

Human RBC 및 Whole Blood의 원적외선 분광 스펙트럼 측정 Measurement of Far-Infrared Optical Spectra of Human RBC and Whole Blood

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

혈중 성분들과 빛의 상호작용에 관한 연구는 비침습적 정량분석의 가능성을 의미하므로 다양한 분야에서 연구가 진행되고 있다. 그 중 원적외선(8~15 μ m)영역에서 혈중 성분들의 특별한 흡수 spectrum들이 보고되면서, 이 영역에서의 정량적인 분석과 분광 특성에 관한 연구가 큰 주목을 받고 있다. 특히, 혈중 Glucose 성분의 정량분석에 관한 연구는 여러 가지 분광법으로 활발히 연구되고 있으며¹⁾, 이 영역에서의 적절한 분광법과 정량 분석에 대한 관심이 고조되고 있다.

혈중 성분에는 가장 많은 부분을 차지하는 water와 Hb, 그 외 Albumen, Globulin, protein, urea, Glucose 등이 존재하며 각 성분들의 수용액 상태의 흡수 spectrum과 이 자료를 이용한 simulation 등의 연구가 진행되어 왔다. 이때 Hb의 경우, human RBC(Red Blood Cell)을 파괴하여 RBC 내부 성분들을 water에 녹게 하여 측정하였다. 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 있다. 본 논문에서는 원적외선(8~15 μ m) 영역에서 짧은 pathlength의 cell을 사용하여 sedimentation 및 aggregation 효과가 거의 나타나지 않게 하여 human RBC 및 human whole blood의 흡수 spectrum을 측정하였다.

Nicolet 사의 Avatar 360을 이용한 HATR 측정으로 먼저 Human RBC의 sedimentation 효과를 연구하였다. ATR의 경우, 액체의 가장 아래 부분에서의 흡수도를 측정하므로, RBC의 sedimentation 효과로 인한 Hb 흡수도의 증가를 관찰하였다. 흡수의 증가는 약 2시간 이상 계속되었으며, 10% 정도의 흡수도 증가를 보였다.

Cell의 pathlength에 따라 sedimentation의 효과를 관찰하기 위해 demountable pathlength cell(BaF2 window 사용)을 이용하여 흡수 spectrum을 측정하였다. 0.015, 0.025, 0.05 mm spacer를 사용하여, 0.04, 0.05, 0.065, 0.075 mm 의 pathlength를 구성하여 관찰한 결과, 0.075mm 이상에서는 sedimentation 효과가 현저히 나타났으며, 그보다 작을 경우 작은 흡수도의 변화가 관찰되었다. 특히 0.05mm에서 약 0.25%의 흡수도 증가가 나타났으며, 따라서 기존 실험 방법을 유지 하며 human whole blood의 흡수를 측정할 수 있었다. 더욱이 window의 재질에 따라 aggregation 효과가 다르게 나타나 ZnSe window의 경우 sedimentation 효과는 더욱 극감 되었다.

Human whole blood 측정에는 syringe를 이용한 sample의 교체 및 세척이 가능하고, sample preparation시 기포 발생을 최대한 억제할 수 있는 ZnSe Fixed pathlength(0.05mm) flow cell을 사용하

였다. RBC+serum으로 구성된 whole blood의 sample 29 set을 구성하여 cell을 고정한 후, 흡수 spectrum을 측정하였다,

본 연구에서는 짧은 pathlength에서 RBC의 특성인 sedimentation 효과가 극감함을 이용하여 Human RBC의 흡수 spectrum 및 whole blood의 흡수 spectrum을 측정할 수 있음을 제시하였으며, 원적외선 영역에서 sample에 전처리 없이 whole blood의 흡수를 측정할 수 있음을 확인하였다. 앞으로 보다 많은 case의 측정 및 분석을 통하여 원적외선 영역에서 human whole blood의 정확한 정량 성분 분석에 관한 연구를 진행할 예정이다.

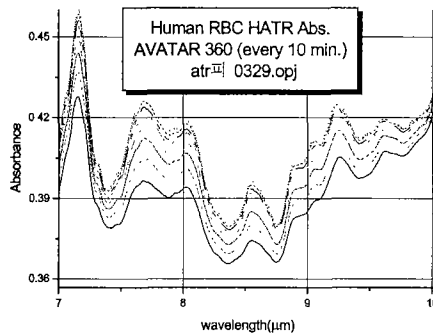


Fig. 1 HATR을 이용한 RBC의 시간에 따른 흡수 spectrum

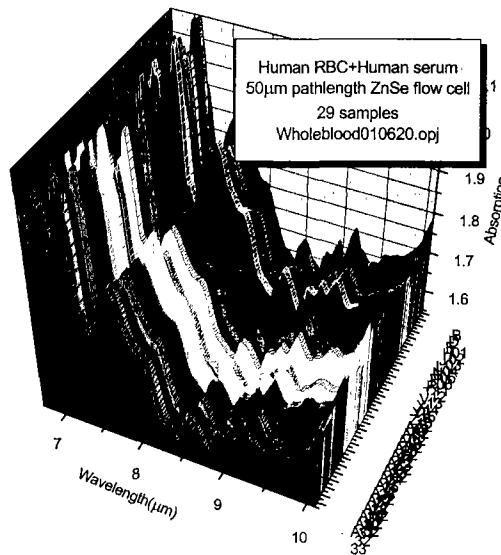


Fig.2 RBC + human serum sample set의 흡수 spectrum

참 고 문 헌

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)