자외선 조사에 의한 피부 반응의 디지털 영상분석

■ 이동엽, 두영택¹, 이정우¹

선문대학교 물리치료학과, ¹광주여자대학교 물리치료학과

Analysis of Digital Images of Skin Reaction Induced By Ultraviolet Irradiation

Dong-Yeop Lee, PT, PhD; Yeong-Taek Doo, PT, PhD¹; Jeong-Woo Lee, PT, PhD¹

Department of Physical Therapy, Sunmoon University; ¹Department of Physical Therapy, Kwangju Women's University

Purpose : The purpose of this study was to analyze skin reactions induced by ultraviolet irradiation using digital imagery.

Methods : We recruited 15 women and ultraviolet irradiation was applied to their lumbar area. (The degree of inflammatory reaction was set on the basis of the third erythema dose. Image analysis was divided by Photoshop CS (8 bit RGB scale and gray scale). Then, images were processed using Image Pro Plus 4.5 program analyzing R, G, B, chromatic red value, luminance value and gray value.

Results : As a result of analyzing changes in RGB scale, there were statistically significant differences in R, G, and chromatic red values. As a result of analyzing changes in gray scale, there were statistically significant differences in gray value. Analysis of changes in B and luminance values showed that there was no statistically significant difference.

Conclusion : This study found that ultraviolet irradiation had influence on RGB and gray scale. These results suggest that changes to digital images on skin reaction by ultraviolet irradiation are related to erythema. In particular, these changes are related to R and gray values.

Key words : Digital image, skin reaction, Ultraviolet

논문접수일 : 2010년 11월 3일

수정접수일 : 2010년 11월 16일

게재승인일 : 2010년 11월 22일

교신저자 : 이정우, jwlee@kwu.ac.kr

I. 서론

태양광선은 전자기파의 연속된 스펙트럼으로 구성되어 있으며, 파장에 따라 자외선(45%), 가시광선(5%), 적외선(50%)의 세 가지의 주된 파장으로 구분되며, 파장에 따라 장파인 자외선A (315~400nm), 중파인 자외선B (280~315nm), 단파인 자외선C (100~280nm)로 나뉘어 진다.²⁻⁴ 오존층은 약 310nm까지 자외선을 흡수하여, 모든 자외선C와 대부분의 자외선B (95%)를 소멸시키는 데,¹ 자외선A는 모두 흡수되지는 않는다.⁵ 자외선 중 자외선A는 우리에게 전달되는 태양광선의 95% 이상을 구성하고 있으며,¹ 자외선B와 비교할때, 피부의 진피와 표피로 깊게 투과되는 장파

로 즉시 태우는 효과(tanning effect)에 있어서 약 1,000배 정도로 더욱 효과적인데, 이것은 표피에 있는 멜라닌이 어둡게 하는 것에 의해 유발된다.³ 자외선B는 더욱더유전독성효과(genotoxic effect)가 있으며, 자외선A보다 일광화상(sunburn)을 야기하는 능력이 약 1,000배 정도이다.¹ 이러한 자외선(UV)은 비타민 D₃를 형성하거나 건선과 백반증과 같은 피부질환의 치료에서 약물과 함께 적용하는 것처럼 유익한 효과를 일부 가지고있으나, 여러 급성 및 만성 유해한 피부효과를 야기시켜, 악성피부종양을 야기시킬 수 있다.¹ 자외선은 연구자에 따라 파장이 조금씩 다르게 구분되는데, Huang 등⁶은 자외선은 파장이 긴 순서에따라 자외선A (320~400nm), 자외선B (280~320nm), 자외선C (200~280nm)

로 구성되어 있으며, 세포가 자외선에 노출되면 AP-1, NFkB 등의 전사인자를 활성화 시키는 등 세포의 많은 변화를 유발시킨다고 보고하였다. 또한 피부에 대한 자외선 조사는 단백질이나 핵산 등에 의해 흡수되어 광화학적 작용으로 인해 홍반 형성, 색소 침착, 상피 형성, 살균 효과, 비타민 D 합성 및 간접 반응에 의한 신경호르몬 효과 등을 유발시키는 것으로 보고되고 있다.⁷ 또한 자외선에 의해 유리된 'H물질'에 의해 모세혈관이 확장하며, 축삭 반사에 의한 세동맥 확장, 모세혈관 벽의 투과성 증대에 의한 조직 내 체액의 삼투현상을 유발시켜, 염증반응이 발생한다.⁸

자외선 조사와 관련한 연구에서 피부반응에 대한 측정으로는 과거에는 대부분 눈으로 관찰에 의한 홍반반응에 대한 연구들⁹⁻¹¹이나 부종의 두께를 측정한 연구¹²가 대부분이었으나, 최근에는 항염증효과에 대한 세포염색치리를 통한 사이토카인 등을 측정을 한 연구¹³ 등도 보고되기 시작하였으며, 자외선 조사 이외의 다른 처치에 의해 유발된 피부염증 반응이나 상처치유에 관한 연구들에서는 더욱 더 나아가 영상학적 분석 방법들에 의한 평가 연구들^{14,15}이 도입되어 평가도구에 있어서 좀 더 정량적인 평가가 이루어지기 시작하였다. 이렇듯 자외선 조사와 관련한 대부분의 연구들을 살펴보면 피부과와 같은 의학분야들의 연구들^{9,11-13}이 대부분이고 물리치료분야에서는 박래준 등¹⁶의 자외선 조사기 특성에 관한 연구와 이한기 등¹⁷의 동물을 대상으로 한 혈관의 변화연구 등이며, 다른 연구는 찾아보기도 힘든 실정이다. 따라서 물리치료학 분야에 있어서의 자외선과 관련된 기초자료나 이와 관련된 치료에 대한 근거들의 연구에 대한 필요성은 대단히 요구되고 있다. 따라서 본 연구의 목적은 자외선 조사로 인한 피부반응을 살펴보고 이를 영상분석으로 정량화 함으로써 향후 자외선 조사로 인한 피부 반응과 관련한 치료 분야에 기초자료를 제공하고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구대상자

연구대상자는 건강한 20대 여성 15명의 지원자를 선발하였다. 선정기준은 광 과민성 약물을 복용하지 않는 자, 감각 장애가 없는 자, 피부 질환이 없는 자로 한정하였다. 실험 전에 대상자들에게 실험에 대한 전반적인 과정을 설명하고 실험 참여 동의서를 받은 후에 연구를 진행하였다.

연구대상자들의 평균 나이는 21.5 ± 0.9 세, 평균 신장은 161.1 ± 4.1 cm, 평균 체중은 54.3 ± 5.8 kg 이었다(표 1).

표 1. 연구 대상자의 일반적인 특성

	평균±표준편차	최소값	최대값
나이(세)	21.5 ± 0.92	20	245
신장(cm)	161.1 ± 4.11	151	171
체중(kg)	54.3 ± 5.8	43	66

2. 자외선 조사 방법

자외선 조사는 파장이 311.60nm인 HOHENSONNE 3030 (ORIGINAL HANAU, 독일)을 사용하였다. 자외선 조사 시 대상자는 침대에 엎드린 자세에서 오른쪽 1번 허리뼈 가시돌기(L1 spinous process)에서 2.5cm 떨어진 부위에 지름 2cm의 구멍이 뚫린 천을 올려 놓고 고정한 후 허리부위에 구멍의 둘레를 따라 선으로 표시를 한 후에 자외선램프와 허리 사이의 거리를 30cm로 정하였다. 자외선 조사 강도는 최소 홍반량의 5배¹⁸인 3도 홍반 용량을 기준으로 설정하였으며, 조직 손상의 위험성을 배제하기 위하여 자외선 조사 시 10분 적용 한 후, 1분의 휴식을 주어 총 5분을 적용하였다.

3. 디지털 영상분석 방법

디지털 영상분석은 디지털 카메라(KENOX U-CA4, Samsung Co., 한국)를 사용하여 측정하였다. 디지털 영상 촬영 시 대상자는 엎드린 자세를 유지한 후, 측정부위와 카메라렌즈까지의 거리는 30cm로 하였고, 빛의 반사나 그림자 등이 발생하지 않도록 하기 위하여 실내의 조명을 차단한 상태에서 대상자 양쪽 옆쪽에 조명을 설치하였다. 영상은 자외선 조사 전과 대부분의 대상들에게서 최소 홍반 반응이 나타난 시간인 자외선 조사 후 30분 뒤에 측정하여 총 2회 측정하였다. 촬영된 이미지는 원본의 8비트 RGB scale과 Photoshop CS (adobe, 미국)를 이용한 8비트 Gray scale로 변환 후 각각 image pro plus 4.5 프로그램(Media Cybernetics, 미국)을 사용하여 분석하였다. RGB 이미지에서 각각 Red, Blue, Green, Chromatic red, Luminance 값을 분석하였고, Gray 이미지에서 Gray 값을 분석하였다. 또한 이미지에서 분석된 Red, Blue, Green, Gray 값은 각 이미지의 화소값(pixel value)을 사용하였고, Chromatic red와 Luminance는 다음과 같은 식으로 값을 산출하였다.¹⁹

$$\text{Chromatic red (r)} = \frac{R}{R+G+B} \times 100$$

$$\text{Luminance (L)} = \frac{R+G+B}{3}$$

4. 자료분석

통계학적 분석은 윈도우 용 SPSS 12.0 프로그램을 사용하였으며, 단일표본 Kolmogorov-Smirnov 검정을 통하여 측정항목들의 정규분포 유·무를 분석한 결과, 정규분포 가정을 만족한 것으로 나타났다. 모든 측정항목들의 전, 후 평균차이 비교는 대응표본 t-검정(paired t-test)을 실시하였다. 통계적 유의성을 검정하기 위한 유의 수준 α 는 0.05로 설정하였다.

III. 결과

1. RGB scale의 변화

자외선 조사 후 RGB scale의 변화를 분석한 결과, R, G, Chromatic red값은 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났으나($p < 0.001$), B값과 Luminance값의 변화는 통계적으로 차이가 없는 것으로 나타났다. R값은 적용 전 160.65 ± 4.81 에서 적용 후 30분에 172.93 ± 6.04 로 높아졌으며, G값은 적용 전 139.31 ± 2.76 에서 적용 후 30분에 115.39 ± 8.69 로 낮아졌고, Chromatic red값은 적용 전 39.07 ± 1.06 에서 적용 후 30분에 43.66 ± 1.87 로 높아지는 것으로 나타났다(표 2).

표 2. RGB scale의 변화

항목	적용 전	적용 후 30분	t	p
R	160.65 ± 4.81	172.93 ± 6.04	-6.501	0.000
G	139.31 ± 2.76	115.39 ± 8.69	11.374	0.000
B	111.27 ± 7.08	108.27 ± 11.04	0.879	0.394
Chromatic red	39.07 ± 1.06	43.66 ± 1.87	-5.507	0.000
Luminance	137.08 ± 2.99	132.20 ± 6.07	1.187	0.225

평균±표준편차

2. Gray scale의 변화

자외선 조사 후 Gray scale의 변화를 분석한 결과, Gray값은 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다($p < 0.001$). Gray값은 적용 전 143.63 ± 1.50 에서 적용 후 30분에 135.98 ± 1.60 로 낮아지는 것으로 나타났다(표 3).

표 3. Gray scale의 변화

항목	적용 전	적용 후 30분	t	p
Gray	143.63 ± 1.50	135.98 ± 1.60	163.832	0.000

평균±표준편차

V. 고찰

본 연구는 자외선 조사로 인한 피부반응을 살펴보고 이를 디지털 영상분석 한 결과 RGB scale에서 R값, Chromatic red값은 자외선 조사 후 30분에 높아지는 것으로 나타났고, G값은 낮아지는 것으로 나타났다. 또한 B값과 Luminance값은 변화가 없는 것으로 나타났다.

Chromatic red는 R, G, B값의 총 값에대한 R값의 비율로서 Chromatic red값의 증가는 삼원색 중에서 붉은 색의 비율이 증가했음을 의미하는데, 이러한 Chromatic red값의 감소는 선행연구²⁰에서 홍반 반응의 감소를 의미하는 것으로 알려져 있으며, 창상을 일으킨 동물에서 침전극 전기자극의 치유 효과를 살펴본 연구에서도 Chromatic red값이 감소하는 것으로 보고되었다.²¹ 본 연구에서도 위와 같은 선행연구들에서 보고된 것처럼 자외선 조사 후 30분에도 이미홍반 반응이 나타나기 시작해서 Chromatic red값도 이시기에 높아진 것으로 생각된다. 또한 자외선조사로 발생되는 'H물질'이 홍반 반응과 같은 염증 반응을 일으키는 것으로 알려져 있어,²² 자외선조사 후 홍반으로 인한 염증반응의 증가가 나타난 것으로 생각된다. 이밖에 자외선 조사로 인한 피부반응은 자외선조사 후 30분에는 R값이 높아지고, G값은 낮아지며, B값은 변화가 없는 것으로 생각되나, 이러한 각각의 삼원색의 변화에 대한 선행연구들을 거의 찾을 수 가 없었기때문에 앞으로 이와 관련된 연구들이 필요할 것으로 생각된다. 그러나 확실한 점은 자외선 조사 후 30분에 홍반 반응의 발생과 관련된 값으로는 R, G, Chromatic red값으로 이들 항목들은 향후 자외선 조사와 관련된 피부반응을 평가하는 지표로 활용될 수 있을 것으로 생각된다.

Luminance의 변화를 분석한 결과, 자외선 조사 후 30분에는 변화가 없는 것으로 나타났는데, 이러한 결과는 Luminance가 상처 부위에서 이루어지는 조직 치유의 균질성을 의미하며, 그 부위의 밝기를 나타내는 것으로 보고된 선행연구²⁰와 Kim등²³의 비색계를 이용한 피부색을 측정 한 연구에서 밝기는 멜라닌 합성으로 인해 나타나는 색소 침착을 반영한 것이라 보고한 것으로 볼 때, 본 연구에서는 자외선 조사 후 30분에 측정하였기 때문에 아직 충분한 색소 침착이 나타나지 않았기 때문인 것으로 생각된다. 또한

Luminance값은 R, G, B값의 평균을 의미하기 때문에, 본 연구에서 R값과 G값은 서로 반대의 경향을 보였고, B값은 변화를 보이지 않았기에, Luminance값이 변화가 없었음을 알 수 있었다.

Gray scale에서 Gray값은 자외선 조사 후 30분에 낮아지는 것으로 나타나 Gray값이 낮을수록 어두운 것을 의미하는 것으로 볼 때, 자외선 조사 후 30분에도 홍반반응과 함께 Gray값도 변화가 나타나며, 이러한 Gray값도 역시 자외선 조사와 관련된 피부반응을 평가하는 지표로 활용할 수 있을것으로 생각된다. 따라서 Gray값의 변화는 자외선 조사 30분 후에 Chromatic red의 변화와 함께 나타날 수 있는 것으로 생각된다.

본 연구의 제한점으로는 자외선 조사 후 30분에 측정하여 시간에 따른 변화 과정 전반에 대한 평가가 이루어 지지 않았기 때문에, 이를 전체 시간의 변화로 생각하고 확대 해석하는 것은 어려움이 있다. 따라서 향후에는 다양한 시간대의 변화 등을 측정하여 자외선 조사로 인한 피부반응의 디지털 영상분석에 대한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

V. 결론

본 연구에서는 자외선 조사 30분 후에 RGB scale에서 R값과 Chromatic red값의 증가 및 G값의 감소가 나타났으며, B값과 Luminance값은 변화가 없는 것으로 나타났다. 또한 Gray scale 값의 감소가 나타났다. 따라서 자외선 조사로 인한 피부반응에 대한 영상분석의 특성은 홍반 반응이 발생함에 따라 일부 항목의 변화도 함께 나타나는 것을 알 수 있었으며, 이중에서도 특히 RGB scale의 R값과 Gray scale값의 변화가 홍반 반응과 관련되어 있음을 알 수 있었다. 따라서 이러한 자료는 향후에 자외선 조사로 인한 피부반응과 관련한 연구들에 있어서 기초 자료로 활용될 수 있을 것으로 생각된다.

참고문헌

1. Svobodova A, Walterova D, Vostalova J. Ultraviolet light induced alteration to the skin. Biomed Pap Med Fac Univ Palacky Olomouc Czech Repub. 2006;150(1):25-38.
2. Hussein MR. Ultraviolet radiation and skin cancer: Molecular mechanisms. J Cutan Pathol. 2005;32(3):191-205.
3. Clydesdale GJ, Dandie GW, Muller HK. Ultraviolet light induced injury: Immunological and inflammatory effects. Immunol Cell Biol. 2001;79(6):547-68.
4. Duthie MS, Kimber I, Norval M. The effects of ultraviolet radiation on the human immune system. Br J Dermatol. 1999;140(6):995-1009.
5. de Gruijl FR, van der Leun JC. Environment and health: 3. Ozone depletion and ultraviolet radiation. CMAJ. 2000;163(7):851-5.
6. Huang C, Ma W, Bowden GT et al. Ultraviolet b-induced activated protein-1 activation does not require epidermal growth factor receptor but is blocked by a dominant negative pkclambda/iota. J Biol Chem. 1996;271(49):31262-8.
7. 김진환, 박재경, 허충림 등. UVB 반복조사가 배양 인체 멜라닌 세포의 형태학적 변화와 증식 및 멜라닌화에 미치는 영향. 대한피부과학회지. 1994;32(6):1035-45.
8. 박래준. 전기치료학. 1판. 정담미디어, 2008:171-172.
9. 김정애, 윤재일. UVA 조사가 UVB에 의한 홍반 반응에 미치는 영향. 대한피부과학회지. 1986;24(5):594-601.
10. 윤재일. 자외선에 의한 피부반응. 방사선조사학회지. 1995;20(3):181-6.
11. 김유찬, 송원근. 한국 청년층에서 조사 부위에 따른 UVB의 최소홍반량 비교. 대한피부과학회지. 1998;36(2):261-5.
12. 여운철, 김기호, 조미경 등. 자외선에 의한 피부 염증 반응 : C57bl mouse의 귀부종 반응. 대한피부과학회지. 1989;27(6):650-4.
13. 조재위, 이규석. HacaT 각질형성세포에서 자외선 b에 의하여 유도되는 염증성 사이토카인에 대한 curcumin의 항염증 효과. 대한피부과학회지. 2009;47(2):121-6.
14. 송지현. 염증유발 백서에서 LED 파장에 따른 항염증 및 항통각 효과. 동신대학교 대학원 석사학위논문. 2010.
15. 홍석진. 자극성 피부염의 홍반에 대한 정량적 평가방법에 관한 연구: 새로운 피부색 분포분석법을 이용한 연구. 고려대학교 대학원 박사학위 논문. 2002.
16. 박래준, 이윤미, 조용호 등. UVB조사기의 홍반 발생 특성과

- 안정성에 관한 연구. 대한물리치료학회지. 2006;18(3):79-87.
17. 이한기, 홍용근, 김경. 쥐의 적출 대동맥에 자외선 조사로 유발된 photorelaxation 기작의 생리학적 특성. 대한물리치료학회지. 2003;15(2):146-56.
18. 함용운. 광선치료학. 4판. 현문사, 1995:98.
19. Hansen GL SE, Kokate JY et al. Wound status evaluation using color image processing. IEEE Trans Med Imaging. 1997;16(1):78-86.
20. Hopkins JT MT, Seegmiller JG et al. Low-level laser therapy facilitates superficial wound healing in humans: A triple-blind, sham-controlled study. J Athl Train. 2004;39(3):223-9.
21. 공광식. 백서의 창상 유발모델에서 침전극 전기자극의 창상치유 개선효과. 동신대학교. 석사학위논문. 2009.
22. 한동욱, 남형천, 박래준. 광선치료학. 5판. 대학서림. 2005:167.
23. Kim JS, Park SW, Choi TH et al. The evaluation of relevant factors influencing skin graft changes in color over time. Dermatol Surg. 2008;34(1):32-9.