

가변 편광 확대경을 이용한 피부주름 측정

Skin Wrinkle Detection Using Polarization Variable Magnifier

배영우, 정병조

연세대학교 보건과학대학 의공학부

byoungw@dragon.yonsei.ac.kr

피부주름의 원인으로는 내적 및 외적인 요소들이 있다. 그중 장시간 일광에 노출되어 일어나는 광(光) 피부 노화는 외적인 요소로 피부에 임상적, 조직학적 그리고 생리학적 변화를 야기 시킨다.¹⁾ 또한 노화가 진행됨에 따라 잉여의 피부조직이 진피층의 탄력성을 감소시키고 피하 지방층의 쇠퇴를 초래하여 결과적으로 노화에 따른 피부주름을 형성하게 된다.²⁾ 평균연령이 높아짐에 따라 미적인 측면에서 피부주름에 대한 예방과 치료에 대한 관심이 높아지고 있다. 다양한 주름예방용 치료법의 효과를 평가하기 위해 기존에는 관찰자에 의한 주름 카운팅 기법, 이미지 분석 시스템을 통한 카운팅 기법 및 피부 표면이나 복제품(replica)의 3D 분석 시스템을 이용한 기법 등이 있었다.³⁾ 기존 영상장치를 이용한 피부주름의 분석법은 단순히 일정한 광도(luminous intensity)하에 이미지를 획득한 후 분석함으로써, 이미지 획득 중 발생하는 노이즈 자체가 분석 시 오차로 작용하는 문제점을 가지고 있다. 2차원 이미지를 이용한 피부주름 분석 시, 50대 이후 전형적으로 발견되는 굵은 주름(coarse wrinkle)의 경우는 관찰자에 의해 일정하게 인지되나, 30-40대에서 주로 발견되는 잔주름(fine wrinkle)의 경우는 관찰자에 따라 주름으로 인지되지 않는 경우가 있다.³⁾ 즉, 2차원 이미지 획득 시 표피(epidermis) 및 진피(dermis)층의 중첩된 정보를 모두 획득하게 됨으로써, 피부주름 분석 시 진피층의 정보는 노이즈로 작용하게 되어 정량적 분석에는 한계가 있다. 편광 영상의 경우 표피 및 진피층의 영상정보를 선택적으로 제공한다. 또한 편광영상 정보간의 간단한 프로세싱만으로 피부표면의 정보를 선택적으로 추출할 수 있다.⁴⁾⁵⁾ 본 연구에서는, 가변 편광 확대경을 이용하여 정성적 및 정량적인 피부 주름 분석 시, 정확도를 향상시키기 위해 주름특성이 강조된 이미지 획득을 목적으로 한다.

가변 편광 확대경을 이용하여 비간섭성(incoherent)의 빛을 1차 선형 편광판을 통하여 피부에 입사하게 되면, 평행 편광(parallel-polarization)방식에서는 2차 편광판을 1차 편광판의 투과축(transmission axis)과 같게 유지하여 각질층에서 반사되는 초기 편광 성질을 유지하는 선형편광된 빛을 이용하여 표피층(epidermis)의 영상을 획득하게 된다.(채널1, 그림1) 또한 교차편광(cross-polarization)방식에서는 2차 편광판을 90°교차시켜 피부 각질층(stratum corneum)에서 발생하는 표면 반사에 의한 빛의 확산을 제거하여 진피층(dermis)의 영상만을 획득하게 된다. 즉 진피유두층(papillary dermis)에 존재하는 콜라겐에 의해 산란되어 반사되는 빛을 이용하여 영상을 획득하게 된다.(채널2, 그림2) 그림은 26세 남성의 손등의 이미지로 움직임 제한한 상태에서 디지털 카메라로 획득한 영상들이다.(COOLPIX 8400, Nikon) 그림1은 각질층과 표피층의 정보와 진피층에서 선형성을 잃은 반사된 빛에 의한 정보를 포함하고, 그림2는 진피층에서 선형성을 잃은 반사된 빛에 의한 정보만을 포함한다. 그림3은 (채널1-채널2)의 영상으로, 두 채널에서 공통적으로 포함하고 있는 진피층에 의해 무편광된 빛을 제거해 준다. 즉, 공통된 영상정보를 제거하여 표피층과 각질층에서 형성된 영상정보만을 선택적으로 제공한다. 이러한 개선된 영상정보는 보다 정확한 분석을 가능하게 한다. 그림4의 영상은 (채널1+채널2)에 의해 표준화(normalized)된 영상이다. 기존

연구⁵⁾에 따르면 표피층에 존재하는 멜라닌(melanin)은 백색광에 대한 흡수필터(absorption filter)로 작용하게 되고 그 결과 채널1과 채널2에서 공통적인 감쇠계수(attenuation factor)로서 작용하게 된다. 하지만 표준화를 취해 줌으로써 영상에서 효과적으로 표면상의 멜라닌을 제거해 줄 수 있게 된다.



그림 1 평행편광 성분(1)



그림 2 평행편광 성분(2)



그림 3 채널1- 2



그림 4 표준화(1, 2)

기존 영상장치를 이용한 피부주름 분석법은 영상획득 시 표피 및 진피층의 중첩된 영상을 획득함으로써, 분석의 재현성과 정량적, 정성적인 분석에 있어서 제약이 있었다. 가변 편광 확대경을 이용하여, 평행 편광으로부터 교차편광에 의한 영상을 차감함으로써 각질 및 표피층에 존재하는 피부주름 특성이 강조된 이미지를 획득하였다. 이는 차후 피부주름 특성 분석을 위한 이미지 프로세싱 과정에서 프로세싱 시간의 감소 및 분석의 재현성과 정량적, 정성적인 분석의 정확도를 높여 줄 것으로 기대된다. 차후 과정은 CCD 카메라와 'Liquid Crystal Polarizer'를 이용하여 영상획득 시 발생하는 motion artifact를 최소화하여, 피부 주름에 대한 정성적 및 정량적인 데이터를 제공하는 장치 개발에 있다.

참 고

1. Yaar M, Gilchrest BA. Skin aging: postulated mechanism and consequent changes in structure and function. *Clin Geriatr Med* 2001;17:617-30
2. Contet-Audonneau JL, A histological study of human wrinkle structures: comparison between sun-exposed areas of the face, with or without wrinkles, and sun-protected areas. *Br J Dermatol* 1999;140:1083-47
3. K. Tsukahara, Quantitative two-dimensional analysis of facial wrinkles of Japanese women at various ages. *Int J Cosmet Sci* 2002, 24, 71-80
4. Stephen P. Morgan Surface-reflection elimination in polarization imaging of superficial tissue. *Opt. letters* 2003, 28, No. 2
5. Steven L. Jacques Imaging Superficial Tissues With Polarized Light. *Lasers Surg Med* 2000;26:119-129