

생체조직에서 광투과도 증가에 관한 연구

Study about light transmission increment in soft tissue

손태운, 류연향, 여창민, 정병조*
연세대학교 보건과학대학 의공학부

bjung@yonsei.ac.kr

병변의 진단 및 치료 시 환자의 통증을 최소화하기 위한 비침습적(noninvasive)인 방법으로 빛(light)을 이용한 방법이 많이 사용되고 있다. 이는 빛과 생체조직과의 상호 작용을 이용하는 방법으로 사용되는 광원으로 레이저, LED(light emitting diode), SLD(super luminescence diode), 백색광원(white light source)과 흑체 복사기(blackbody radiator)등이 있다. 일반적으로 치료용으로는 레이저가 주로 사용되며 진단용으로는 다양한 광원들이 선택적으로 사용되어 진다.⁽¹⁾

레이저를 이용한 환부의 진단 및 치료 시 빛이 조직에 도달했을 때, 조직의 아교 섬유(collagen fiber)와 탄력 섬유들(elastin fibers)에 의해 빛은 산란 또는 반사되게 된다.⁽²⁾ 이러한 빛의 특성으로 인해 레이저의 의료용 사용에 제약이 있다. 따라서 레이저를 이용한 장비의 진단 및 치료의 효율을 높이기 위해 레이저의 피부 투과도를 증가시켜야한다.

본 연구는 피부(skin)에 초점을 두고, 레이저를 이용한 의료장비에 의한 진단 및 치료의 효과를 극대화하기 위해 레이저의 피부 투과도를 증가시키는데 목적을 두고 있다. 최근 많은 연구를 통하여 피부에 압력을 인가하는 것이 피부에 대한 레이저 투과율을 증가시키는 것으로 알려졌다.^(3,4) 본 연구에서는 피부에 압력 인가에 따른 레이저의 투과도 변화를 알아보기 위해 압력이 제어되는 레이저 프로브를 제작하였고, 그 효과를 확인하기 위해 실험을 진행 하였다.

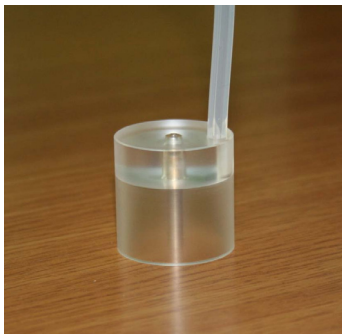


그림 1 압력 프로브

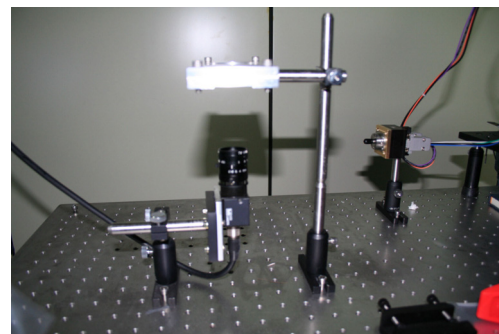


그림 2 시스템 구성

그림 1은 피부에 일정한 압력을 인가하기 위해 제작한 레이저 압력 프로브이다. 그림 2는 본 연구에 사용된 시스템 구성이다. 실험을 위한 샘플로 돼지피부를 사용하였고, 광원은 레이저 다이오드(808nm, 200mW)를 사용하였다. 광원을 샘플에 조사하기 위해 광섬유가 사용되었다. 샘플을 투과한 레이저를 영상화하기 위해 CCD카메라가 사용되었다. 또한, 실험 시 피부에 일정하게 압력을 인가하기 위해 모터장치가 사용되었다.

실험은 다음과 같은 순서로 진행되었다. 우선 샘플에 압력 프로브를 위치시키고 광원을 조사하여 샘플을 투과한 레이저의 영상을 획득하였다. 다음으로 샘플에 압력을 인가한 후 샘플을 투과한 레이저의 영상을 획득하였다. 실험은 총 5회의 반복실험을 진행하였고, 광원은 압력의 인가 전후의 영상 획득 시 동일 부위에 조사되었다. 획득된 영상은 Matlab을 이용하여 영상 분석을 하였다.

그림 3 은 CCD 카메라로 획득한 영상으로 압력 인가 후(b)에 빛의 세기가 압력 인가 전(a)과 비교하여 증가한 것을 확인할 수 있다. 또한, 압력인가 후 레이저는 좁은 영역에 집중적으로 조사된 것을 볼 수 있다.

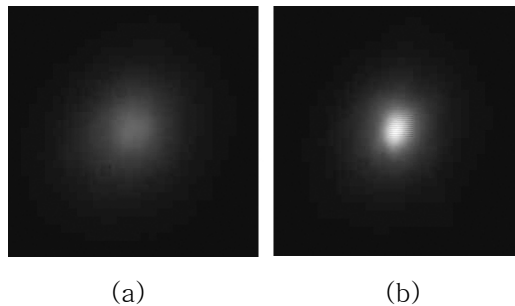


그림 3 압력인가 전 후 영상

본 연구의 목적은 생체 조직에 압력 인가를 통해 빛의 투과도를 증가시키는 것이다. 실험결과에서 샘플에 압력인가 시 샘플을 통과한 레이저의 세기가 약 2배에서 2.5배 증가하는 것을 관찰할 수 있는데, 이것은 조직에 압력을 인가하게 되면 세포성분 사이의 공간이 감소하게 되어 빛의 이동경로가 감소하기 때문이다. 또한 단백질 섬유(collagen fibrils)에 있는 수분이 탈수되면서 단백질과 뮤코다당(mucopolysaccharide)과의 결합을 증가시켜 조직 내 세포들 사이의 굴절률 차이가 많이 나는 것이 감소하여 투과율이 증가하게 된다.^(3,4)

연구 결과를 바탕으로 본 연구에서 설계된 압력 프로브가 생체 조직에서 빛의 투과도를 증가 시키는데 효과적인 것을 확인하였다. 따라서 본 연구 결과를 바탕으로 기존의 레이저를 이용한 진단 및 치료 기기와 향후 개발될 의료장치들에 적용하여 향상된 효율을 얻을 것으로 기대된다.

향후 진행될 연구로 피부에 가해지는 압력을 측정하여, 압력의 변화에 따라 빛의 투과도를 객관화, 정량화하여 빛의 피부 투과도를 극대화 할 수 있는 압력의 연구를 진행할 예정이다. 또한 레이저의 피부 투과도의 향상을 위해서 본 연구에서 진행된 것과 함께 피부에 광 산란 감소 물질을 도포하는 방법을 동시에 사용한다면 빛의 피부 투과도가 더욱 증가할 것으로 기대된다.

참고 문헌

1. 김법민, 임현수, "생체조직광학과 레이저치료", Optical Science and Technology, 7(3), 6-13 (2003).
2. M. H. Niemz, "Laser-Tissue Interactions: Fundamentals and Applications", 3rd ed, Springer, (2003).
3. E. K. Chan, B. Sorg, D. Protsenko, M. O'Neil, M. Motamedi, and A. J. Welch, "Effects of compression on soft tissue optical properties", IEEE Journal of Selected Topics in Quantum Electronics, 2(4) 943-950 (1996).
4. H. Shanguan, S. A. Prahl, S. L. Jacques, L. W. Casperson, and K. W. Gregory, "Pressure effects on soft tissues monitored by changes in tissue optical properties", Proceeding SPIE, 3254, 366-371, (1998).