

근거리에서 가시광과 적외광 LED의 LLLT (low level light therapy) 효과

김신자* · 이영우*

*목원대학교 전자공학과

The LLLT effect of visible and IR light LEDs in short distance

Sheen-Ja Kim* · Young-Woo Lee*

*Mokwon University

E-mail : ywlee@mokwon.ac.kr

요 약

피부의 관리를 위한 방법 중 광을 이용한 케어는 비침습적인 방법으로 세포를 활성화 시켜 도움을 주는 매우 유용한 방법이다. 최근에는 낮은 에너지의 LED를 광원으로 이용하는 LLLT (Low Level Light Therapy) 가 많이 적용이 된다. 본 논문에서는 피부 미용기기에서 많이 사용되고 있는 가시광 영역의 적색과 황색, 그리고 적외선 영역의 LED를 이용하여 array를 제작하였다. 제작된 LED array는 5V의 전압과 50mA의 전류로 구동되며, 적색이 평균 10.7 mW/cm^2 , 황색이 평균 1.8 mW/cm^2 , 적외선이 평균 5.5 mW/cm^2 의 광출력을 갖는다. 이를 배양된 human cell plate에 각각 10, 20, 40 분의 시간으로 조사하였으며, LED array와 조사면 사이에 20 mm의 거리를 두어 균일한 광량이 조사 될 수 있도록 하였다. 실험결과, wound healing의 경우는 적색광을 조사하였을 때, injury line의 길이가 $604.36 \mu\text{m}$ 에서 10분 조사 시 $368.92 \mu\text{m}$, 20분 조사 시 $298.04 \mu\text{m}$, 40분 조사 시 $491.22 \mu\text{m}$ 로 줄어드는 효과를 보였으며 특히 20분간 조사하였을 경우의 효과가 가장 좋았다. Cell regeneration의 경우는 황색광을 20분간 조사하였을 경우에 UV 에 의해 손상된 세포 수가 가장 크게 줄어드는 것을 확인할 수 있었다. 결과적으로 photorejuvenation 효과를 줄 수 있는 wound healing과 cell regeneration에는 적색 및 황색광의 LED array를 20분간 조사하였을 때가 가장 효과적이며, 적외광의 경우에는 모든 실험에서 효과가 없음을 확인할 수 있었다.

키워드

photorejuvenation, low level light therapy, LED, 근거리 광조사

1. 서 론

최근 생활수준의 향상과 면접 등을 대비한 개인 관리에 대한 필요성, 그리고 미용에 대한 관심 증대 등의 복합적 요인은 미용에 대한 수요증가와 시장 확대를 가져오고 있다. 또한 이러한 요구를 반영하듯 피부 관리실 및 개인용 피부 미용 기기들에 대한 관심도 증가하고 있다.

이러한 피부 미용기기들 중에서도 광을 이용한 피부 미용 기기 들이 국내외에서 다양하게 출시되고 있으며, 과거 전문 피부과 또는 피부 관리실 위주로 이루어지던 대형 기기에서 개인이 사용하기 편리한 소형 기기들로 점차 그 영역이 확대되어 가고 있다. 더불어 전문적인 레이저 보다는 피부 치료 목적이 아닌 관리 목적의 기기에 맞추어

낮은 에너지 레벨을 갖는 LED (Light Emitting Diode) 를 이용한 LLLT (Low Level Light Therapy) 방법이 발달하고 있다[1-4].

현재 대부분의 기기들은 대형 사이즈의 판넬형이거나 소형 사이즈의 얼굴 밀착형이 주를 이룬다. 대형화 기기의 경우 큰 사이즈와 고가 등의 이유로 개인이 사용하기 어렵고, 밀착형 소형화 기기의 경우 케어에 장시간이 필요하거나 고른 케어가 힘들다는 단점을 갖는다.

본 논문에서는 피부 미용기에 적용되는 광중에서 가장 많이 사용되고 있는 적색광 (620-750 nm)과 황색광 (570-600 nm), 그리고 적외광 (750~1.5 nm) 의 세 파장에 대하여 LED array를 제작하고, 배양된 human cell에 각 파장의 광을 근거리 (20 mm) 에서 조사하여 wound healing

및 cell regeneration 효과를 비교·분석하였다.

II. 실험 방법

본 실험을 위하여 적색광과 황색광에서는 590 nm 와 650 nm 의 LED를, 적외광에서는 850 nm 파장의 LED를 이용하여 array를 구성하였다. 사용된 LED는 모두 Daejin DMP Co., Ltd의 제품으로, 각각 DLC-5054IR1-Z0-05 (IR), DLC-5054RE1-Z0-05 (Red) , DLC-5054YE1-Z0-05 (Yellow) 이다. LED를 방열판 역할의 메탈 PCB에 부착하고, 동일한 파장의 PCB 두 개를 연결하여 각 파장별 array를 구성하였다. 사용된 LED 칩의 크기는 5.4×5 (mm) 이며, 메탈 PCB는 가로, 세로 각 20 mm 이다. 제작된 LED array의 출력은 구동전압 5 V, 전류 50 mA 에서 적색이 평균 10.7 mW/cm², 황색이 평균 1.8 mW/cm², 적외선이 평균 5.5 mW/cm² 의 광출력을 갖는다. 또한 균일한 광조사를 위하여 human cell과 광원 사이의 거리를 20 mm 떨어뜨린 위치에서 측정하였다.

세포내 작용을 알아보기 위한 human cell 배양 및 결과 확인은 경희대 피부 생명공학센터에 의뢰하여 이루어졌다. 각각의 LED array를 10, 20, 40 분 간격으로 human cell plate에 조사하고, 조사하지 않은 경우와 비교하여 wound healing, cell regeneration에 대한 결과를 확인하였다.

III. 실험 결과

Wound healing에 대한 효과를 알아보기 위하여 배양된 human cell plate에 scratching을 하고, 각각의 LED array를 10, 20, 40분간 조사하여, 그렇지 않은 경우와 injury line을 비교하였다. 아래의 그림 1은 각각의 LED array에서 조사 시간 차이에 따른 wound healing 결과를 나타낸 그래프이다.

그림 1의 (a)는 적색광 (650 nm), (b)는 황색광 (590 nm), (c)는 적외광 (850 nm) 에서의 조사 시간 별 injury line의 수치를 나타낸 것으로, (b)에서는 조사하지 않았을 때의 injury line 길이는 701.1 μm 로 10, 20, 40분간 광을 조사한 후의 길이인 686.41~714.9 μm 와 큰 차이는 없었다. (c)의 경우 또한 조사하지 않은 상태의 길이가 633.79 μm일 때, 각 10, 20, 40 분간 조사 후의 길이가 621.7~622.24 μm 로 큰 차이가 없음을 확인하였다. 그러나 (a)의 경우, 10분간 조사한 경우 368.92 μm, 20분간 조사한 경우 298.04 μm, 40분간 조사한 경우 491.22 μm 로 조사하지 않은 경우 604.36 μm 와는 확연히 다른 값을 나타내는 것을 알 수 있으며, 그 중에서도 20분간 조사한 경우의 효과가 가장 좋은 것을 알 수 있다. 이는 다량의 광이 조사될 경우, 일정 수치 이상에서는 광저해

(photoinhibition) 효과 등에 의하여 오히려 효율이 떨어질 수도 있음을 나타낸다. 또한 적색광이 20분간 조사된 경우와 적외광이 40분간 조사된 경우, 각각 12 J/cm² 와 13.2 J/cm² 으로 비슷한 dose 량을 가짐에도 불구하고 wound healing 효과에서 차이가 생기는 것을 보아, dose 량이 아닌 파장의 특성에 의한 효과로 볼 수 있으며, 즉 wound healing에 있어서 적색광이 효과적임을 나타내는 것이다.

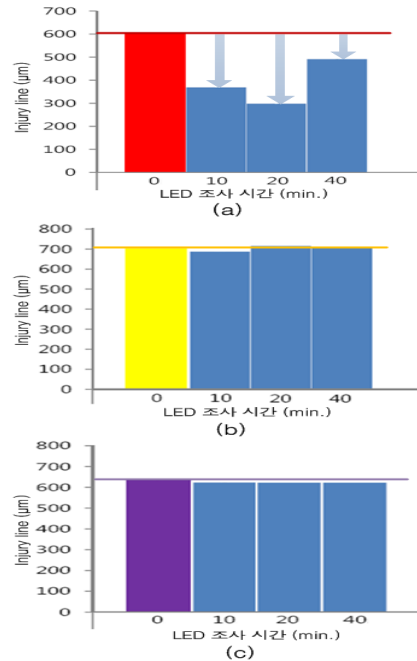


그림 1. 각각의 LED array에서 조사 시간의 차이에 따른 wound healing 효과 ((a) Red (b) Yellow (c) IR)

동일한 광원을 이용하여 cell regeneration에 대한 실험을 수행하였다. 배양된 human cell plate에 UV-A 5 J/cm² 와 UV-B 50 mJ/cm² 의 광을 조사하여 세포를 손상 시킨 후, 각 파장의 LED array를 이용, 시간 별 광조사를 수행하였다. 아래의 그림 2는 wst-1 assay를 통해 세포 생존율을 측정된 결과 그래프이다.

그림 2에서 보는 바와 같이 (a)의 적색광과 (c)의 적외광에서는 광을 조사하지 않은 경우와 비교하여 크게 변화된 수치를 보여주지 않는다. 그러나 (b)의 황색광은 20분간 조사한 경우, 조사되지 않은 경우와 비교하였을 때 그 차이가 큰 것을 알 수 있다.

그리고 이러한 차이는 dead cell staining assay를 수행한 그림 3을 보면 더욱 확연히 알 수 있다. Dead cell staining assay는 손상된 세포에 붉은 염료를 침투시켜 발광되는 분포를 확인할 수 있는 시험 방법으로, 손상된 세포가 많을수록 붉

은색 발광이 많이 나타난다.

IV. 결 론

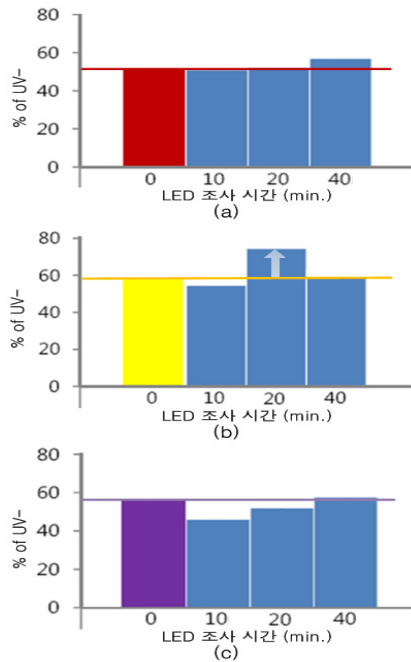


그림 2. 각각의 LED array에서 조사 시간의 차이에 다른 cell regeneration 효과 ((a) Red (b) Yellow (c) IR)

그림 3의 (c)를 보면 광조사가 이루어지지 않은 (a)의 경우와 비교하여, 발광의 정도가 현격히 줄어들어 있는 것을 알 수 있다. 또한, 40분간 조사가 이루어진 (c)의 경우가 20분간 조사가 이루어진 (b)의 경우에 비하여 그 효과가 더 낮은 것을 알 수 있는데, 이는 wound healing 효과를 확인하는 실험의 경우와 마찬가지로 일정량 이상의 광량이 조사되면 효율이 떨어진다는 것을 나타낸다.

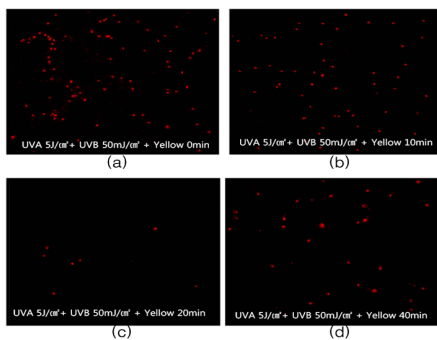


그림 3. Yellow LED array 조사 시간에 따른 dead cell staining assay ((a) 0 min. (b) 10 min. (c) 20 min. (d) 40 min.)

적색광 (620-750 nm)과 황색광 (570-600 nm), 그리고 적외광 (750~1.5 μm)의 LED를 이용하여 LED array를 제작하고, 배양된 human cell plate에 각기 다른 조건으로 조사 후 wound healing assay, cell regeneration assay를 수행하였다. 각 LED array 조사 시간은 10, 20, 40 분으로 달리 하였으며, LED array와 조사 대상인 human cell plate 사이에 20mm의 거리를 두어 균일한 광조사를 확보, 파장과 조사 시간 별 차이점을 확인 및 분석하였다.

그 결과, wound healing에 있어서 적색의 LED array를 조사한 경우, 모든 시간대에서 효과가 나타났으며, 그 중에서도 20분간 조사한 경우가 가장 좋은 것을 확인하였다. 또한, cell regeneration에 있어서 황색의 LED array를 20분간 조사한 경우 그 효과가 가장 좋은 것을 알 수 있었다. 즉, 적색광은 wound healing, 황색광은 cell regeneration에서 photo-rejuvenation 효과를 얻을 수 있다. 반면 적외광의 경우, 모든 경우에서 효과를 얻지 못하였다.

본 결과는 조사 시간 별 단일 조사 경우의 결과로, 미용기기의 반복적인 사용을 고려할 때, 효과는 달라질 수 있을 것으로 생각된다. 또한, 상대적으로 낮은 황색광의 광량을 높여주거나, 반복조사를 기초로 조사 시간 및 광량 등의 변수를 달리할 경우 등, 여러 조건의 변화에 따라 최적 수치는 변화할 것으로 생각된다. 이에 우리는 다수 LED의 배열과 조사 광량, 조사 시간 등 여러 변수 변화에 따른 결과를 확인하여, 실제 광조사 피부 미용기기에 최적화 할 수 있는 연구를 계속 진행할 예정이다.

참고문헌

- [1] Daniel Barolet, "Light-Emitting Diodes (LEDs) in Dermatology", Seminars in Cutaneous Medicine and Surgery, vol.27, pp.227-238, 2008
- [2] Robert A. Weiss, Margaret A. Weiss, Roy G. Geronemus, David H. McDaniel, "A novel non-thermal non-ablative full panel LED photomodulation device for reversal of photoaging : Digital microscopic and clinical results in various skin types", Journal of Drugs In Dermatology, 3(6), pp.605-610, 2004
- [3] Peter Bjerring, "Photorejuvenation - An overview", Med.Laser Appl., 19, pp.186-195, 2004
- [4] Ying-Ying Huang, Aaron C.-H. Chen, James D. Carroll, Michael R. Hamblin, "Biphasic dose response in low level light therapy", Dese Response., 7(4), pp.358-383, 2009