

스마트 콘택트렌즈를 이용한 비침습적 당뇨병 자가 진단 시스템 개발

- 눈물 속 포도당 농도로 당뇨 진단... 인체에 무해한 나노입자의 발색변화를 카메라를 통해 정량적 분석



▲ 안구 착용 후 스마트 콘택트렌즈의 눈물 속 포도당에 의한 발색변화 모식도.

눈물을 이용한 비침습적 방법으로 혈당을 관리할 수 있는 기술이 국내 연구진에 의해 개발됐다. 기존 침습적인 방법을 대체하여 채혈시 발생할 수 있는 통증에 대한 부담감을 크게 줄일 수 있을 것으로 기대된다.

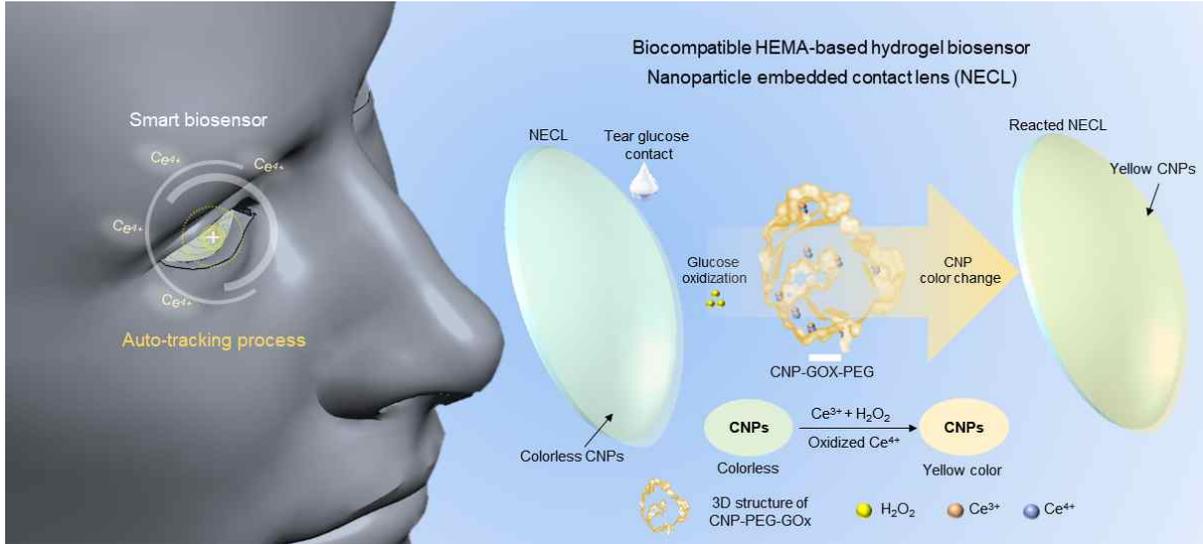
지스트(광주과학기술원) 의생명공학과 정의현 교수팀은 한양대 생명공학과 이동윤 교수(일릭사 파마텍*)팀과 공동연구를 통해 인체에 무해하고 전극이 필요 없는 스마트 콘택트렌즈를 개발하였다.

* **일릭사 파마텍(Elixir Pharmatech Inc.):** 한양대 이동윤 교수가 연구실에서 개발한 면역·염증억제 관련 기술을 상용화하기 위해 실험실 회사 창업

기존 당뇨병의 진단은 손가락 끝을 바늘로 찔러 채취한 혈액의 포도당 농도를 측정하는 침습적 방법이 대표적이다. 혈당 측정을 위해 매번 손가락을 침으로 찌르는 것은 환자들에게 굉장한 심리적 스트레스를 유발하며 침을 통한 감염 등 부작용이 발생할 가능성도 있다.

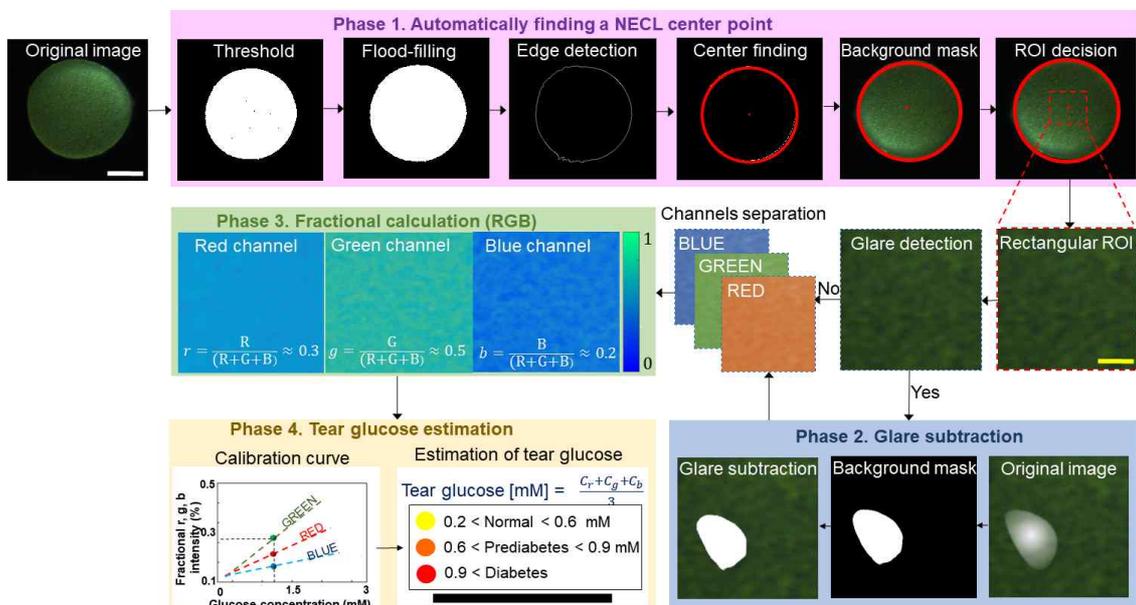
연구팀은 혈액을 대신할 인체의 주요 체액(體液) 중 질병 상태와 상관성이 높은 눈물을 이용하여 눈물 속 포도당 농도를 통해 당뇨 진단 가능성을 확인하고, 스마트 콘택트렌즈 개발을 진행하였다.

당뇨병 환자의 경우, 혈중 포도당 수치가 높아지면 다른 체액에서도 포도당의 수치가 높아지므로 연구팀이 개발한 콘택트렌즈는 눈물 속 포도당 수치에 따라 색이 변하고 이를 스마트폰과 연계해 혈당 수치를 측정할 수 있다.



▲ 스마트 콘택트렌즈의 발색변화를 통한 눈물 속 포도당 농도 측정 시스템의 전체 구성도 및 렌즈의 발색변화 화학적 반응 모식도.

연구팀은 눈물 속 포도당 농도에 따라 렌즈 속 나노입자가 발색이 되고, 색변화의 정도를 정밀하게 촬영할 수 있는 시스템과 안구의 흔들림에 따른 측정 오차를 최소화 할 수 있는 안구 추적 알고리즘을 개발하였다. 안구 추적 알고리즘은 보다 정밀하게 측정하고, 당뇨병의 자가 진단이 가능하도록 고안되었다.



▲ 스마트 콘택트렌즈의 자동추적 및 발색변화를 정량적으로 분석할 수 있는 알고리즘 구성도.

또한 본 연구에서 개발된 스마트 콘택트렌즈는 전극을 필요로 하지 않고, 인체에 무해한 나노입자의 발색변화를 카메라를 통해 정량적으로 분석함으로써 신체에 미치는 부담을 최소화한다.

지스트 정의헌 교수는 "이번 성과는 기존 당뇨진단 방식의 가장 큰 단점인 침습형 측정을 줄일 수 있는 기술이며, 추후 딥러닝기술 및 바이오빅데이터를 활용한다면 일상에서 보다 정밀한 비침습적 방법이 될 수 있다"고 설명했다.

한양대 이동윤 교수는 "추후 임상실험을 통한 안전성 평가를 거친다면, 기존의 진단 방식보다 환자의 부담을 최소화하고 간편하게 당뇨 자가 진단이 가능할 것으로 기대한다"고 밝혔다.

이번 연구는 지스트 정의헌 교수(교신저자)와 한양대학교 이동윤 교수(교신저자)가 주도하고 전희재 박사가 수행하였으며, 한국연구재단 바이오의료기술개발사업 등의 지원을 받았다. 관련 논문은 나노기술 분야 저명 국제 학술지 나노레터스(Nano Letters) 2021년 8월 20일에 온라인으로 게재되었다. 향후 프린트판 속표지논문(Supplementary cover)으로도 게재될 예정이다.

논문의 주요 내용

1. 논문명, 저자정보

- 저널명: Nano Letters (Impact Factor: 11.189, 2020년 기준)

※ 나노분야의 세계적 권위를 가진 국제 학술지

(PHYSICS, APPLIED Rank by Journal Citation Indicator 10/170: 상위 5.88%)

- 논문명: Optical Assessment of Tear Glucose by Smart Biosensor based on Nanoparticle Embedded Contact Lens

- 저자 정보: 전희재(지스트 의생명공학과 박사, 現 퍼듀대학 박사후연구원, 제1저자), 김수연(지스트 의생명공학과 석사졸업, 現 지멘스 헬시니어스 소속), 박시진(한양대 생명공학 박사, 現 Elixir Pharmatech 연구원), 정인경 & 강자현(강동경희대학교병원), 김영노(메사추세츠 종합병원, 하버드 의대), 이동윤(한양대 생명공학과/일릭사파마텍(주), 교신저자), 정의헌(지스트 의생명공학과, 교신저자)