

보도일시	즉시 보도
	2025. 3. 4.(화)
문의	연구단장/연구책임자: 의과대학 한주리 조교수(02-740-8586) / 공동 제1저자

## ■ 제목/부제

제목	환자 부착형 mRNA 백신 전달 및 의료정보 기록 마이크로니들 패치 On-patient medical record and mRNA therapeutics using intradermal microneedles
----	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## ■ 요약

연구 필요성	mRNA 백신을 포함한 약물 및 치료는 일정한 간격을 두고 투여해야 하는 일련의 투약이 필요하며, 이를 위해 정확한 의료 기록 관리가 필수적임. 따라서, 의료 기록이 잘 관리되지 않는 지역이나 진료 현장에서는 치료 효과가 감소하거나 질병 예방이 어려워지는 문제가 발생함. 환자 부착형 mRNA 백신전달 및 의료정보 기록이 가능한 기술 개발로 효과적인 질병 치료 및 감염병 예방을 하고자 함.
연구성과/기대효과	상온에서 수개월 간 안정성을 띠는 고체형 mRNA 백신 마이크로니들 패치에 의료정보를 패턴의 형태로 저장한 후 함께 투약하여, 1,370억 가지가 넘는 의료정보 패턴을 mRNA 백신과 함께 전달 가능함. 이 기술은 의료 기록 관리가 어려운 지역 환경에서 유용하여 글로벌 의료 형평성을 증진하고, 팬데믹과 같은 응급 현장에서 의료진이 보다 정확한 치료 결정을 내릴 수 있도록 지원함.
Abstract	Professor Jooli Han from the Department of Biomedical Engineering at SNU College of Medicine has developed a reliable on-patient medical record and mRNA vaccine delivery system using deep learning and intradermal microneedles.
Journal Link	<a href="https://www.nature.com/articles/s41563-024-02115-4">https://www.nature.com/articles/s41563-024-02115-4</a>

## ■ 본문

□ 고분자 기반 생체재료를 활용한 mRNA 백신 마이크로니들 패치

mRNA 백신 마이크로니들에 퀀텀닷(quantum dot)을 암호화된 패턴의 형태로 추가하여 백신

접종 시 관련 의료 정보를 환자 피부에 직접 기록 및 출력하는 ‘on-patient medical record (OPMR)’ 시스템을 개발함. 정확한 의료 정보를 전달하고 보존하기 위해 근적외선 발광 소재인 퀀텀닷을 poly(methyl methacrylate) (PMMA) 및 poly(lactic-co-glycolic acid) (PLGA) 와 같은 고분자로 캡슐화하여 생체 적합성과 입자 크기를 향상시키고, 마이크로니들의 높이, 각도, 간격 등의 디자인 요소를 최적화함. 결과적으로, 퀀텀닷으로 이뤄진 정보를 균일한 침투 깊이와 밝기로 진피층에 전달함.

#### □ 오류정정코드와 딥러닝을 활용한 의료정보기록 시스템

시간이 경과함에 따라 인체 내 퀀텀닷 발광 효율 감소 및 다른 외부적 요인으로 인한 정보 출력 오류를 방지하기 위해 오류 정정 코드(error correcting code)와 딥러닝(deep learning) 기술을 접목하여 정확한 정보 입력 및 출력 시스템을 구현함. 65만 개의 합성 패턴 이미지를 훈련 세트에 사용하여 이미지 정정 및 인식 네트워크 모델을 훈련시키고, 이를 통해 21개의 마이크로니들 패치를 3마리의 돼지에 *in vivo* 투여했을 시 3개월 동안 100%의 성공률로 패턴을 인식하고 출력하는 것을 확인함. 마지막으로, 퀀텀닷과 SARS-CoV-2 mRNA 백신을 마이크로니들 패치에 co-loading 하여 쥐에 동시 투여했을 시 근육주사로 접종되는 기존 COVID-19 백신과 동일한 효과를 나타내는 것을 확인함.

#### □ 연구결과

- Nature Materials (IF: 37.2)에 2025년 2월 24일에 공동 제1저자로 게재됨.
- 2023년 노벨 화학상 수상자 Mounqi Bawendi 교수, 모더나(Moderna) 창업자 Robert Langer 교수와 공저자

nature materials



Article

<https://doi.org/10.1038/s41563-024-02115-4>

# On-patient medical record and mRNA therapeutics using intradermal microneedles

Received: 14 August 2023

Accepted: 20 December 2024

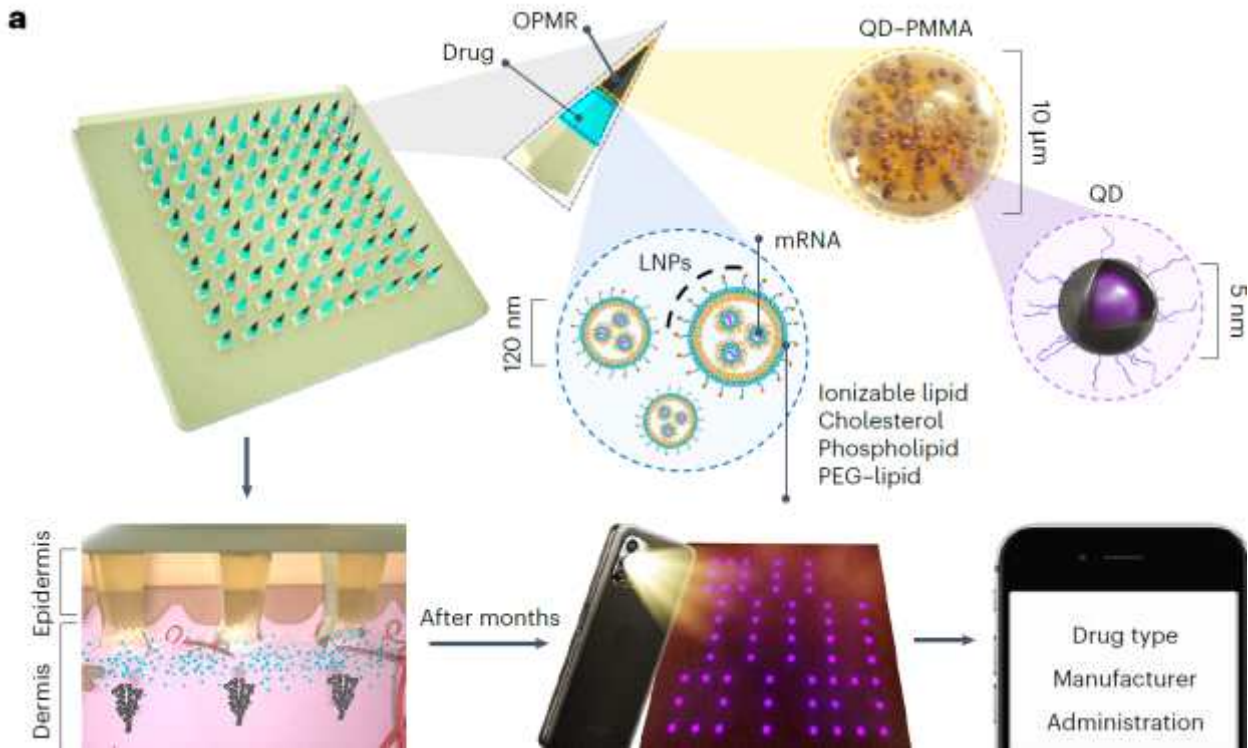
Published online: 24 February 2025

Check for updates

Jooli Han<sup>1,2,11</sup>, Maria Kanelli<sup>1,11</sup>, Yang Liu<sup>3</sup>, John L. Daristotle<sup>1</sup>, Apurva Pardeshi<sup>1</sup>, Timothy A. Forster<sup>1</sup>, Ari Karchin<sup>4</sup>, Brandon Folk<sup>4</sup>, Lukas Murmann<sup>2</sup>, Lisa H. Tostanoski<sup>5</sup>, Sebastian E. Carrasco<sup>6</sup>, Shahad K. Alsaifari<sup>1</sup>, Erika Yan Wang<sup>1</sup>, Khanh Tran<sup>1</sup>, Linxixuan Zhang<sup>7</sup>, Behnaz Eshaghi<sup>1</sup>, Lauren Levy<sup>8</sup>, Sydney Pyon<sup>1</sup>, Charles Sloane<sup>1</sup>, Stacey Qiaohui Lin<sup>1</sup>, Alicia Lau<sup>1</sup>, Collin F. Perkinson<sup>9</sup>, Mounqi G. Bawendi<sup>8</sup>, Dan H. Barouch<sup>5,9,10</sup>, Frédo Durand<sup>2</sup>, Robert Langer<sup>1,7</sup> & Ana Jaklenec<sup>1,12</sup>

<sup>1</sup>Koch Institute for Integrative Cancer Research, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA, USA. <sup>2</sup>Department of Biomedical Engineering, Seoul National University College of Medicine, Seoul, Republic of Korea. <sup>3</sup>Computer Science and Artificial Intelligence Laboratory, Massachusetts

□ 그림설명



마이크로니들에 mRNA 백신과 의료정보를 패턴의 형태로 함께 탑재하여, 상온에서도 안정성을 띄는 mRNA 백신과 1,370억 가지가 넘는 의료정보 패턴을 동시 전달하고, 머신러닝을 활용하여 높은 정확도로 의료정보를 기록하고 출력함과 동시에 효과적으로 SARS-CoV-2 등의 감염병을 예방함.

□ 연구자

- 성 명 : 한주리
- 소 속 : 서울대학교 의과대학 의공학교실 한주리 조교수
- 연락처 : 02-740-8586, 010-4380-1061, [joolih@snu.ac.kr](mailto:joolih@snu.ac.kr)