

색채치료에 이용되는 가시광선 제시 시스템 개발

오성섭, 양길태, 유충기, 홍철운*, 송철규*, 김남균*, 이강민**
휴먼센스 (주), 전북대 생체공학과*, 전북대 분자생물학과**

Development of visible light stimulation system for color therapy

S. S. Oh, G. T. Yang, C. K. You, C. U. Hong*, C. G. Song*, N. G. Kim*, K. M. Lee**

HumanSense Tec.,

*Dept. of Bionics, Chonbuk National University

**Faculty of Biological Sciences, Chonbuk National University

Abstract

본 연구는 가시광선영역에서 각각의 색을 구현하여 색채치료에 이용하기 위한 시스템을 개발하는데 있다. 사용된 광원은 에너지 빔도가 전파상에 걸쳐서 일정한 Dichroic reflector hallogen lamp를 사용하였고, 광원에서 발생하는 적외선을 차단하기 위하여 IR filter를 사용하였다. 색채치료에 사용 가능한 순수한 파장의 색을 분리하기 위하여 long pass filter와 short pass filter로 구성되는 color filter set을 사용하여 구성하였다. 개발된 가시광선 제시 시스템은 빨강, 파랑, 노란 광을 낼 수 있도록 되어 있으며 각각의 광도는 2390 lx, 1020 lx, 17400 lx이다. 개발된 시스템의 객관적 효과를 검증하기 위하여 피부 서식균으로 항균 실험을 한 결과 노란 광이 빨강이나 파란 광에 비해 세포성장 억제 효과가 컸다. 대식세포와 피부암세포로 실시한 항염 실험은 각각의 색광에 대한 영향이 크지 않았다.

Keyword : color therapy, visible light, inflammation, anti-virus

1)

광선치료(photo-therapy)는 자외선, 가시광선, 적외선 복사를 이용하여 질병 및 손상부위를 치료하는 것이다. 광의 치료효과에 대한 연구는 19세기부터 적색광과 자외선을 이용한 덴마크의 Niels R. Finsen부터 시작되었다[1].

일반적으로 적외선은 700~15,000 nm 파장을 가진다. 적외선은 신체 표면에 열효과를 일으키며 아픈 부위에 적용하기 쉽고 진열을 줄 수 있으며 사용과 관리가 편리한 장점이 있다. 그러나 반복된 노출에 의하여 화상을 입거나

침착(pigmentaion)과 갈라짐과 같은 부작용이 생기기도 한다.

자외선은 15~297 nm 파장을 가지며 피부상처, 종기, 동상 등의 피부질환이나 살균작용을 하지만 인공적인 광원을 사용함으로써 발생하는 특이한 냄새로 인한 거부감이 있고, 광과민성 질환을 가진 사람에게는 적용하기 힘들다[2].

가시광선에 대한 연구는 Robert Gerald에 의한 방대한 양의 임상적인 자료들이 제공되고 있고, 최근에는 Morton Walker 등 많은 연구자들에 의해 연구들이 진행되고 있다[3]. 가시광선은 열반응이 없기 때문에 고온으로 인한 통증이 없다. 또한 광화학작용으로 세포

본 논문은 2000년 보건복지부 보건의료기술연구개발사업(HMP-00-1P-31400-0030)의 연구비 지원으로 이루어 졌음.

의 신진대사를 증가시키고 세포합성을 촉진시켜, 혈액순환 개선, 백혈구의 저항능력증가로 진통을 억제하고 상처를 아물게 하는데 좋다 [3].

본 연구는 적외선과 자외선을 차단하고 가시광선만을 이용하여 색채치료에 사용 가능한 순수한 파장의 색을 분리하여 각 색별로 적용이 가능한 시스템을 개발하고자 하였다.

또한 개발된 시스템은 여러 가지 황반, 황반 세포 실험을 통하여 객관적으로 효과를 검증하고자 하였다.

시스템 구성

본 연구에서 개발된 다기능 광치료기는 광원, color filter, light guide, 냉각팬, 제어부로 구성되어 있다. 기계적 구성은 color filter와 제어부 및 냉각팬이 담긴 광치료기 본체와 light guide가 들어가는 목 부분으로 크게 나누어진다.

1. 광원

광원은 에너지밀도가 일정하며 가시광선의 전영역에 고루 파장이 분포하는 것을 선택해야 한다. 25 Lm/W의 비교적 높은 광속효율을 가지는 할로겐 램프(Dichroic Reflector Hallogen Lamp)는 램프의 석영유리표면에 가시광 투과 적외선 반사막이 형성되어 있어 텅스텐 필라멘트로부터 방사된 가시광을 전면으로 반사하고 불필요한 열선(적외선)을 후방으로 80% 이상을 투과시킨다. 할로겐 램프는 메탄 할라이드 램프에 비하여 가시광선대역의 파장단위별 빛에너지(energy)가 일정하여 고른 색을 얻을 수 있다. 후방으로 투과되고 남은 20%의 열선은 IR filter를 광원 전면부에 배치시켜서 cut-off 시켰다. 램프는 초심거리가 44.5 mm로 짧고 색온도가 3250 K로 난 EKE type 21V 150W 램프를 사용하였다.

2. color filter

가시광선의 원하는 색 영역을 얻기 위하여 long pass filter와 short pass filter를 각각

1set씩 사용하였다.

color filter set은 원형의 필터고정 하우싱에 장착하여 stepping motor로 하우싱을 회전시켜 한 개의 광원으로 여러 가지의 색을 변화시켰다.

3. light guide

light guide는 투과율이 일정하고, 균일한 굴절도의 광을 얻을 수 있는 광섬유(optic fiber)를 사용하였다. 표 1과 같이 광섬유는 유리섬유(glass optic fiber)와 플라스틱섬유(plastic optic fiber)가 있는데 광투과율에서는 큰 차이를 보이지 않지만 고온의 열을 견딜 수 있는 내열성을 고려하여 유리섬유를 선정하였다

표 1. optical fiber의 특성

종 류	Glass Optic Fiber		Plastic Optic Fiber	
Fiber경	50 μ m		500 μ m	
Core경	45 μ m		436 μ m	
내열성	표준형	180 $^{\circ}$ C	표준형	80 $^{\circ}$ C
	특수형	300 $^{\circ}$ C		
출광각도	약 70 $^{\circ}$		약 60 $^{\circ}$	
내굴곡성	△		○	
내열성	○		×	
내약품성	○		×	

4. 냉각팬

할로겐 광원은 많은 열을 방출하기 때문에 시스템의 안전과 광원의 수명을 증대시키기 위해서 효율적인 냉각시스템이 갖추어져야 된다. 시스템은 의료용으로써 실내에서 사용되기 때문에 배출 풍량 뿐만 아니라 소음도 중요한 요인이 된다. 저소음 냉각팬을 광원과 본체에 부착하여 소음을 줄이고 냉각효율을 높였다.

4. 제어부

그림 1과 같이 전체적인 제어는 프로그램 가능한 PIC 프로세서를 사용하였으며 복수개의 입출력 포트를 통해 각종 신호의 처리와 stepping motor제어를 입출력 할 수 있게 하였다. 설정시간은 기본 10분이고 1 ~ 60분까지 변경 가능하게 되어 있다.

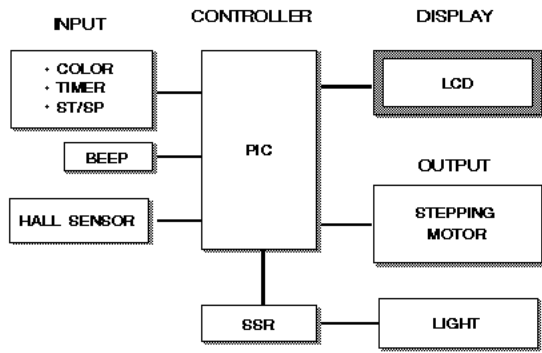


그림 1. 시스템 블록선도

실험 방법

개발된 시스템의 객관적 효과를 검증하기 위하여 항균 및 항염실험을 실시했다.

항균실험을 하기 위하여 *Malassezi furfur* cell(피부서식균)을 배양액에서 배양하여 흡광도를 측정하였다. 피부서식균을 채취하여 두 개의 5ml의 배지에서 12시간 정도 배양한 후에 두 개의 플라스크에 분주하여 배양하였다. 한쪽 플라스크에는 색광을 조사하여주고, 다른 플라스크에는 색광을 조사하지 않으면서 4시간마다 흡광도 값을 측정하였다. 이같은 실험을 빨강, 파랑, 노란 광원 하에서 각각 실시하고 성장곡선을 작성하였다.

항염실험을 하기 위하여 RAW264.7 cell(대식세포주)과 B16/F10 mouse melanoma cell(흑색종 유래 피부암세포)을 약24시간 주기로 10% FBS/RPMI1640 배양액을 교체하여 주며 37°C, 5% CO₂ 세포배양기에서 배양한 후 NO 생성작용과 세포 활성도를 측정했다. NO생성의 측정은 10% FBS/RPMI 배양 중인 RAW264.7 세포를 세포배양 용기(24 well)에 well당 2 x 10⁵세포로 분주하여 4시간 정치시켜 부착시켰다. NO 생성을 활성화시키기 위하여 Interferon- γ (IFN- γ)와 10ng/ml lipopolysaccharides (LPS)을 전처리 하거나 동시에 처리하여 24시간 자극한 후 세포배양액 내의 nitrite(NO₂)양을 측정하였다. 흡광도값을 측정하기 위하여 100 μ l의 세포배양액과 동량의 Griess reagent(1% sulfanilamide / 0.1% naphthylenediamine dihydrochloride /

2.5% H₃PO₄)를 혼합하여 실온에서 10분 반응시킨 후, Titertek Multiscan MCC/340 (Flow Laboratories, Ins., MD, U.S.A.)을 이용해 540 nm에서 측정하였다. 세포의 활성도는 MTT (3-[4,5-Dimethylthiazol-2-yl]-2,5-diphenyl-tetrazolium bromide) assay로 측정하였다. 세포배양용기로부터 부유세포를 제거한 후 배양액에 용해한 MTT 0.5mg/ml를 각 well에 넣고 다시 4시간 배양기에서 반응시킨다. 생존 세포에 의해 형성된 formazan 결정을 200 μ l의 DMSO (dimethylsulfoxide)로 용해시킨 후 분광광도계를 이용하여 540nm에서 흡광도를 측정하였다.

결과

표 2. 시스템의 각 color 당 조도

조도측정 (150W, 거리 5cm)			
COLOR	RED	BLUE	YELLOW
조도(LUX)	2390	1020	17400
주파장(nm)	632	467	588

개발된 색채치료 시스템의 각 color의 조도는 출광부에서 50mm 떨어진 거리에서 전자식 조도계(CHROMA METER, CL-100, MINOLTA)로 측정된 결과 표 2와 같다.

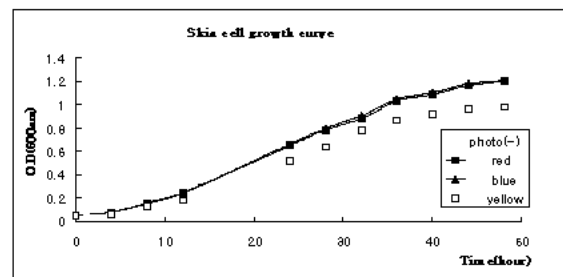


그림 2. *Malassezia furfur* cell에 미치는 광 효과

항균 실험에 대한 결과는 그림 2에서 보는 바와 같이 *Malassezi furfur* 피부균은 노란 광에서 세포성장 억제제가 색채 제시를 하지 않은 상태(control)에 비하여 21.4%(P<0.03) 낮게 나타났기 때문에 노란 광에서 세포억제가 가장 크게 나타

났다. 그러나 빨간 광과 파란 광에서는 차이가 나타나지 않았다.

대식세포가 과도한 NO를 생성 할 때에는 염증반응을 증가시키게 되는데 그림 3과 같이 대식세포로 항염 실험을 수행한 결과 색광을 조사 하지 않았을 때와 했을 때의 차이가 모두 1%를 넘지 않았다. 따라서 대식세포에 대한 색광에 의한 영향은 거의 없는 양상을 보였다.

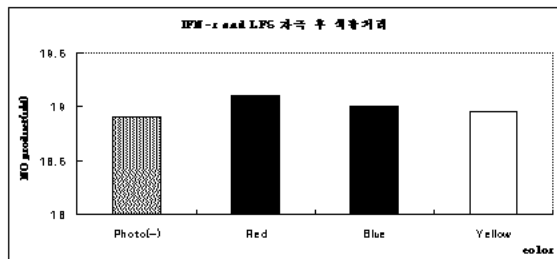


그림 3. 대식세포(RAW 264.7 cell)에 대한 광 효과

피부암세포로 세포독성을 실험한 결과 그림 4에서 보는 바와 같이 색광을 조사하지 않았을 때와 했을 때의 차이가 모두 3%를 넘지 않았다. 따라서 피부암세포의 세포에 대한 독성시험은 색광에 영향을 주지 않는 결과를 보였다.

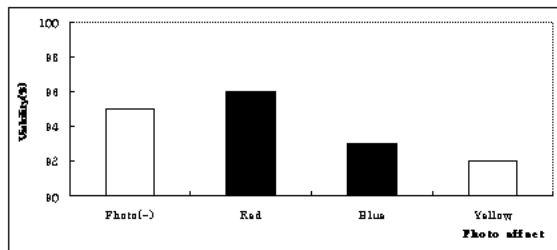


그림 4. B16/F10 mouse melanoma 세포에 미치는 광 효과

항염 실험 및 세포독성 실험시 이 같은 결과로 비추어 볼 때, 광의 색깔에 의한 파장은 세포 독성에 직접적으로 관여하지 않는 것으로 사료된다.

결론

개발된 시스템은 열반응이 없고 고온으로 인한 통증이 없는 가시광선만을 발생시키고, color filter set을 통하여 빨강, 파랑, 노란 광을 발생

시킨다.

시스템의 객관적 효과를 검증하기 위해 실시한 항균 항염 실험의 결과, 피부에 서식하는 *Malassezia furfur* 균에 대한 노란 광의 효과는 광을 조사하지 않았을 때에 비하여 균의 성장억제가 21.4% 크게 나타났는데, 항균에 대한 노란 광의 효과가 있음을 알 수 있다.

항염 효과에 대한 대식세포의 NO 생성과 독성에 대한 세포활성 실험은 색광을 조사하지 않았을 때와 처리를 하였을 때의 차이가 1 ~ 3%를 넘지 않아 광에 의한 영향이 거의 없음을 알 수 있다.

현재 조사하는 광의 강도를 변화시킬 수 있는 시스템을 연구중이며, 항염, 항균, 면역 반응 활성화, 화상치료 등 다양한 임상실험이 수행되고 있다.

참고 문헌

1. 파비버렌, 김화중 옮김, 색채심리, 동국출판사, 1996
2. 함용운, 광선치료학, 현문사, 1995
3. R. B. Amber, Color Therapy, Aurora Press, 1983
4. Patricia valedz and Albert Mdhrabian, "Effect of Color Emotions" Journal of Experimental Psychology, Vol. 123, No.4, pp.394~409, 1994
5. N. Michailov, M. Peeva, D. Wohrle, S. Muller, G. Jori, F. Ricchelli, M. shopova. "Fluence rate effects on photodynamic therapy of B16 pigmented melanoma". Journal of Photochemistry and Photobiology B : Biology 37 (1997) 154-157.
6. Herwig Kostron, Alois Obwegeser, Rosanna Jakober. "Photodynamic therapy in neurosurgery". Journal of Photochemistry and Photobiology B : Biology 36 (1996) 157-168.
7. John R. W. Masters. "Animal cell culture" Third edition 2000.