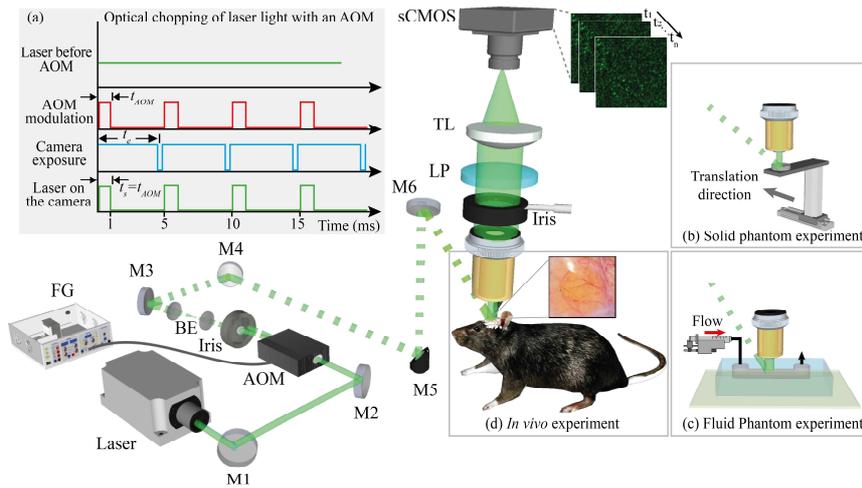


뇌혈류를 정량적으로 측정할 수 있는 광영상 기술 개발

- 레이저 스페클 기반 혈관질환 임상연구의 광학적 도구 개발



[그림 1] 본 연구에서 개발한 정량적 레이저 스페클기반 정량적 뇌혈류 측정시스템의 전체 모식도 및 다양한 실험방법 예시 (개념 증명 실험, *in vitro* 실험, *in vivo* 실험)

뇌혈류의 변화와 속도를 정량적으로 측정할 수 있는 광영상 기술이 국내 연구진에 의해 개발됐다. 뇌졸중 등 혈관질환에 대한 새로운 치료법을 제시할 것으로 기대된다.

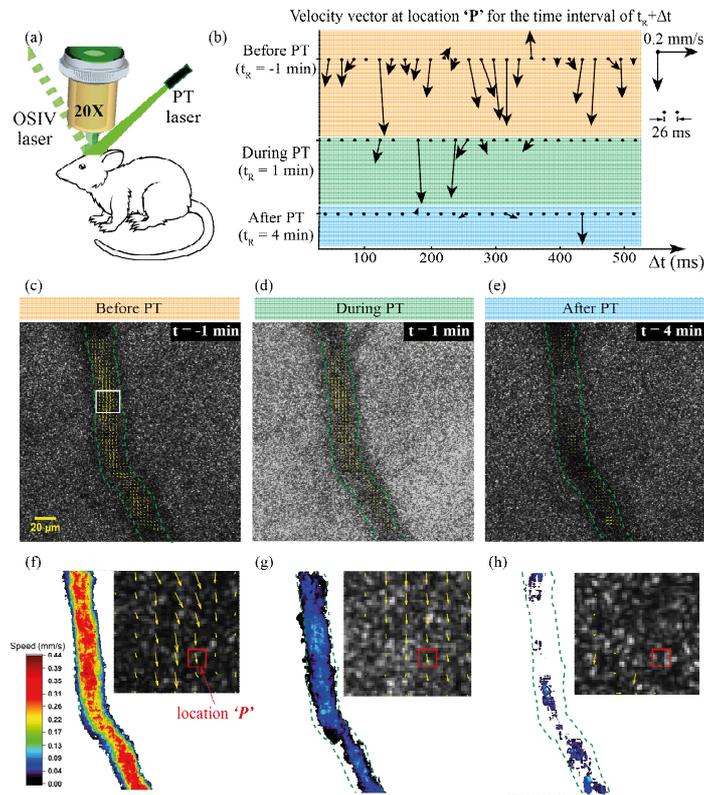
지스트(광주과학기술원) 의생명공학과 정의헌 교수팀은 레이저 광선을 뇌에 조사하여 생기는 간섭무늬인 스페클*을 분석하여 대뇌표면에 뇌경색이 발생했을 때 뇌혈류의 변화와 속도를 정량적으로 측정할 수 있는 시스템 개발에 성공했다.

* 레이저 스페클(laser speckle): 레이저 광선을 생체조직 같은 물체에 조사할 때 입자와 레이저 광의 상호작용에 의해 발생하는 얼룩 반점모양의 간섭무늬로서 생체조직의 경우 혈구세포의 움직임 등의 정보가 연속적인 스페클 영상에 반영되게 됨.

인간의 뇌는 체질량의 2%에 불과하지만 신체의 산소 및 영양소의 20%를 소비하며, 뇌의 신경이 활성화되는 곳에는 혈류를 증가시켜 산소와 포도당을 원활히 공급한다. 따라서 뇌 혈류의 변화와 속도를 측정하는 것은 대뇌 대사 및 뇌혈관 병리를 이해하는데 매우 중요하다.

기존의 연구 방법에서는 혈류가 이동한 전후의 변화를 볼 수는 있어도 혈류의 속도를 측정하는데 한계가 있었다. 본 연구팀은 이러한 근본적인 문제를 수학적 모델링이나 보정없이 스페클 분석만으로 실시간으로 변화하는 혈류의 속도를 정량적으로 측정할 수 있는 방법을 개발하였다.

그 결과, 전임상 허혈성 뇌졸중 모델에서 실시간으로 혈류의 변화를 정량적인 속도 지도(velocity map)로 보여줌으로써 혈관질환에 대한 새로운 치료법의 효능을 객관적으로 비교할 수 있게 되었다.



[그림 2] 광혈전증 마우스 모델에서 개발한 방법으로 정량적인 속도 지도로 광혈전증 전후 및 진행도중의 대뇌 피질의 혈류 지도를 보여주는 그림.

특히, 본 연구는 살아있는 생체조직에서 혈관 속 혈구세포들의 실시간 움직임이 레이저 스펙클에 반영되는 원리를 활용하였다. 즉, 스펙클을 일종의 입자로 보고, 시공간적인 변화를 분석하여 실제 속도장(velocity field)을 정량적으로 구해내는데 성공했다.

이를 위해 극히 짧은 카메라 노출시간이 필요한데 연구진은 광학음향변조기를 이용하여 구현함으로써 동물 질환모델에 응용할 수 있었다.

정의헌 교수는 “이번 연구는 기존 레이저 스펙클 영상의 한계를 극복하여 생체혈류 속도를 정량적으로 분석할 수 있는 방법론을 제시함으로써 향후 동물모델에 기반한 뇌졸중 치료법 개발 및 혈관질환 임상연구에 응용될 수 있을 것으로 기대한다”고 말했다.

이번 연구는 지스트 정의헌 교수(교신저자)가 주도하고 의생명공학과 모신 쿠레쉬(제1저자) 박사과정 학생이 수행하였으며, 한국연구재단 중견연구자지원사업과 지스트 연구원(GRI) 등의 지원을 받아 수행되었다. 관련 논문은 광학분야 저명 학술지인 ‘옵티카(Optica)’에 2021년 8월 13일자 온라인으로 게재되었다.

논문의 주요 내용

1. 논문명, 저자정보

- 저널명: Optica (Impact Factor: 11.104, 2020년 기준)
 - ※ 광학분야의 세계적 권위를 가진 국제 학술지
(OPTICS Rank by Journal Citation Indicator 3/113: 상위 2.65%)
- 논문명: Quantitative blood flow estimation *in vivo* by optical speckle image velocimetry
- 저자 정보: 모신 쿠레쉬(지스트 의생명공학과 박사과정, 제1저자), 얀 리우(인디애나 대학 포스트닥), 맥권쥬이(지스트 의생명공학과 석사과정), 김민성(지스트 의생명공학과 석사과정), 압둘 모하이먼 사피(지스트 의생명공학과 석사 졸업생), 정의헌(지스트 의생명공학과, 교신저자)