

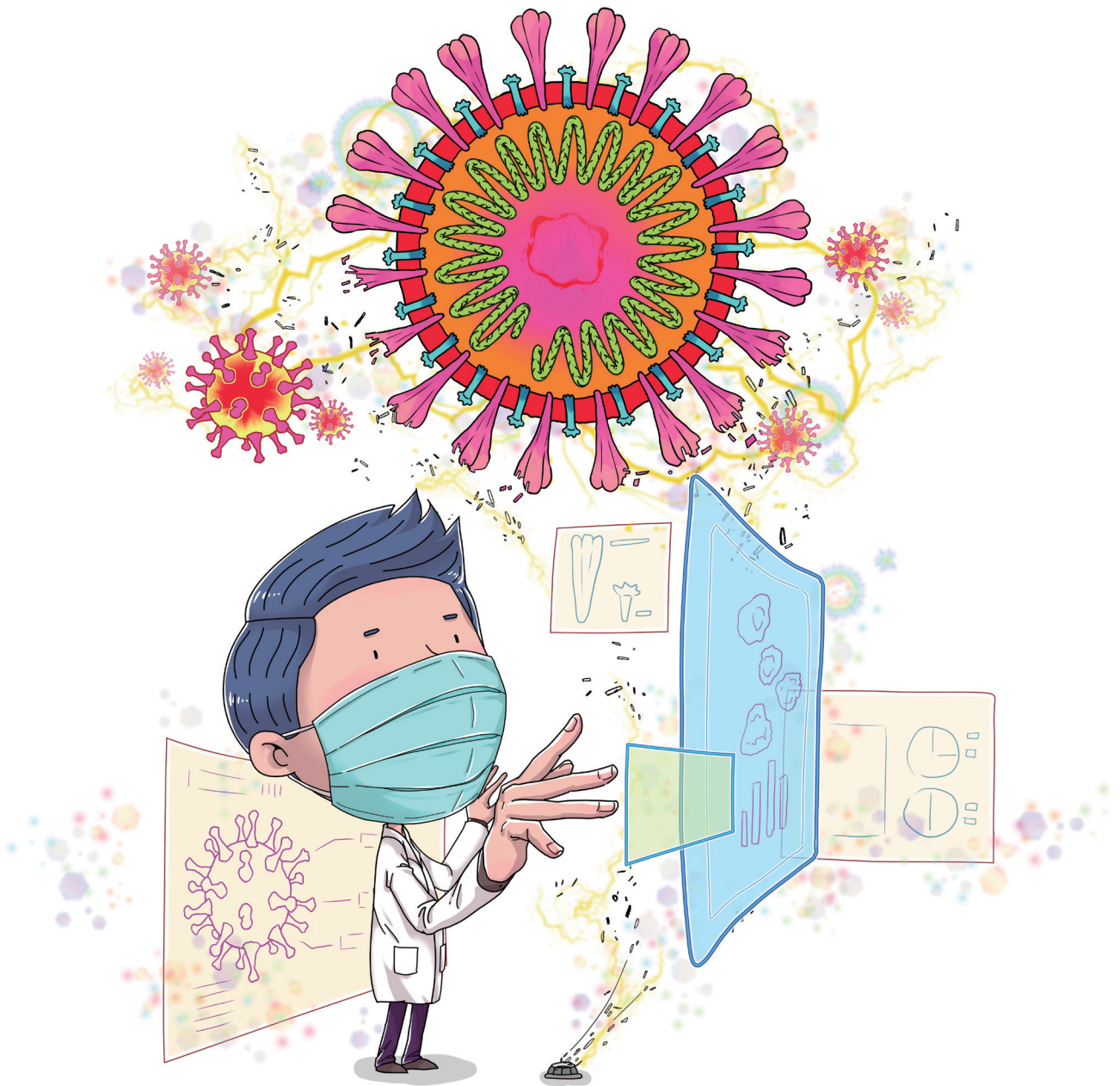
VOL. 6

2020. OCTOBER

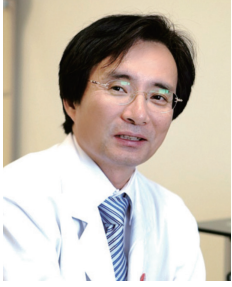
# 의공학소식

**SMART** | Science, Medicine, Art,  
Renovation, Technology

*“Do Stupid Things Faster with More Energy”*



서울아산병원 의공학연구소  
Asan Medical Center Biomedical Engineering Research Center



의공학연구소장  
김승철

안녕하십니까? 서울아산병원 의공학연구소장 김승철입니다.

차가워진 출근길의 아침 공기와 대관령에 최근 내린 첫 가을서리가 계절의 변화를 느끼게 해주네요. 아침저녁으로 일교차가 큰 요즘 코로나19 뿐만 아니라 환절기 독감도 주의하시어 연구소 여러분들의 건강을 챙김에 있어서 소홀함이 없길 바랍니다.

작년 12월, 금방이라도 사라질 것 같던 코로나19가 우리 곁에 머문 지도 1년이 다 되어갑니다. 그동안 우리의 삶에는 많은 변화가 생겼습니다. 급속도로 퍼지고 있는 코로나19의 확산세에 대응하기 위해 정부는 사회적 거리두기를 강조하고 있고, 자연스럽게 현재의 뉴노멀 (New normal) 사회를 위한 전략과 기술이 주목받고 있습니다. 이 중, 우리 곁에 생긴 가장 큰 변화는 바로 언택트 (비대면) 문화의 급격한 확산입니다. IT기업에서는 전일제 재택근무를 시행하고 있고, 교육기관에서는 온라인강의를 통해 비대면 수업을 진행하고 있습니다. 또한 집에서 각종 경제 활동을 즐기는 홈코노미 (Home + Economy) 시장이 급부상하고 있습니다. 이러한 언택트 문화의 확산은 의료계에도 큰 영향을 미치고 있습니다. 병원 방문이 어려운 환자를 위해 시행 중이었던 원격 진료 시스템이 코로나 상황이 장기화함에 따라 기본적인 의료서비스 전달체계의 하나로 자리 잡고 있으며, 이로 인해 환자 원격 모니터링의 중요성이 부각되면서 올해 처음으로 국산 웨어러블 의료기기에 건강보험 적용이 시행되었습니다. 이러한 추세에 발맞춰 우리 의공학 연구소도 비대면 의료를 지원할 수 있는 대응 기술 연구를 수행하고 있으며, 많은 연구 활동을 온라인으로 옮겨와 진행하고 있습니다.

최신 의공학 분야의 정보 공유와 융합 연구의 장을 마련해 보고자 시작한 <의공학 소식지 (SMART -Science, Medicine, Art, Renovation, Technology)> 가 이제 6호 발간을 맞이하였습니다. 이번 의공학 소식지는 “코로나19 시대와 함께하는 의공학”을 주제로 하고 있습니다. 힘들고 어려운 시기지만 이러한 시대적인 흐름을 함께 공유하고 당당한 고민을 함께 나누어 볼 수 있는 기회가 되었으면 좋겠습니다. 나아가 현 코로나 시대뿐만 아니라 포스트 코로나 시대까지 아우를 수 있는 장기적인 대응책 마련을 위해 함께 소통할 수 있는 소중한 기회가 되면 좋겠습니다. 저희 의공학 소식지 “SMART”의 맑은 기대와 역할 수행이 더욱 원활할 수 있도록 소식지의 구성 내용과 방향에 아낌없는 조언과 관심을 기울여 주시기 바랍니다. 감사합니다.

언택트 시대의  
의공학연구소

제8회 2020 서울아산병원 의공학연구소 심포지엄

# 시대적 변곡점에서의 의공학

Biomedical engineering at the tipping point of an era

## Virtual Symposium

2020.11.19(목), 09:00~17:50  
사전등록 : [www.medi-webinar2.com](http://www.medi-webinar2.com)

주요 주제: Video-rate IntraVital Confocal/Two-photon Microscopy, Bio-electronics with Thermal SiO<sub>2</sub> Encapsulation, Transient electronics for biomedical implant, OCT angiography (OCTA), Introduction of adaptive optics, IntraVital Microscopy (IVM): In Vivo Live Cell Imaging Platform, Unconventional Bio-integrated Electronics towards Human Machine Interface (HMI) Applications.

# 시론 : 코로나19 시대에 의공학과 함께하는 뉴노멀

김남국  
의공학연구소

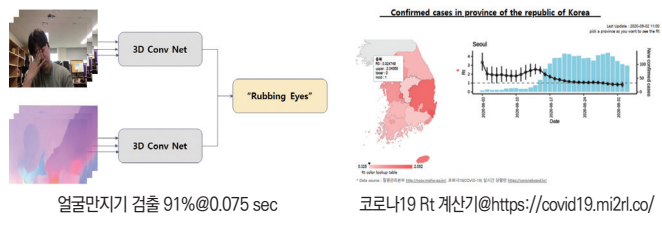
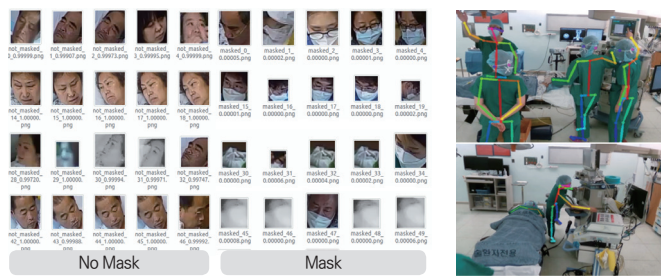
우리나라뿐 아니라 전 세계가 13세기로 돌아가서, 물리적 거리 두기와 마스크, 손 씻기 등으로 코로나19에 대응을 하고 있다. 아직은 효과적인 치료제나 백신이 나오지 않은 상황이라 한동안 이런 상태가 계속될 것이라 예상된다. 유럽이나 뉴욕 등에서 의료 시스템의 한계를 넘어서는 환자 발생과 세계적인 물류와 서플라이 체인의 붕괴로 인하여 병원이 제대로 작동을 못 하는 것을 목격하고 있다. 우리병원뿐 아니라 상급종합병원들은 코로나19 취약 환자들이 많이 있어서, 이런 감염질환을 막아야 하고, 따라서 원내 감염자 검사, 감염자 모니터링, 재난 상황에서 원활한 물류 확보 등 다양한 문제를 해결해야 한다. 또한, 인간의 활동 범위의 확장으로 최근 3~5년마다 하나씩 신종 감염질환이 나타나고 있는 것도 큰 문제이다. 따라서 “이런 재난 상황에서 의공학이 무엇을 할 수 있는지”, 또한 “무엇을 해야 하는지”에 대한 문제의 식으로 감염내과와 매주 미팅을 하면서 이런 전염성 질환에 지속 가능하게 대응할 수 있는 기술을 확보하기 위해서 연구를 시작했다.

원내에 전염환자가 발생하면 CCTV를 일일이 찾아서 확진자의 동선을 파악하고 밀접접촉자를 분류하게 된다. 이때 마스크를 쓰고 있는지가 매우 중요한 정보이다. 따라서, 마스크 착용 여부를 딥러닝을 이용하여 검출하는 인공지능을 개발하였다. 얼굴검출기는 이미 잘 알려진 RetinaFace를 이용하였고, 마스크 레이블은 얼굴 영상과 마스크 영상을 합성하여 다양하게 만들어서 학습시켰고, 이 모델을 우리병원 감염병동 및 CCTV에 적용해 보았더니 정확도가 99.3% 정도여서 실제로 적용해 보는 것을 논의하고 있다. 그뿐만 아니라 병원에서는 의료진으로 인한 감염이 이슈가 된다. 수술장에서 환자나 기

구를 만질 때 손 씻는 프로토콜을 얼마나 잘 지키는지를 CCTV 등으로 학습해서 손 씻기, 장비 만지기, 기타 행동으로 구분해서 약 80% 정도의 정확도를 확보했다. 또한, 전염질환은 손을 통해 무의식적으로 얼굴을 만져서 전염된다. 따라서 웹캠으로 자기가 얼마나 얼굴을 만지는지 검출하는 인공지능을 GPU 버전과 CPU 버전으로 만들어서 누구나 쓸 수 있게 배포하고 있다. 이를 통해 얼마나 자신이 얼굴을 만지는지를 스스로 확인해 볼 수 있다. 또한 3D 프린팅을 이용하여 Ventilator에 들어가는 소모품, 얼굴 맞춤형 마스크, 팔로 여는 문고리, 마스크 고리, 페이스 쉴드 등 향후 서플라이 체인이 붕괴하였을 때를 대비해서 개발하여, 서울아산병원 임상 의료진을 대상으로 무료 나눔을 하였다. 그뿐만 아니라 손 세정제를 자동으로 분사하기 위한 자동화 로봇도 만들었다.

거시적 역학관점에서 전 세계 코로나19 흐름을 보기 위해서 재생지수 (Rt), 누적확진자, 신규확진자, 증가율 등을 지역별, 나라별로 보여주는 홈페이지(<https://covid19.mi2rl.co/>)를 만들어서 운영하고 있고, 다양한 나라에서 이 홈페이지를 사용하고 있다.

앞으로 계속 생길 수밖에 없는 전염질환에 대비하기 위해서 뉴노멀을 찾아야 한다. 상당 부분은 마스크나 물리적 거리 두기, 치료제 및 백신 개발 등으로 해결할 수 있겠지만, 반대로 많은 시간, 에너지, 경제적 문제, 소외를 통한 우울감, 전염질환 때문에 생기는 초과 사망률 등 다양한 문제를 야기할 것이다. 이를 대비하기 위해서 의공학적 기술을 바탕으로 재난 상황에 대비하는 능력을 키워 보는 것도 뉴노멀 중의 하나가 될 것이다.



〈서울아산병원 의공학연구소에서 개발한 코로나19 연구사례〉

## 서울아산병원, 보건복지부 주관 국산의료기기 교육·훈련 지원 센터 선정

### 5년간 24억 5천만 원 지원. 국산의료기기 사용경험 확대 및 제품평가 위한 인프라 구축 추진

서울아산병원은 보건복지부가 주관하는 ‘국산의료기기 교육·훈련 지원 센터’ 인프라 구축 사업에 선정되어 2020년 10월부터 2024년 12월까지 4년 3개월간 진행되며 지원받는 연구비 총액은 약 24억 5천만 원이다. ‘국산의료기기 교육·훈련 지원 센터’ 인프라 구축 사업은 국산의료기기 교육·훈련 프로그램 개발 및 운영과 이를 통한 의료진의 사용 숙련도 향상, 제품 성능개선 및 병원의 구매연계 지원을 목표로 추진되었다. 대상 제품은 코로나19/고위험군/다빈도 범용 의료기기/혁신의료기기(로봇수술기, 재활의료로봇) 품목군과 의뢰되는 기업의 의료기기 제품을 선정하여, 교육·훈련과 제품평가(사용적합성 평가, 사용자 비교평가, 비임상 및 임상 평가)를 통한 성능개선 등을 수행할 계획이다.

국내 의료기기 산업의 규모는 해마다 약 10%씩 증가하는 고부가 산업임에도 불구하고 수입 점유율이 높아 아직까지 무역수지에서 적자를 보이고 있다. 특히, 상급종합병원들의 경우 외산 제품 사용 비율이 평균적으로 90%를 상회할 만큼 압도적인 외산 제품 사용률을 보이고 있는데, 외산 제품을 선호하는 이유는 성능, 정확성 및 신뢰성, 내구성 등이 큰 비중을 차지하지만 ‘익숙한 제품’을 선호하는 경향도 크다. 따라서 전공의 시절 트레이닝부터 국산의료기기를 사용해볼 수 있는 기회와 교육을 제공하는 것도 중요하다 할 것이다. 아울러 사용자들의 제품평가와 성능개선을 통해 국산의료기기도 동일 혹은 그 이상의 고성능 제품으로서 신뢰도를 갖춘다면, 가격과 A/S 등의 측면에서 경쟁력 있는 국산 제품을 사용하는데 마다할 이유가 없을 것이다. 연구책임자인 김지완 부교수(울산의대 서울아산병원 정형외과)는 “국산의료기기 교육·훈련 지원센터는 단순히 국산의료기기 사용 경험 확대만이 아닌, 제품 평가를 통해 보다 안전하고 유효한 의료기기 개발에 기여할 수 있고, 국산의료기기 신뢰도와 만족도 향상, 나아가 사용자들의 수요 증대로 병원에서의 제품 구매로까지 이어진다면 기존 수입품의 국산품 대체로 인한 비용 절감 등의 파급효과가 있을 것으로 기대한다”라고 말했다.

이로써 의공학연구소는 산하의 ‘연구개발단’과 ‘연구포럼’, 그리고 ‘전문센터’ 등과 함께 자리하여 아이디어 발굴 및 연구개발부터 비임상/임상시험 등에 이르기까지, 축적된 의공학 연구를 기반으로 의료기기 개발 전주기적 역할을 발휘할 수 있을 것으로 기대된다.



〈국산의료기기 교육 훈련 및 제품평가〉

## 서울아산병원, 보건복지부 연구중심병원 육성R&D사업 주관기관 선정

### 2028년까지 440억 원 지원. ‘사람중심 초연결 혁신융합 기술 기반의 고위험환자 안전 확보를 위한 미래 의료환경 구축’ 사업 추진

서울아산병원은 보건복지부가 주도하는 ‘2020 연구중심병원 육성 연구개발(R&D) 사업 과제’ 주관기관으로 선정되어 2020년 10월부터 2028년 12월까지 8년간 추진해 온 혁신 정밀의료 연구에 더욱 박차를 가하게 되었다. 연구중심병원 R&D 사업은 병원의 연구 인프라를 통합·개방하고 수익창출이 가능한 비즈니스 모델을 만들고자 보건복지부가 진행하는 주요 연구 프로젝트다.

우리 병원은 부산대병원과 컨소시엄을 이뤄 ‘사람중심 초연결 혁신융합기술 기반의 고위험환자 안전 확보를 위한 미래 의료환경 구축’ 과제를 수행한다. 2028년까지 440억 원을 지원받아 ▲ 고위험 환자 최적진료를 위한 차세대 융합 케어기술 개발 및 사업화 ▲ 의료 빅데이터, 사물인터넷, 인공지능 플랫폼 구축을 통한 혁신형 의료기술 개발 ▲ 초연결 환자케어 스마트 병원 시스템 실증을 통한 혁신형 의료사업화 모델 개발 ▲ 사람중심 초연결 혁신융합기술 확산을 위한 개방형 네트워크 및 기술 사업화 통합관리체계 활성화라는 5개의 세부 과제가 진행될 예정이다.

이번 사업은 우리 병원이 지난 2016년부터 4년간 임상외과학자 연구역량 강화사업을 통해 육성한 젊은 의학자들이 주요 연구진으로 참여한다. 주관연구책임자인 김성훈 마취통증의학과 교수는 “서울아산병원의 최대 강점인 우수한 임상역량에 그동안 축적한 의료 빅데이터, 인공지능, 사물인터넷 기술을 적용하여, 병원 내 고위험 환자의 안전을 강화할 수 있는 미래형 의료 서비스와 국산 의료기기를 개발하겠다”라고 말했다.

과제	주제	4차 산업혁명 기술 구현			
2018년 육성과제 (2018.7~ 2027.12)	소통	Neu-Bot 뇌질환 파킨슨병, 치매 통증, 시야 치료기기	Care-Bot 암 환자 영상 & 설영 Care-Bot	Psy-Bot 정신질환 우울·자살·조현병, 치매 Voice-Bot	플랫폼 서비스 융합기술 SMART Neuro & PREDICT 통합 데이터
		2020년 육성과제 (2020.7~ 2028.12)	안전	호흡기 감염 신속 진단 I-FECT Diagnosis 응급실, 외래 • 호흡기 감염 조기 진단 시스템 • 폐렴 분자 진단 키트 • 감염 신속 진단 / 현장 검사법	수술 및 중환자 모니터링 ResQ System 수술실, 중환자실 • 다차원 중환자 감시 시스템 • 생체신호 기반 위험도 예측 모델 • 언택트 환자 모니터링

〈연구중심병원 육성 R&D사업 ‘사람중심 융합기술’ 진행 개요〉

## 병원체 농축 및 핵산 추출을 위한 조성물 및 이의 제조 방법

핵산은 질병 상태를 확인하기 위한 중요한 분석 수단이며, DNA 또는 RNA 생체 표지자 (biomarker) (예를 들어, 단일염기다형성 (single nucleotide polymorphism: SNP), 돌연변이, miRNA 또는 DNA 메틸화 (DNA methylation)) 등은 연구자가 다양한 질병의 원인을 찾도록 돕고 질병의 초기 단계 동안 질병의 상태를 진단하고 관찰하는 것은 물론 예후와 감시에 대한 큰 기회를 제공하는데 중요한 실마리를 제공한다.

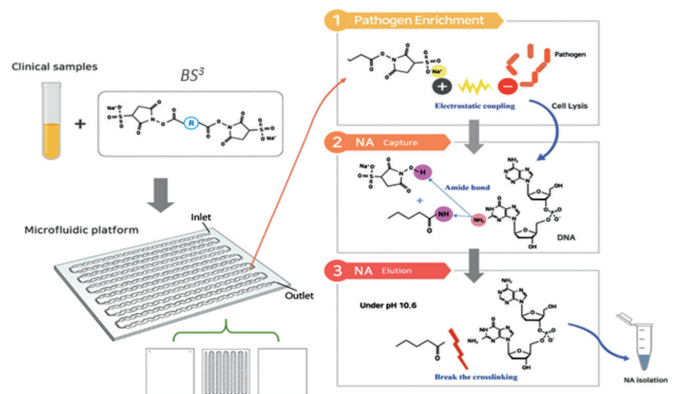
DNA 또는 RNA와 같은 핵산은 단백질과 같은 다른 성분에 비해 매우 낮은 생리적 농도로 존재하기 때문에 (예를 들어, 전혈 마이크로리터 당 수십 나노그램의 DNA vs 수십 마이크로그램의 단백질), 임상 시료로부터 DNA 또는 RNA를 효과적으로 추출하고 예비 농축하는 것은 진단을 위한 핵산 증폭 및 검출과 같은 이후의 공정에 매우 중요하다. 기존의 감염성 질환의 미생물 검출을 위한 방법들은 환자 시료에서 전체 용액을 다 이용하지 못하고, 그중 일부분만을 이용해서 핵산을 추출하고 이를 이용한 검출을 진행해 왔다.

다만, 많은 양으로 존재하는 감염성 미생물의 경우에는 큰 문제가 없지만, 적은 양으로 존재하는 감염성 미생물의 경우, 정확한 검출이 되지 못해서 추가적 감염병에 대한 조절에 문제가 생기기 때문에, 환자 시료에서 최대한 모든 미생물을 활용한 진단을 위한 농축 방법에 대한 연구가 필요하다. 또한, 최근 들어 생명공학을 비롯한 진단의학, 약물의학, 대사의학 등 다양한 분야에서 고순도로 정제된 핵산의 사용량이 늘어남에 따라 다양한 생물 시료로부터 더 신속하고 순수하게 핵산을 분리하고자 하는 노력이 계속되고 있다.

그러나 현재까지 핵산의 분리 방법에 있어 가장 크게 발전한 부분은 유전체 DNA, 플라스미드 DNA, 메신저 RNA, 단백질, 세포 잔해 입자 등 세포 용해 용액 내에 포함된 여러 종류의 물질들로부터 특이적으로 핵산만을 흡착시키는 담체에 관한 기술 등 거의 모든 연구의 초점은 핵산을 흡착시키는 물질에 관한 연구와 개발에 집중되어 있는 한계가 있었다. 이에, 더 신속하고 순수하게 핵산을 분리하기 위하여 무엇보다 세포 잔해 입자와 단백질 변성 응집물, 기타 다양한 세포

분해 물질들로부터 신속하게 원하는 핵산만을 분리할 수 있는 기술의 개발이 절실한 실정이다.

따라서, 본 발명의 목적은 환자 시료에 함유되어 있는 적은 양의 병원체를 농축하고, 농축된 병원체로부터 핵산을 추출하는 방법을 하나의 플랫폼에서 동시에 가능한 기술을 개발하였으며, 본 발명의 병원체 농축 및 핵산 추출 방법은 종래 방법에 비해 보다 간편하면서도 저비용으로 동시에 병원체 농축 및 핵산 추출이 가능하다. 또한, 추가적인 대형 장비를 사용하지 않고도 현장 즉시형 진단이 가능함을 밝혀내며 본 발명을 완성하였다.



〈병원체 농축 및 핵산 추출을 위한 플랫폼 모식도 및 원리〉

본 병원체 농축 및 핵산 추출 방법은, 현재 코로나19와 같은 바이러스성 감염 질환을 진단하기 위한 시료 전처리 방법으로 사용이 가능하며, 이와 더불어서 결핵 등과 같은 박테리아 매개 감염 질환의 시료 전처리 방법으로도 사용이 가능하다. 본 기술은 7개의 국내 등록 특허와, 1개의 일본 등록 특허, 10여 개의 해외 출원 특허로 구성되어 있으며, (주) 인퓨전텍에 2020년 6월 기술이전 (양도) 되었다.

이후 지속적인 연구를 위해서, 융합의학과 신용 교수는 위의 기술을 이용한 분자진단 기술 개발 및 상용화를 위해서 (주) 인퓨전텍과 최근 2건의 범부처과제를 수주하여 공동 연구를 수행하고 있다.

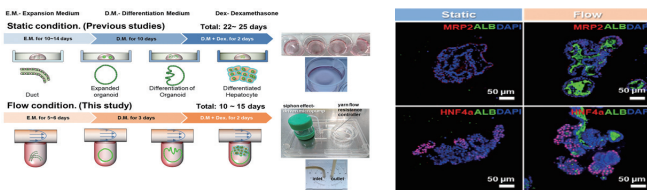


※ 신용 교수는 2015년부터 우리 병원 융합의학과 및 의공학연구소에 재직 중이다. 현재 융합의학과 부교수로 체외 진단을 위한 원천 기술 (분자진단) 및 시스템 개발에 매진하고 있다. 다양한 바이오 나노 소자, 미세유체 플랫폼 및 광학 시스템 등을 이용하여 각종 질환 (감염성 및 암 질환 등)에 대한 체외 진단 연구를 진행 중이며, 다수의 국책 과제를 수행 중이다.

## 체내와 유사한 배양환경 구현을 통한 간 오가노이드의 성체 간조직과 유사한 정도의 기능 향상

서울아산병원 융합의학과 (의공학연구소) 정기석 교수 연구팀 (제1저자: 정다정 박사후연구원)은 간 오가노이드의 배양에서 정밀한 미세환경의 제어가 간세포의 분화와 성숙에 매우 중요한 역할을 할 수 있음을 보여주었다. 대사환경의 지속적인 제어를 통해서 성체 간 전구세포의 분화능을 유지할 수 있으며 또한 이러한 환경에서 배양된 간세포의 표현형 및 기능을 향상시킬 수 있음을 보여주었다.

연구진은 쥐의 간에서 분리한 성체 간 전구세포 (Lgr 5+ 세포)를 이용하여 기존에 사용하던 정적배양 (static culture)이 아닌 미세한 배양액 유동을 간 전구세포 주위에 흘려주어 체내 환경과 유사하게 확산작용에 의해서 산소와 영양분을 공급하고 또한 배양과정에서 생산된 대사산물 및 cytokine을 적극적으로 제거하는 동적배양 (dynamic culture)을 이용하였다. 이러한 동적배양을 위해서 미세 유체칩과 무전원 배양액 펌프시스템이 결합된 미세생리시스템에서 성장부터 분화의 전과정을 진행하였다. 미세 유체칩의 채널로 공급되는 배양액은 혈액의 유동과 유사하게 영양분, 산소 그리고, 성장인자를 체내와 유사하게 공급하고 또한 배양되는 간 오가노이드에서 생산되는 대사물질 및 cytokine을 효율적으로 배출하여 줄기세포의 분화능을 유지할 수 있음을 보여줌과 동시에 분화된 간세포의 알부민 분비를 간 조직 대비 최대 50%까지 향상시킬 수 있음을 보여주었다. 이는 기존 성체 간 전구세포를 이용한 간 오가노이드 연구에서 1~5%에 불과한 알부민 분비량을 간조직과 유사한 수준으로 증가시켰다는 것에 가장 큰 의미를 둘 수 있다. 후속 연구를 통해 더욱 발전시킬 수 있을 것으로 연구진은 예상하고 있다.



이번 연구 결과는 한국연구재단, 산업자원부 과제의 지원으로 진행되었으며, 국제 학술지인 바이오패브리케이션 (Biofabrication; IF: 8.213) 9월 30일 온라인에 게재되었다.



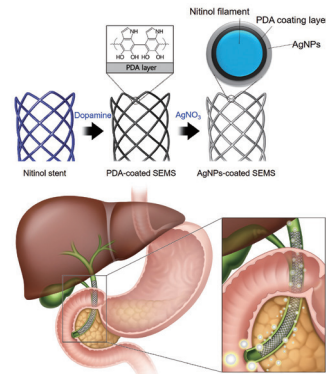
※ 정기석 교수는 2015년부터 우리 병원 의공학연구소에 재직 중이다. 현재 융합의학과 연구부교수로 미세유체 시스템을 이용한 암 및 장기 오가노이드 배양에 대한 원천 기술 및 시스템 개발에 매진하고 있다. 다양한 오가노이드 배양에 대한 연구와 함께, 다수의 국책 과제를 수행 중이다.

## 항균, 항박테리아 및 항염증 활성을 갖는 담도 스텐트 개발

서울아산병원 의공학연구소 박정훈 박사 연구팀은 스텐트 표면 개질층을 이용하여 항균 입자를 균일하게 코팅한 스텐트를 개발하여 항균 및 항염증 효과가 있는 담도 스텐트를 개발하였다.

담도 협착증 치료를 위해 플라스틱 혹은 금속 스텐트 삽입술이 좋은 치료 결과를 보여주고 있다. 그러나 스텐트 삽입 후 육아조직 과증식으로 인한 스텐트 재협착이 발생하거나 스텐트 주변에 박테리아 증식으로 인한 생물막(biofilm)이 형성되고 그로 인해 담관 내 침전물(sludge)이 형성되는 문제점이 있었다. 심한 경우 담석이 형성되어 스텐트로 인한 2차 합병증이 발생할 수 있다.

본 기술은 자가 팽창형 금속 스텐트의 원재료로 사용되고 있는 니티놀(Nitinol)로 제작된 스텐트의 표면 개질을 통해 항균 및 항염증 활성을 갖는 은 나노입자를 균일하게 코팅하여 담관 내 침전물(sludge) 생성 및 염증에 기인한 조직 과증식으로 인한 재협착을 방지할 수 있음을 검증하였다. 혼합 접착 단백질에서 착안한 폴리도파민 표면 개질 기술을 이용하여 은 나노입자를 쉽고 간편하게 코팅할 수 있는 기술을 개발하였다. 항균 및 항염증 활성을 갖는 담도 스텐트의 효과 규명을 위해 토끼 담도에 스텐트를 삽입할 수 있는 동물모델을 개발하였으며, 스텐트 삽입 4주 후 대조군과 비교하여 실험군에서 조직 과증식으로 인한 재협착 정도와 담관 내 침전물이 유의하게 감소함을 규명하였다. 본 기술은 자가 팽창형 금속 스텐트를 주로 사용하는 비혈관 협착질환 및 다양한 생체 이식용 중재의료기기에 적용이 가능한 플랫폼 기술이 될 것으로 전망된다.



이번 연구 결과는 한국연구재단 연구과제의 지원으로 진행되었으며, 국제 학술지인 파마슈틱스(Pharmaceutics)에 6월 17일에 게재되었다.

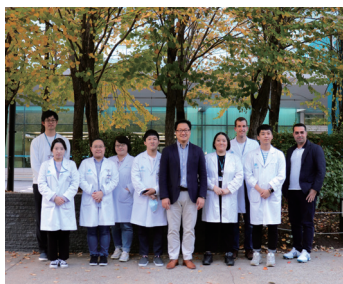


※ 박정훈 박사는 2020년부터 의공학연구소에 재직 중이며, 스텐트를 포함한 다양한 중재의료기기에 대한 원천 기술 및 응용 기술 개발에 매진하고 있다. 다양한 스텐트 기반 연구와 함께 범부처전주기의료기기연구개발사업 등 다수의 국책 과제를 수행 중이다.

# 의생명 광학 연구실, 김준기

## 연구실 소개 및 연구분야

BIO (Biomedical Imaging & Optics) Lab은 비침습적인 방법으로 생체 내 현상을 관찰하기 위해서 다양한 바이오 광학 이미징 시스템 (Bio-optical Imaging Systems) 과 미세 내시경 시스템을 포



함하는 의료 기기 개발을 주도하고 있으며 이를 통해 질환 진단 및 치료에 응용하고자 다양한 연구를 진행하고 있다. 현재 연구팀은 김준기 교수를 포함하여 총 10명의 연구자로 구성되어 있으며 물리학, 생명공학, 광학, 의공학 등 다양한 전공의 연구자들이 협력하여 연구하고 있다. BIO Lab에서 개발하여 보유하고 있는 바이오 광학 시스템은 1. 상용현미경과 탈부착 가능한 소동물용 미세 내시경 시스템, 2. 공초점 / 다광자 레이저 스캐닝 형광 영상 시스템, 3. SRRF (Super-Resolution Radial Fluctuations) 시스템, 4. 명시야/형광 결합 다목적 영상 시스템, 5. 라만 분광 시스템 등이 있다.

## 최근 관심분야 및 주요 연구과제

### 1. 의료기기 개발 분야

- 로봇 수술용 첨단 내시경 : 고해상도 굴곡형 미세 내시경 프로브를 이용해 단일 포트 수술 내시경 로봇에 삽입 가능한 채널 삽입형 고해상도 미세 내시경 시스템을 기업과 연계하여 개발 중에 있다.
- 이미지 가이드 수술 장치 : 생체 조직 내의 혈류 정보를 얻을 수 있는 LSCI (Laser speckle contrast imaging) 와 다중 스펙트럼 정보를 획득 할 수 있는 Hyperspectral imaging 장치를 이용하여 임상에게 수술 부위의 다양한 생체 정보를 실시간으로 가이드 해줄 수 있는 수술용 영상 가이드 장비를 개발 중이다.
- 현장 진단 의료 애플리케이션 : 일반적으로 무겁고 고가인 진단용 장비의 크기를 줄여 휴대성을 갖추고 제작 비용을 현저히 낮춰, 개발도상국이나 의료사각지대에 놓인 지역에서 간편하게 진료 할 수 있도록 현장 진단 기술을 제공하는 연구를 수행하고 있다.

### 2. 질환의 진단 및 치료 분야

- 줄기세포 치료 : 세포 단위 해상도를 가지는 미세 내시경 프로브와 형광이 태깅된 줄기세포를 이용하여 생체 조직에서 줄기세포의 확산과 재생 효과의 메커니즘을 비침습적인 방법으로 영상화하고 있으며 그 치료 기전을 밝히는 공동연구를 수행 중에 있다.
- 라만 분광을 이용한 진단 : 분광학의 최소 침습적 특성을 이용하여 비 파괴적인 방법으로 질병이 보유한 바이오 마커를 라만 분광법으로 특정화하는 진단 연구를 수행하고 있다. 특정된 바이오 마커를 이용하여 정상군과 질환군을 임상 현장에서 바로 구분할 수 있

도록 신속하고 정확한 진단 정보를 제공하는 것을 목표로 IRB 연구를 진행하고 있다.

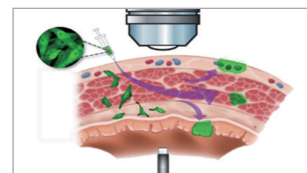
- 표면 강화 라만분광 (SERS) 칩 제조 : 나노 구조체 칩을 제조하여 라만 분광 신호를 향상시키는데 성공하였으며, 적은 양의 체액으로도 정확한 질병 진단이 가능하게 되었다. 나노 구조체는 나노 사이즈의 바이오 마커 분자를 필터링하도록 맞춤형 할 수 있다.
- 광역학 치료 : 특정 파장의 빛을 이용하여 암세포를 선택적으로 사멸시키는 광역학 치료를 연구한다. 내시경을 통해 암이 있는 국소 부위에만 빛을 쏘여줄 수 있도록 광학시스템을 구축하고 임상적으로 적용될 수 있도록 다양한 광역학 치료 모델을 만들고 있다.

### 3. 광학 프로브 개발 분야

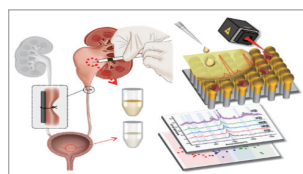
- 광학 프로브 디자인 : BIO Lab에서는 광학 전용 소프트웨어 및 소자를 직접 제작하는 프로세스개발을 통해 이미징 시스템, 렌즈 어셈블리, 광학 프로브 소자 디자인 등의 커스터마이징 광학 시스템을 설계하고 있다. 이들을 결합하여 다양한 장거나 조직의 선명한 영상화가 가능하다.
- 측면 및 전방향 조향 내시경 프로브 : 내시경 프로브는 일반적으로 장치의 표면을 관찰하는 데 사용되지만, 결장 및 식도와 같은 장기 또는 미세 혈관 등의 tubular 형태의 조직은 프로브가 들어가는 방향과 수직인 방향으로 관찰해야 한다. 일반적인 프로브에 마이크로 미러를 결합하여 측면 조향이 가능하게 하고, 콘 미러를 사용하여 전방향 이미징이 가능하도록 하는 전방향 조향 내시경 프로브를 제작하였다.
- 니들 주입 내시경 및 니들 프로브 : 미세 니들이 포함된 내시경 프로브를 사용하면 미량의 의약품 및 치료용 세포를 상피 조직으로 직접 전달할 수 있다. 내시경 프로브를 니들에 통합하여 다른 방법으로는 접근하기 어려운 신체 부위를 모니터링할 수 있는 검사용 니들 프로브를 개발 중에 있다.



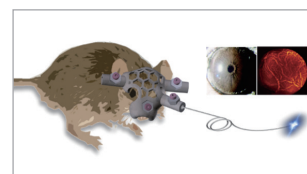
<스마트폰 연동형 굴곡 내시경>



<줄기세포 치료 모니터링>



<라만을 이용한 신장 질환 진단>



<안정된 영상화를 위한 헬멧형 미세 프로브>

영화속의 의공학 극저온의 세계로, 느려진 생체 시계 (1편에 이어 계속)

병원과 연구실 주변에서는 주문만 하면 쉽게 액화 질소나 드라이아이스 등을 어렵지 않게 구할 수 있지만, 사실 기체의 액화에는 많은 시간이 필요했다. 우리가 사는 지구상에는 다양한 종류의 기체가 존재하며, 이러한 기체는 그 성질에 따라서 액화되는 온도가 다르다. 예로, 1기압 즉, 우리가 사는 평소의 기압조건에서 기체상태의 세포를 동결보존 하는데 사용하는 질소를 액체상태로 만들기 위해서는 온도를 섭씨 -197°C 까지 내려야 한다. 그런데 어떻게 이 정도의 낮은 온도까지 내릴 수 있는가? 이러한 질문에 도전한 거의 최초의 사람은 영국의 위대한 과학자 마이클 패러데이이다. 일반적으로 기체를 액화시키는 방법에는 두 가지가 있다. 하나는 온도를 액화온도까지 내리는 것이다. 하지만, 그 당시에 한 번도 도달해 본 적 없는 온도로 갑자기 내려서 기체를 액화시키는 것은 불가능했으므로, 다른 방법을 사용할 수밖에 없는데, 간단하게 설명하면 기체에서 액체로 될 때까지 압력을 높이고 다시 팽창시켜서 얻는 잠열 (에어컨과 냉장고도 같은 원리로 작동)을 이용하여 기체를 액화시킨 것이다. 하지만, 이러한 압축과 팽창을 거쳐 도달할 수 있는 -130°C까지이다. 이 이하의 온도는 아무리 압력을 높여도 더는 기체가 액화되지 않는 것을 발견하고, 패러데이는 나머지 기체에 대해서 영구기체라고 명명하고는 이 분야에서는 손을 떼고 만다. 약 50년 넘는 시간 동안 넘지 못한 -130°C 이하 온도로의 접근이 압력만 가지고는 안돼...라고 알려준 사람이 등장하니, 누구? 그 유명한 네덜란드의 과학자 '반 데르 발스'다. 이를 넘어서 실험적으로 접근한 사람은 다시 한참을 지나서 영국에서 태어난 우리들이 자주 사용하는 진공 텀블러를 처음 발명한 '제임스 듀어'다. 이렇게 19세기 후반이 되어서야 세포를 동결보존 할 수 있는 온도 -197°C에 도착했으며, 드디어 매우 천천히 늙는 수면이 가능한 온도에 도달한다. 하지만, 절대영도, 섭씨 -273°C까지 도달하기까지는 한 세기가 더 필요했으며, 그 실마리는 1925년 인도의 물리학자 '사티엔드라 나트 보스'와 정말 근대 물리학에 안 끼는 데 없는 '아인슈타인'의 보스-아인슈타인 응축에서 예측되었다. 이 예측은 70년이 더 지난 1995년 미국 콜로라도에서 절대 영도에 거의 도달하게 된다. 결국 이러한 시간과 노력으로 OK, -273°C, 또는 엔트로피가 제로에 수렴하는 온도에 도달했으며, 시간의 물리적 표현인 엔트로피의 증가가 제로에 도달하여 마침내 진정한 시간이 멈춘 공간적 이동이 가능한 준비가 완료된 것이다. (글:정기석 교수)



의공학연구소 주요행사

교육/세미나명	10월	11월	12월	1월	2월
연구자세미나 온라인, 12:00	10/6(화) 권지훈(의공학연구소)	11/24(화) 김준기(의공학연구소)		1/26(화) 미정	2/23(화) 미정
정례세미나 온라인, 17:00	10/6(화) 주재걸(KAIST) 10/13(화) 황용성(순천향대) 10/20(화) 유흥기(KAIST) 10/27(화) 신수련(Harvard Medical School)	11/3(화) 심명훈(서울아산병원) 11/10(화) 우현수(KIMM) 11/24(화) 박성수(성균관대)	12/1(화) 미정 12/8(화) 윤규식(가천대) 12/15(화) 미정		
심포지엄 온라인, 09:00		11/19(목) 의공학연구소 심포지엄			
송년회 온라인, 18:00			12/23 (수) 의공학연구소 송년회		
아산재활로봇포럼 온라인, 17:00	10/21(수) 김우섭 (고려대 구로병원)				
중재의학 연구개발센터 학술행사 온라인, 12:00	10/30(금) 한영록(COOK Korea)				
의료기기 중개임상시험 지원센터 학술행사		11/27(금) 13:00 의료기기 임상시험학회 2020 추계 학술대회 (온라인병행)	의료기기 임상시험교육		

의공학연구소 심포지엄

시대적 변곡점에서의 의공학

- 2020년 11/19(목)
- 09:00~17:30
- www.medi-webinar2.com



의공학연구소 송년회

- 12/23(수) 18:00~
- https://us02web.zoom.us/j/359234522



의공학연구소 소식지 PDF 다운로드



- ① 네이버 앱의 스마트 카메라로 QR코드 인식
- ② 의공학 웹진 링크 접속하여 화면 하단의 다운로드 클릭

의공학 Hot-line

- 의공학연구소와 협력 연구가 필요하신 분은 언제든지 아래의 Hot-line으로 연락 주세요.
- 김준기 교수 (kim@amc.seoul.kr T. 8619)
  - 김태윤 대리 (tykim0702@amc.seoul.kr T. 8646)