

란 계수는 1992년 Graaff 등에 의해서 유사식으로 다음과 같이 계산 되었다.

$$\mu'_s = 3.28 \pi r^2 \rho_s \left(\frac{2\pi r}{\lambda} \right)^{0.37} \left(\frac{n_s \lambda}{n_{medium} - 1} \right)^{2.09} \quad (1)$$

여기서 r 은 유전체구의 반경, ρ_s 는 유전체구의 체적밀도, λ 는 입사된 빛의 파장, n_s 는 산란체에서의 굴절율이고 n_{medium} 는 주위 환경에서 굴절율이다.

이 식을 바탕으로 피부에서 글루코스를 산란특성은 다음과 같은 식으로 할 수 있다.

$$\mu'_s = 3.28 \pi r^2 \rho_s \left(\frac{2\pi r}{\lambda} \right)^{0.37} \left(\frac{n_s \lambda}{n_{medium} + \delta n_{glucose}} - 1 \right)^{2.09}$$

여기서 $\delta n_{glucose}$ 는 글루코스의 농도변화를 나타낸다.

산란과 흡수의 특성을 가지고 있는 매질에서 빛의 강도 변화는 Beer-Lambert법에 의해서 식 (3)과 같이 표현 할 수 있다.

$$I = I_0 e^{-\mu_t z} \quad (3)$$

여기서 I 는 빛의 강도, I_0 는 초기 빛의 강도, $\mu_t = \mu_s + \mu_a$ 는 감쇄 계수, z 투사 깊이를 나타낸다. μ_s 와 μ_a 는 각각 산란계수와 흡수 계수로 나타낸다.

실제적으로 근적외 영역에서 피부의 흡수는 산란보다 매우 작기 때문에 위식을 식 (4)와 같이 나타 낼수 있다.

$$I = I_0 e^{-\mu_s z} \quad (4)$$

글루코스 산란 특성을 OCT 시스템의 빔의 강도에 적용하여 글루코스와 OCT 시스템의 빔의 강도와의 관계를 알 수 있다.

시뮬레이션을 위한 상수는 표 1과 같다.

표 1 수치 해석에 사용된 상수

상수	값
λ	1300nm
I_0	500 μ W
$\delta n_{glucose}$	2.55 x 10 ⁻⁵ mM ⁻¹
n_s	1.33
r	1.27 μ m
n_{medium}	1.36

III. 시뮬레이션을 통한 글루코스와 빔 강도와의 관계

- (2) 그림 2는 체적밀도와 산란계수의 관계를 보여 주고 있다. 그림에서 볼수 있듯이 체적밀도에 따라 산란계수값이 증가하는 것을 볼수 있다.

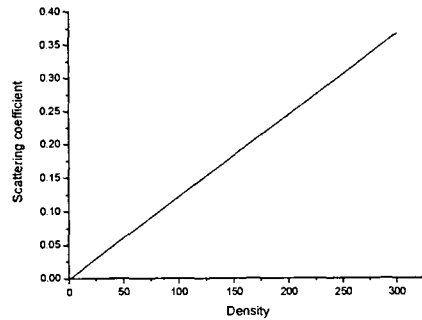


그림 2 글루코스의 체적밀도에 따른 산란 계수

그림 3은 파장과 산란계수와 관계를 보여 주고 있다. 파장의 변화는 300nm ~ 1800nm까지 변할 때 460nm파장에서 산란계수가 0.0015um⁻¹부터 산란이 급속히 감소함을 알수 있었다. 1300nm 파장에서는 산란 계수가 0.00114um⁻¹이었다.

참고문헌

[1] Diabetes Control and Complications Trial Research Group: The effect of intensive treatment of diabetes on the development and progress of long-term complications in insulin-dependent diabetes mellitus. N Engl J med 329:977-986, 1993

[2] UK Prospective Diabetes Study(UKPDS)group: Intensive blood-glucose control with sulfonylureas or insulin compared with conventional treatment and risk of complications in patients with type2 diabetes. Lancet 625:837-853, 1998.

[3] Larin K.v.m Eledrisi Ms, Motamedi M and Esenaliev R o 2002 Noninvasive glucose testing Clin. Chem. 45 1587-95

[4] Kirill VLarin, Massoud Motamedi, Taras V ashitkov and Rinat O Esenaliev Specificity of noninvasive blood glucose sensing using optical coherence tomography technique: a pilot study Phys. Med. Biol. 1371-1390 2003

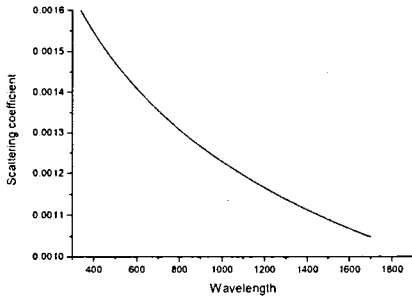


그림 3 글루코스의 파장과 산란 계수의 관계

그림 4는 글루코스의 농도가 $2.55 \times 10^{-5} \text{ mM}^{-1}$ 에서 피부 깊이에 따른 빛의 강도를 나타내고 있다. 피부 깊이가 $15\mu\text{m}$ 에서 빛의 강도가 급속히 감소함을 보여 주고 있다. 이때 빛의 강도는 91.07이었다.

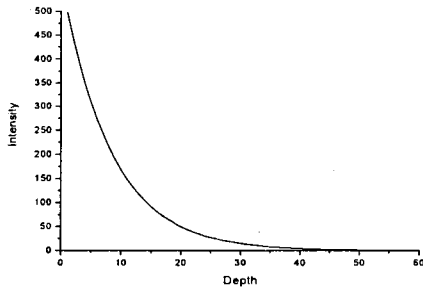


그림 4 피부 깊이에 따른 빔강도

IV. 결 론

본 연구에서는 OCT시스템에서 글루코스와 빛의 강도와의 관계를 시뮬레이션을 통하여 규명함으로써 글루코스 측정이 가능한 OCT 시스템을 설계 할 수 있도록 하였다.

글루코스의 농도가 $2.55 \times 10^{-5} \text{ mM}^{-1}$ 에서 피부 깊이가 $15\mu\text{m}$ 에서 빛의 강도가 91.07임을 알 수 있었다.

본 연구는 산업자원부의 지역혁신 인력양성 사업의 연구 결과로 수행되었다.