FTIR을 이용한 전혈시료의 원적외선 흡수 스펙트럼 연구

Research on Far-Infrared Optical Spectra of Whole Blood using FTIR-spectrometer

김건식, 김태우, 전계진*, 김연주*, 한상준*, 윤길원* , 박승한
연세대학교 물리학과, *삼성 종합기술원 M-응용 Project Team
kimmys@phya.yonsei.ac.kr

재택진료 혹은 원격진료등의 관심과 함께 비침습적인 혈중성분의 정량-정성적 분석에 관한 연구가 활발해 지고 있다. 주로 빛과 혈중성분들과의 상호작용을 근거로한 분광법이 주류를 이루고 있으며 사용하는 빛의 파장영역 및 분광법에 따라 다양한 연구가 진행되고 있다[1]. 그 중 원적외선(8~15μm)영역에서 혈중 성분들의 특별한 흡수 spectrum들이 보고되면서, 이 영역에서의 정량적인 분석과 분광 특성에 관한 연구가 큰 주목을 받고 있으며 특히 혈중 Glucose 성분의 정량분석에 관한 연구는 당뇨병의 진단을 의미하므로, 여러 가지 분광법으로 활발히 연구되고 있으며 이 영역에서의 적절한 분광법과 정량분석에 대한 관심이 고조되고 있다.

본 연구에서는 전혈 시료의 분광 특성 및 흡수 spectrum의 측정에 그 목적을 두고 있다. 혈중 성분의 분광 spectrum을 이용하여 정량 분석을 하기 위해 혈중 성분들의 성분별 흡수 spectrum을 먼저 연구하였고, 그 후 혼합성분에 대한 simulation 연구, 그리고 실제 혼합 성분으로 이루어진 시료에 관하여 연구하였다. 또한 실제 human blood를 이용하여 분광특성을 연구하였으며 serum 성분에 대한 연구도 진행하였다.

혈중 성분은 먼저 많은 부분을 차지하는 water와 Hb, 그리고 Albumen, Globulin, protein, urea, Glucose 등을 이용하여 성분별 분광 특성을 연구하였다. Water는 blood의 가장 기본이 되는 성분으로 가장 많은 부분을 차지하고 있으며, 특히 원적외선 영역에서 많은 흡수도를 가지고 있으므로 흡수 spectrum을 연구하는 데 있어서 pathlength의 고려에 중요한 역할을 한다. 그 외 성분들은 수용액으로 만들어 그 흡수 spectrum을 연구하였다. 근적외선 영역에서와는 달리 뚜렷한 흡수 봉우리를 나타냈으며, 이러한 특성은 glucose target이 아닌 다른 성분의 정량 분석의 가능성을 보여 준다.

Hb의 경우, human RBC(Red Blood Cell)을 파괴하여 RBC 내부 성분들을 water에 녹게 하여 측정하였는데, 그 이유는 human RBC의 sedimentation 및 aggregation 효과 때문이다. 특히 NIR 영역등에서 실험시 sample cell 내에서 짧은 시간에 sedimentation 효과가 일어나므로 분광 분석을 하기에 많은 어려움이 있음이 알려져 있다. 원적외선(8~15μm) 영역에서는 짧은 pathlength의 cell을 사용하여 sedimentation 및 aggregation 효과가 거의 나타나지 않게 하여 분광 특성을 연구할 수 있었으며, RBC 성분 및 human whole blood의 흡수 spectrum을 측정하였다.

HATR 측정으로 Human RBC의 sedimentation 효과를 연구하였으며 cell의 pathlength에 따라 sedimentation의 효과를 관찰하기 위해 demountable pathlength cell(BaF2 window 사용)을 이용하여 흡수 spectrum을 측정하였다.

실제 혈중 성분들이 혼합된 시료를 구성하여 그 분광특성을 연구하였으며 실제 whole blood를 이용하여 흡수 spectrum을 연구하였다. 특히, Human whole blood 측정에는 syinge를 이용한 sample의 교체 및 세척이 가능하고, sample preperation시 기포 발생을 최대한 억제할 수 있는 ZnSe Fixed pathlength(0.05mm) flow cell을 사용하였다. 또한, RBC+serum으로 구성된 whole blood의 sample set을 구성하여 cell을 고정한 후, 흡수 spectrum을 측정하였다,

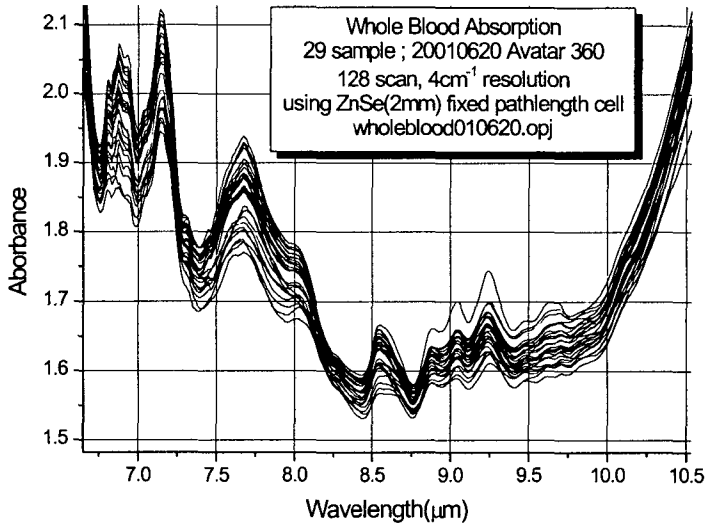

Fig.1 human whole blood sample set의 흡수 spectrum

참고문헌

1. H.M.Heise, "Human Oral Mucosa Studies with Varying Blood Glucose Concentration by Non-invasive ATR-FTIR-Spectroscopy", Cellular and Molecular Biology 44(6), 889-912(1998)