련 법·제도의 개선방향에 대한 합의를 이루는 것이다. 각 분야별 주 작성자의 임상적 지식과 경험에 기반한 과학기술 및 의학적 정책 제안은 다음과 같다.

1 원격의료의 실현을 위한 의학적 검증과 과학기술 개발이 필요함

가. 원격의료의 안전성에 대한 의학적 검증이 선행되어야 한다.

원격의료에 대한 사회적 관심과 수요는 증가하고 있으나 본격적인 도입을 위해서는 원격의료의 안전성에 대한 검증이 선행되어야 한다. 환자의 안전성 확보와 의료의 질 제고가 가장 중요한 요소이기 때문이다. 의료 분야에서는 새로운 의료기술이 도입되면 이를 검증하는 절차가 존재하는데, 원격의료 역시 안전성, 유효성, 효과성, 효율성 적시성 등에 대한 검증 및 임상시험 절차 등을 도입하여 안전성을 충분히 검증한 후 의료현장에 도입해야 한다. 현재 우리나라에서 실현되지 못하고 있는 비대면 진료는 현재 수행되고 있는 시범사업과 함께 필요한 임상시험을 수행하여 안전성과 유효성이 검증된 분야부터 의료현장에 도입하여야 한다.

나. 원격의료 가이드라인과 체계적인 교육 시스템이 함께 마련되어야 한다.

현재 원격의료와 관련된 주요 이슈들은 정보통신기술과 산업의 발전, 그리고 편의성에 중점을 두어 논의되는 경향이 크다. 일각에서는 현재 논의되고 있는 원격의료는 ‘의료를 이용한 차세대 정보통신기술발전 방안’이며, 정작 의료 분야는 소외되어 있다는 의견도 있다. 의료를 수행하는 주체가 의료인임을 고려하여 의료인의 역할에 대한 이해가 선행적으로 이루어져야 하며, 원격의료

관련 기술을 어떻게 적용할 수 있을지에 대한 논의와 공감대 형성이 필요하다. 그리고 이를 기반으로 원격의료 도입을 위한 구체적인 가이드라인 마련과 시행을 추진해야 한다.

또한 의과대학 교육부터 단계적으로 원격의료 관련 ICT 기술 교육 등을 도입하고, 추후 새로운 기술 등이 도입될 경우 이에 대한 시의성 있는 교육이 이루어질 수 있는 체계가 필요하다. 이를 통해 원격의료의 본질에 대한 의료진의 이해를 높이고 관련 기술의 활용을 위한 의료진의 전문성을 높여가야 할 것이다.

다. 원격의료의 한계를 극복하는 과학기술 개발이 필요하며 이에 대한 연구 지원이 요구된다.

현재의 과학기술로는 원격의료의 적용은 제한적이며, 모든 환자와 모든 분야에서 원격医료를 실현할 수는 없다. 그러나 새로운 과학기술 개발과 융합으로 더욱 개선된 원격의료의 실현될 것이다. 특히 정책적으로 집중 지원할 과학기술은 아래와 같다.

- 1) 원격진료에서 활용하는 환자 휴대용 의료기기 및 원격 모니터링 기기의 다양화와 정밀화기술
- 2) 가상 및 증강현실을 사용한 비대면 진료 지원 기술
- 3) 개인 의료정보의 효율적 사용과 철저한 보호기술이 포함된 의무기록 시스템 개발
- 4) 원격판독의 질과 안전성, 보안성을 담보할 수 있는 기술개발
- 5) 원격의료에 필요한 데이터 분석, 통합, 예측을 가능하게 하는 인공지능 기술

이러한 기술에 대한 정책적 지원은 원격의료의 효율성을 높이고 진료에 대한 만족도를 높혀 성공적인 원격의료의 구현될 것이다.

2 원격의료 실현을 위한 법·제도 개선과 사회적 합의가 필요함

가. 비대면 진료 실현을 위한 법·제도 개선이 시급하다.

우리나라는 현행법상 아직 원격의료 중 비대면 진료가 허용되지 않고 있다. 코로나19로 인해 한정적으로 허용되고 있는 원격진료를 합법화하기 위해서는 관련법 개정이 필요하다. 아울러 비대면 진료 관련 수가정책, 환자 본인 확인, 의약품 비대면 구매, 진료장면 녹화, 의료시설 기준의 완화, 의료인의 책임에 대한 특칙, 개인정보보호와 관련된 법제도 또한 함께 개정되어야 한다. 정부 차원의 올바른 의료정책, 지불제도 정비, 원격의료 관련 기술의 표준화, 정보 보안 강화, 법률 제정 등의 조치가 병행될 때 원격의료의 본격적으로 활성화될 수 있을 것이다.



나. 원격진료 솔루션과 시스템 개발이 필요하다.

원격진료를 관리하기 위해서는 원격진료를 신청하는 단계부터 대면 진료와 비대면 진료의 스케줄, 간격 등에 대한 원칙과 이를 반영한 시스템 개발이 필요하다. 일본의 경우, 초진은 대면 진료를 원칙으로 하며 혈액 검사와 같은 병원 방문이 반드시 필요한 경우를 제외한 상황에서 비대면 진료를 허용한다. 또한 6개월에 한 번은 반드시 대면 진료를 하도록 규정하고 있다.

우리나라에서도 외국인을 대상으로 하는 비대면 진료의 경우 예약신청, 데이터 전송, 화상상담과 처방에 대한 시스템을 운영한다. 이처럼 원격진료의 한계를 극복하고 원격진료의 범위를 규정하기 위한 솔루션과 시스템의 개발이 요구된다.

다. 사회적 합의 형성을 위한 적용 전략이 필요하다.

비대면 진료의 도입을 위해서는 관련 법·제도의 개선과 더불어 사회적인 합의를 이끌어 내기 위한 적용 전략 모색 등의 접근 방법이 필요하다. 우선 희귀질환을 앓고 있는 환자, 또는 의료시설에 대한 접근성이 떨어지는 환자 등 원격진료에 대한 필요성이 높은 집단을 대상으로 원격의료를 순차적으로 허용함으로써 원격의료의 효과와 필요성을 점진적으로 검토해 볼 수 있을 것이다.

아울러 비대면 진료가 활성화될 수 있는 분야를 우선 선정하여 점차적으로 확대해 가는 방안, 그리고 대면의료가 꼭 필요한 분야를 정해 놓고 원격의료를 도입하는 방안 등을 단계적으로 적용할 수 있을 것이며, 가장 중요한 것은 소통을 통한 사회적 합의의 형성 과정이라고 할 수 있다. 이를 바탕으로 의료계와 법조계, 과학기술계 등 다양한 분야의 관계자들이 안전한 의료문화를 구축해 가는데 앞장서 가야 할 것이다.



용어정리

헬스케어 healthcare

넓은 의미에는 의료인에 의해 수행되는 질병의 예방, 진단, 치료를 진행하는 의료 외에 영양이나 운동 등 건강 관리를 포함

원격보건의료 Telehealth

먼 거리 소재 의료기관, 환자, 의료 공급자를 대상으로 건강 관련 교육, 공공보건, 건강관리 등을 지원하기 위해 전자정보통신기술을 활용하는 것

디지털 헬스케어 digital healthcare

헬스케어 분야 중 디지털 기술의 혁신이 의료기술과 융합하여 변화하고 새롭게 나타난 의료와 헬스케어 분야

모바일 헬스케어 mobile healthcare

디지털 헬스케어 중 스마트폰 등 모바일 기술을 활용한 분야

원격의료 telemedicine

법적으로는 '의료인(의료업에 종사하는 의사, 치과의사, 한의사만 해당)이 컴퓨터, 화상통신 등 정보통신기술을 활용하여 먼 곳에 있는 의료인에게 의료지식이나 기술을 지원하는 것'으로 되어 있으나 실질적인 정의는 '상호작용이 가능한 정보통신기술을 활용하여 의료정보와 의료 서비스를 제공하는 모든 활동'이라 할 수 있음

원격진료 virtual visit

전화나 화상, 문자 메시지, 이메일 등 통신기술을 이용하여 의사가 환자를 진료하는 행위. 우리나라는 여러 이유로 비대면 진료라는 용어를 사용하고 있음

전자의무기록 electrical medical recording (EMR)

환자의 정보를 전산화하여 입력, 관리, 저장하는 형태

처방전달 시스템 Order Communication System (OCS)

의사의 처방을 인력이나 기계적인 방법에 의존하지 않고 컴퓨터를 이용해 신속, 정확하게 진료 지원부서에게 전달하는 시스템

임상의사결정지원 시스템 Clinical Decision Support System (CDSS)

환자진료에서 의사결정을 하는 임상 의사나 전문가를 지원하도록 근거 기반 지식에 기초하여 설계된 상호작용 정보 시스템

의료영상국제표준 Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM)

의료영상 정보를 교환하고 관리하는 방법에 대한 표준

영상저장전송 시스템 picture archiving and communication system (PACS)

디지털 의료영상 이미지를 저장, 가공, 전송하는 시스템

개인건강기록 personal health record (PHR)

개인이 본인의 건강정보 및 의료데이터를 통합, 관리하고, 자신이 원하는 대상에 한하여 제공·활용하는 기술 및 서비스

원격환자모니터링 remote patients monitoring (RPM)

환자가 병원 이외의 공간에서 자신의 건강상태를 원격으로 관리받는 것

원격자문, 원격협진 tele-advisory, tele-consultation

의사-의사 사이의 상호작용으로 환자와 물리적으로 함께 있는 의사와 의료상의 문제에 대해 특별히 전문성을 갖고 있는 것으로 인정되는 의사 사이에서 이용 가능

원격병리 telepathology

유무선 통신 수단을 이용한 디지털 또는 실시간 병리영상 전송 환경 또는 그와 관련된 학문. 원격병리는 크게 다른 지역 전문가에게 자문을 듣는 것과 원격 시설의 검체를 진단하는 용도로 이용될 수 있으며, 종래의 원격병리의 의미로 사용되었던, 원격 제어 현미경을 이용하여 유리 슬라이드 영상을 실시간 영상으로 전송하는 방법과 유리 슬라이드를 스캐너를 이용해 전체 슬라이드 영상으로 획득하여 전송하는 2가지 방법이 있음

원격수술 telesurgery

환자와 외과 의사가 서로 다른 지역에 있으며, 외과 의사가 환자 주위에 설치되어 있는 로봇을 본인의 사무실에 설치된 제어기 안에서 조정하여 원격지에서 시술을 하는 수술 방법



원격재활 tele-rehabilitation

환자와 치료사가 직접 대면하지 않고 원격에서 통신장비나 의사소통 기술을 통해 평가, 진단, 목표설정, 치료, 교육 및 모니터링을 제공하는 대체적인 재활서비스

원격교육 tele-education

전문 의료진들을 대상으로 플랫폼을 이용해 원격으로 교육이나 훈련을 시행함

이헬스 electrical health (e-health)

인터넷의 발전과 함께 사용되기 시작한 용어로 인터넷 및 정보기술과 보건의료의 만남으로 탄생한 용어로 WHO는 건강을 위해 정보통신기술을 사용하는 것, 구체적으로 전자수단 (electronic means)에 의한 보건의료와 건강관리 자원의 교환

유헬스 ubiquitous health (u-health)

IT(컴퓨터, 센서 등 무선기술 및 유무선 네트워크)와 전통적인 보건의료를 연결하여 시간이나 공간의 제약 없이 언제, 어디서나 예방, 진단, 치료 및 사후관리의 보건의료 서비스를 제공하는 것

엠헬스 Mobile health (m-health)

건강에 대한 목적들의 성취를 지원하기 위해 모바일과 무선 기술들의 사용하는 분야

스마트 헬스케어 smart healthcare

테라바이트급 용량의 최신기술을 활용하여 병원과 가정 등 언제, 어디서나 환자의 상태를 지능적으로 모니터링하면서 관리하고 환자 정보와 질병정보 등을 분석하여 실시간으로 맞춤형 서비스가 제공되는 것으로 의료 서비스와 건강관리 서비스가 모두 제공되어 의료 서비스를 요구하는 환자는 물론, 건강에 관심을 가지고 있는 일반인 대상의 상시적인 케어서비스와 필요에 따라 제공되는 의료 서비스를 포함

스마트 진료 smart care

원격진료에 대한 사회적 이슈 관계로 정부에서 제안한 용어. 이후 비대면 진료라는 용어가 주로 사용되고 있음

비대면 진료 Non-face-to-face care 또는 Untact care

기본적으로 원격진료와 같은 뜻임. 본 보고서에서는 ‘원격진료’라는 용어를 정부 시책에 맞추어 ‘비대면 진료’라는 용어로 사용하고자 한다. 다만 외국사례의 경우나 특정한 경우에는 원격진료라는 용어를 혼용하여 사용함

가상의료 virtual health

원격의료의 공간적 확장 이외의 확정성을 반영한 용어로서 캐나다에서 사용하는 용어임

디지털병리 digital pathology

슬라이드 스캐너를 사용하여 현미경 검경의 주 대상인 유리 슬라이드를 고해상도의 디지털 이미지로 변환하고 디지털 영상을 통해 병리 진단 업무를 비롯한 자문 및 자료 교환을 수행하는 병리 시스템

KAST Research Report 2021
한림연구보고서 139

원격의료 실현을 위한 국내 과학기술의 현황과 극복과제

Current Status and Issues of Science and Technology
for Telemedicine in Korea

발 행 일 2021년 10월
발 행 처 한국과학기술한림원
발 행 인 한민구
전화 031) 726-7900
팩스 031) 726-7909
홈페이지 <http://www.kast.or.kr>
E-mail kast@kast.or.kr
편집/인쇄 경성문화사 02) 786-2999
I S S N 2799-5135
977-2799513-00-9 39

- 이 책의 저작권은 한국과학기술한림원에 있습니다.
- 한국과학기술한림원의 동의 없이 내용의 일부를 인용하거나 발췌하는 것을 금합니다.



이 사업은 복권기금 및 과학기술진흥기금 지원을 통한 사업으로
우리나라 사회적 가치 증진에 기여하고 있습니다.