

가변편광과 광학배율을 기반으로 한 피부 확대경을 이용한 피부주름 측정

Skin Wrinkle Detection Using Dermatologic Magnifier Based on Variable Polarization and Optical Magnification

배 영 우*, 정 병 조**
Youngwoo Bae, Byungjo Jung

Abstract - The clinical characteristics of photodamaged skin, such as coarse and fine wrinkle are not accurately evaluable with previous methods. Public awareness for wrinkle treatment and prevention which rely on proper assessment and evaluation of the underlying skin changes has been increased as the population ages. In this paper, we suggest an in-vivo method and instrument that allow us to acquire a wrinkle-enhanced image to improve the accuracy of quantitative and qualitative analysis for skin wrinkle. The method used involved white LED illumination and photography through polarizing filters. Finally, the polarized light photography yields an accurate and evaluable parameter of photodamaged skin, especially fine and coarse wrinkle.

Key Words : Skin Wrinkle, Photoaging, Skin Replica, Polarized light photography, Dermoscope,

1. 서 론

평균수명이 길어짐에 따라, 광 피부노화(photoaging)가 미용적인 측면에서 뿐만 아니라 피부암 유발과 깊은 상관성이 밝혀지면서 이에 대한 예방과 치료에 대한 관심이 증대되고 있다. 또한 임상적인 측면에서는, 잔주름(fine wrinkle)과 깊은 주름(coarse wrinkle)은 광 피부노화에 따른 가장 주목할 만한 변화로 인지되고 있다.[1] 또한 잔주름은 진피층(superficial dermis)의 콜라겐 번들의 특별한 구조 특성을 나타내게 되고[2] 피부의 기계적인 특성과 그것의 해부학적인 양상은 관련성이 있는 것으로 보고되고 있다.[3] 이것이 공학자들이 잔주름의 정량적인 분석에 관심을 갖는 이유이다. 일반적으로, 피부의 각질층은 표피층의 두께를 조절하고 물리적인 방벽을 제공하기 위하여 각질층의 비늘 벗음(desquamation) 과정을 매일 반복하게 된다. 하지만 진선(psoriasis) 및 비늘증(ichthyosis)과 같은 질병에 의해 이러한 과정이 방해받게 되면, 이것은 피부표면을 거칠하게 만들고 또한 정상적인 잔주름형을 저해하게 된다. 따라서 잔주름의 정량적인 분석을 통하여 이러한 병상을 간접적으로 진단할 수 있게 된다.[4]

기존 연구에 따르면, 피부 주름은 20-100 μ m의 깊이를 갖고 기하학적인 모양을 결정짓는 주된선(primary line)과 5-40

μ m의 깊이를 갖고 주된선과 사선된 구조로 형성되는 파생선(secondary line)으로 분류된다.[5] 여기서 한 가지 주목할 만한 점은, 중년층에서 발견되는 깊은 주름(coarse wrinkle)의 경우 40명의 관찰자를 대상으로 한 정성적인 주름 인지 실험에서 개인 간의 차이를 보이지 않으나, 잔주름의 경우에는 개인별로 큰 차이를 나타내는 것으로 보고되고 있다.[6]

이와 같은 문제점을 해결하기 위해 기존에는 광학적으로 피부 복제품(skin replica)을 이용하여 shadow-casting 기법 및 영상분석 시스템을 통한 주름 카운팅 방법과 3D 분석 시스템을 이용한 profilometric 기법이 사용되어져 왔다. 하지만 피부 복제품을 이용한 shadow-casting 기법은 음피부 복제품(negative skin replica)을 이용함으로써 그림자 안에 포함된 주름은 검출할 수 없는 문제점이 있었고[7], 3D 분석 시스템을 이용한 profilometric 기법의 경우에는 높은 정확도를 갖지만 고가의 시스템과 긴 분석시간으로 인해 실제로 임상에서 사용할 수 없는 문제점이 있다.[4] 또한 기존의 방법들은 피부 복제품을 이용한 간접 측정으로써, 피부 복제품 제작에만 1-2시간이 소요됨으로써 실시간 주름 측정에는 한계가 있다.

피부학에서, 편광기법은 각질층에서 초기 선형편광 성분을 갖고 반사되는 빛에 의한 정보와 표피와 유두 진피층에서 초기 선형편광 성분을 잃고 산란된 빛에 의한 정보를 이용하여 피부 각층의 정보를 선택적으로 추출하는 수단으로 사용되어져 왔다.[8,9] 일반적으로 각질층에서 반사된 빛은 각질층의 구조와 윤곽정보를 갖게 되고, 표피와 유두 진피층에서 산란된 빛은 멜라닌과 헤모글로빈과 같은 빛을 흡수하는 발색단(absorbing chromophore)의 정보를 갖게 된다.[10] 따라서 이번 연구에서는 이러한 편광의 특성을 이용하여, 가변 편광 피

저자 소개

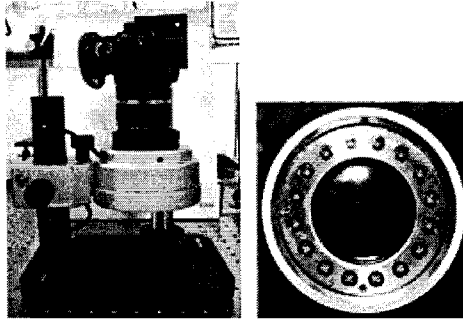
* 배영우: 연세大學 의공學科 碩士課程

** 정병조: 연세大學 의공學科 助教授 · 工博

부 확대경으로 다양한 광학 배율에서 정성적 및 정량적인 피부주름 분석 시 분석 정확도를 향상시키기 위해 in-vivo 상에서 주름 특성이 강조된 이미지 획득을 목적으로 한다.

2. 본 론

2.1 실험방법



(a) 전체 시스템 (b) 광원부

그림 1 영상 획득 시스템

2.1.1 영상 획득 시스템

그림 1은 피부주름 측정에 사용된 영상 획득 시스템의 견본이다. 광원부는 환형광원으로써, 68°의 비교적 넓은 시야각(viewing angle)을 갖는 white LED가 사용되었다. 또한 광원부와 검출기 앞에는 1차 및 2차 선형 편광판(TECH SPEC™ Linear Polarizing Laminated Film, Edmund Optics)이 위치하고, 광원부의 1차 편광판은 고정된 채, 검출기의 2차 편광판을 가변 할 수 있도록 설계하여 평행 편광, 교차편광 뿐만 아니라 각질층, 표피층 및 진피층의 중첩된 정보를 동시에 획득 할 수 있도록 45°편광 영상도 획득 할 수 있다.[11] 검출기로는 Cannon EOS 350D SLR Digital Camera를 사용하였고, 기타 파라미터들은 일정하게 고정된 채 수동 촬영으로 영상을 획득하였다. (셔터속도: 1/30sec, F/#: 5.6, ISO: 100, 초점거리: 55mm)

2.1.2 광원의 광분포 실험

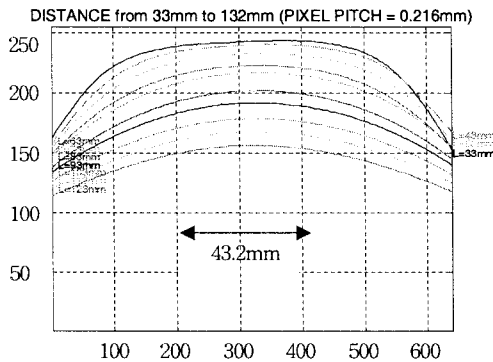
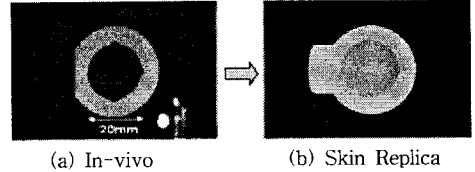


그림 2 광원의 광분포

시스템의 다양한 광학 배율에 따라 초점거리가 변함에 따라 관찰되어지는 물체 평면상의 광분포는 변화하게 된다. 따라서 검출기의 렌즈 단으로부터 33mm-123mm의 범위에서

균일한 광분포를 갖는 영역을 정의함으로써, 피부주름 검출 시, 광원에 의한 오차를 최소화 할 수 있다. 그림 2와 같이 43.2mm의 시계(filed of view)에서 비교적 균일한 광분포를 갖는 것을 알 수 있다. (평균 강도: 195.85, 평균 표준편차: 14.95, 평균 공분산: 7.41%)

2.1.3 피부 주름 검출



(a) In-vivo (b) Skin Replica

그림 3 손등(dorsum of hand)의 피부주름 검출

그림 3과 같이, 피부주름 검출을 위하여 기존 절차에 따라 실리콘을 이용하여 피부 복제를 하였다.(Silicon Replica-R200, CuDerm)[4] 실리콘을 이용한 피부 복제품의 경우에는 각질층의 구조와 윤곽정보만을 제공할 뿐, 표피층과 유두 진피층의 어떠한 색소정보도 제공하지 않기 때문에 대조군으로 사용되었다. 또한 광원에 의한 오차를 줄이기 위하여 in-vivo와 피부 복제품을 이용한 영상 획득 시 물체는 지름 43mm안에 유지되도록 하였다.

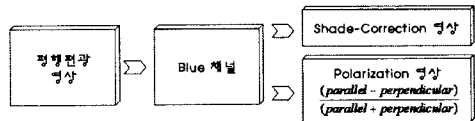


그림 4 피부주름 검출을 위한 영상처리 구조도

그림 4는 영상 획득 시스템을 이용한 in-vivo와 피부 복제품의 영상획득이후 영상처리 과정을 구조도로 나타내고 있다. 주름 정보가 강조된 영상획득을 위하여, 각질층의 구조와 윤곽정보를 갖고 있는 평행편광 영상을 처리하였다. 또한 각질층에서 반사된 빛은 피부 발색단에 의해 색정보가 변경되지 않았고, 광원으로 사용된 white LED의 경우 450nm 영역대의 파장이 지배적이어서 이미지 분석 시 blue 채널을 이용하였다. 마지막으로 검출기의 오류와 피부 평면상의 배경효과를 제거하기 위해 shade-correction기법이 적용되었고, polarization 영상의 경우에는 Steven Jacques에 의해 제시된 방법으로 영상에서 멜라닌 정보를 제거하기 위하여 사용되었다.[12]

2.2 실험결과

그림 5는 in-vivo 및 피부 복제품을 이용한 손등의 주름 영상을 나타낸다. (a)의 경우는 1차편광판과 2차편광판을 45°로 정렬하여 일반 사진영상과 같은 결과를 보여주고 있다. 또한 (c)의 경우는 (a)의 영상보다 주름정보가 강조된 영상을 제공하고 있음을 알 수 있다. (d)의 영상은 shade-correction 기법을 적용하여 (c)영상에서 여전히 남아있는 발색단의 정보를 제거하여 주름특성이 향상된 영상을 제공한다. 하지만 영상의 우측 하단에 있는 멜라닌 색소로 인하여 해당 부분의 주름정보를 선택적으로 추출 할 수 없는 것을 알 수 있다.

따라서 앞에서 언급한 바와 같이, polarization 영상기법을 이용하여 멜라닌 정보를 제거함으로써 대조군으로 사용된 (f)의 피부 복제품 영상과 비교하여 볼 때 해당부분의 주름정보를 선택적으로 추출할 수 있음을 알 수 있다.

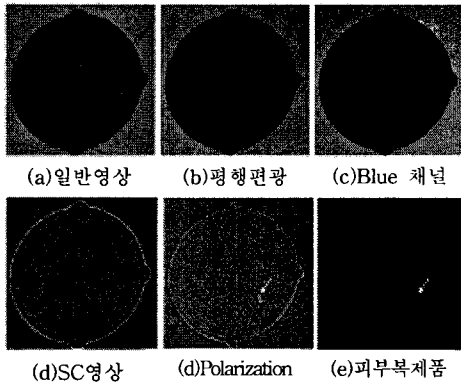


그림 5 손등의 피부주름 영상

3. 결론

광 피부노화의 특성을 나타내는 임상적인 파라미터로는 대표적으로 잔주름과 깊은 주름을 들 수 있다. 기존의 방법들은 피부 복제품을 이용한 간접 측정으로써 실시간 주름 측정에는 한계가 있다. 이번 연구에서는 편광영상과 간단한 영상처리를 통하여 정성적 및 정량적인 피부주름 분석 시 분석 정확도를 향상시키기 위해 in-vivo상에서 주름 특성이 강조된 이미지 획득하였다. 그림 5에 나타난바와 같이 기존의 피부복제품을 이용한 shadow-casting기법은 비교적 저가의 시스템 구성을 장점으로 하나, 음피부 복제품(negative skin replica)을 이용함으로써 그림자 안에 포함된 주름은 검출할 수 없고, 또한 그림자에 의해서 주름의 넓이가 실제보다 넓게 검출되는 문제가 있음을 알 수 있다. 또한 polarization 영상의 경우 멜라닌 정보를 효과적으로 제거하여 세부적인 피부주름 정보를 제공하나, 평행편광과 교차편광의 2번의 영상획득을 요구함으로써, motion artifact로 인해 실제 임상에서는 적용에 한계가 있다. 결과적으로, 평행편광 영상을 이용하여 단순히 shade-correction기법을 적용한 경우 비교적 주름정보가 강조된 영상을 제공함으로써, 저가의 시스템 구성으로 실시간 주름 분석을 가능하게 할 수 있다.

참 고 문 헌

[1] Weiss JS, Ellis CN, Goldfarb MT, Voorhess JJ. Tretinoin therapy: practical aspects of evaluation and treatment. *J Int Med Res*, 18:41C-48C. 1990

[2] Pierard GE, Hermans JF, Lapiere CH. Stereologie de l'interface dermo-epidermique. *Dermatologica*, 49:266-273, 1974.

[3] Viatour M, Henry F, Piérard GE. A computerized analysis of intrinsic forces in the skin. *Clin Exp Dermatol*, 20:308-312. 1995

[4] J.L. Lévêque. EEMCO guidance for the assessment of skin topography. *J Eur Acad Dermatol*, 12:109-114. 1999

[5] Hashimoto K. New methods for surface ultrastructure. *Int J Dermatol*, 13:357-381. 1974.

[6] K. Tsukahara et. al. Quantitative two-dimensional analysis of facial wrinkles of Japanese women at various age. *Int J Cosmetic Sci*, 24:71-80. 2002

[7] Pierard GE, Pierard-Franchimont C. Fractal microrelief of the skin and nail. *Giorn Int Dermatol Ped*, 8:75-79. 1996

[8] Philp J, Carter NJ, Lenn CP. Improved optical discrimination of skin with polarized light. *J Soc Cosmet Chem*, 39:121-132. 1988

[9] Anderson RR. Polarized light examination and photography of the skin. *Arch Dermatol*, 127:1000-1005. 1991

[10] Anderson RR, Hu J, Parrish JA. Optical radiation transfer in the human skin and applications in in vivo remittance spectroscopy. In: Marks R, Payne PA, eds. *Proceedings of the symposium on bioengineering and the skin*. Lancaster, UK: MTP Press, Ltd, 253-265. 1979

[11] Muccini. et. al. Polarized light photography in the evaluation of photoaging. *J Am Acad Dermatol*, 33:765-769. 1995

[12] Steven L. Jacques et al., *Imaging Superficial Tissues With Polarized Light*. *Laser Surg Med*, 26:119-129. 2000