

## 피부의 광반응

대구대학교 재활과학대학 물리치료학과  
배성수, 박래준, 김진상, 권혁철

### Photoreactions of the Skin

Department of Physical Therapy, College of Rehabilitation Science, Taegu University  
Bae, Sung-Soo, M.A., M.P.H., R.P.T., Park, Rae-Joon, M.P.H., R.P.T.,  
Kim, Jin-Sang, Ph. D., D.V.M., Kwon, Hyuk-Cheol, M.P.H., R.P.T.

#### <Abstract>

Most of the electromagnetic agents used in physical therapy rely for their effects on tissue heating and photoreaction of the body. Infrared and ultraviolet light, on the other hand, owns its place in medicine because it produces direct photochemical reaction when it interacts with the body.

This study was carried out to investigate and review for photoreaction of the skin.

The results were as follows :

1. The effects of the infrared are heat production, increasing metabolism, increasing circulation, vasodilatation and pigmentation.
2. Directed photoreactions are divided into acute reaction and chronic reaction, and the acute reaction makes pigmentation from 290~320nm of ultraviolet ray.
3. Ultraviolet ray formed pigmentations, which are melanoblasts excited from ultraviolet ray and received chemical stimulation, that make melanin granule.
4. If exposed with long duration at ultraviolet ray, it makes skin thickening and epithelioma.
5. Indirected photoreaction is made by existed hypersensitivity of photoreaction or lack of photodefence structure.
6. The phototoxic reactions are synthesized by chemical reaction of excitement from ultraviolet ray also this time analysis, synthesis and polymerization from energy of a circumferenced substance.
7. Sunscreen substances are P-amino benzoic acid and oxidate titan.

#### I. 서 언

자연이 인류에게 주는 최대의 혜택이라고 한다면 태양과 물이다. 태양광선을 인체에 적용한 사람은 Hippocrates였다. 그러나 광선이용 그 자체는 태양승배 형식으로 고대 이집트 역사에 나타나 있으며, Ameno-phis 4세가 그 가족과 함께 일광욕을 하고 있는 조각이

남겨져 있다. 그 조각에는 태양에서 화살처럼 광선이 퍼지고 그 살에 생명이라는 의미의 문자가 썩어 있었다. 태양은 건강을 유지 증진하고 생명을 기른다는 개념이 있었음을 알 수 있다.

역사의 아버지라고 하는 Herodotos는 이집트와 페르시아의 전쟁터에서 시체의 머리에 돌을 던지면 이집트인의 두개골에는 구멍이 나지않으나 페르시아인의 두개골에는 구멍이 난다고 기록하고 있는데 그

이유는 이집트인은 머리를 깎고 항상 일광욕을 해서 머리를 단단히 단련했으나 페르시아인은 실내생활을 하고 항상 모자를 쓰고있기 때문이라고 설명하고 있다.

태양광선에 대한 과학적인 접근은 1666년 Issac Newton이 프리즘으로 인공 가시광선의 분광으로 이루어졌으며 그러나 이 당시에도 적외선과 자외선의 존재는 몰랐다.

1880년 영국의 천문학자 Frederik Hershel경이 태양광선을 연구하던 중 프리즘으로 분광한 빨간색 외측에 온도계를 두었더니 적색의 자리보다 훨씬 온도가 높다는 사실을 발견하고 적외선이라 불렀다.

한편 1777년 스웨덴의 Scheele가 염화은에 태양광선을 쬐이면 흑화하는 사실을 인정하였고, 1801년에 Johann Ritter나 Wolloston은 사진건판동의 염화은이 보라색의 외측에서 흑화하는 화학선이 있음을 인정하고 이 자색의 외측에 있는 불가시광선을 자외선이라 부르게 되었다.

Widmark(1889)는 태양광선에 포함된 자외선이 흉반반응이 색소침착을 일으킴을 실증하게 되었다. 최근에 와서 화학물질의 눈부신 진보와 함께 광선의 이용범위가 축소된 감이 있으며 대도시에서는 공해로 인한 광선이 차단되고 있다(배성수, 1989). 광선치료가 암발생과 관련이 되는지 논란이 있으나 광선치료는 물리치료분야의 중요한 한부분이며, 대기오염으로 인한 자외선이 차단 또는 증가 등의 논란이 되고 있는 즘음에 자외선과 적외선에 관한 고찰 및 피부의 일반적인 작용을 검토하고 광화학적 반응을 고찰하고자 한다.

## II. 적외선과 자외선

### 1. 적외선

Hershel(1880)이 발견한 적외선은 그 파장의 범위가 4000000~7000Å이며 눈에 보이지는 않으나 열작용이 대단히 큰 부분이며 이 파장의 적외선은 물질을 구성하는 분자에 흡수되기 쉬우며 그 결과 분자는 격렬히 운동하게 된다. 이 분자운동이 곧 열이므로 적외선은 물질을 따뜻하게 하는 성질이 강하다. 이 때문에 적외선을 열선이라고도 한다(함용운, 1991).

적외선은 우리생활과 깊은 관계가 있는데 적외선등, 적외선사진, 양성 중앙의 진단, 화학공업에서의 물질 분석, 미사일의 유도 등 그 용도가 매우 넓다. 적외선이

없다면 우리는 따뜻함도 느끼지 못했을 것이다. 적외선의 복사열을 이용하는 것이 적외선 치료이다.

일반적으로 적외선 복사는 2가지로 분류하는데 즉 장파적외선과 단파적외선이다. 장파적외선은 가열된 물체에서 방출되며 특히 저온체에 의해서 방출된다. 예를들면 뜨거운 물방울, 전기열패드, 적색히터 등이 있으며 이 광선의 파장은 대개 15000~150000Å으로 조직을 2mm이상 투과하지 못하고 0.5mm쯤 피부 상층에 흡수된다(박찬희, 1982). 단파적외선은 빛이나 열체에서 방출된다. 예를들면 태양, 전기방전, 백열등 그리고 특별히 고안된 적외선등이다. 이 광선의 파장은 7700~15000Å이며 피부조직의 5~10mm까지 침투할 수 있어서 혈관, 림프관, 신경말단 및 다른 피하 조직에 직접 영향을 줄 수 있다.

### 2. 자외선

Licht(1972)는 가시광선인 자색광선 넘어선 쪽에 광선이 있다고하여 자외선이라고 불렀다. 태양에서 방출된 자외선 중 지구 대기권에서 많은 양이 흡수되고 지구 표면까지는 적은 양이 복사되며 계절이나 지역에 따라 차이가 난다. 지구내 복사되는 자외선은 대부분 2900~3900Å이며 태양광선 중 자외선의 함량은 지역과 계절에 따라 차이가 있으나 5~7%이다(Scott, 1977; Krusen, 1942). 여름 한낮의 태양광선 중 자외선량은 겨울 한낮의 자외선량에 비해 6배나 복사된다. 자외선은 매우 뜨거운 물체나 이온화 가스에서 방출됨으로 인공적인 자외선 방출이 가능하다.

자외선의 범위는 136~3900Å이지만 인체에 이용할 수 있는 범위는 1800~3900Å이다. 자외선도 두가지로 구분하는데 파장이 2900~3900Å인 근위자외선은 피부침투가 0.01~0.1mm정도이며 파장이 1800~2900Å인 원위자외선은 피하 0.1~1mm정도 침투가 된다(Kottke, 1990).

## III. 피부와 그 기능

인체의 표면을 덮고 있는 중요한 기관이 피부이다. 환경과 인체사이에 일어나는 여러가지 영향으로부터 인체를 보호하며, 외부로부터 감각자극을 수용하고 각종 물질을 배출하며 체온조절을 돕고 있다. 피부의 부속기관으로써는 모발, 손톱, 한선 및 피지선 등이 있다.

피부는 두개의 층으로 이루어져 있는데 표피인

표층상피와 허부결합조직층인 진피로 나눈다. 진피 아래쪽은 피하조직이 있으며 여기에는 피하지방이 많이 존재한다. 피부의 두께는 일반적으로 1~2mm이나, 손이나 발바닥의 피부는 6mm가량으로 가장 두껍고, 고막이나 안검은 0.5mm로 가장 얇은 부분이다.

### 1. 표 피

표피의 상피는 중층편평상피이며 그 외부층은 각화(keratinized)되어 있다. 표피의 비각화 부위는 70%의 수분을 함유하고 있으나 각질층은 단지 10~20%의 수분을 함유하고 있다. 표피는 신체 대부분의 부위에서 0.07~0.12mm이며 몇 개의 뚜렷한 세포층으로 세분된다. 즉 피부의 가장 표면에 있으며 각질화되어 핵이 없으며 세포안은 각질로 변해있는 각질층, 각질층 바로 밑에 있는 얇고 투명한 층으로서 세포질 안에는 엘레딘(eleidin)이라는 반유독성 물질이 차있는 투명층, 투명층 아래에 3~5층의 방추상의 세포층으로 구성되어 있고 이 세포속에는 과립이 들어있는 과립층, 표피 중 가장 깊어 위치하고 있는 원주형의 단일 세포층이고 새로운 세포들을 분열로서 만들어내며 멜라닌 색소파립도 많이 함유되어 있어 피부의 색깔을 나타내는 종자층이 있다 (백상호, 1977).

### 2. 진 피

섬유성 결합조직의 층으로써 주성분은 교원섬유와 탄력섬유로써 불규칙하게 짜여져 있으며 혈관 및 신경이 풍부하고 임파관, 모낭, 한선 및 피지선 등이 진피 속에 묻혀있다. 진피의 표층으로 많은 유두가 돌출해 있는 유두층, 작은 교원섬유와 탄력섬유가 얽혀있는 망상층이 있다.

### 3. 피부의 기능

피부의 유연성, 내구성, 방추성 및 탄력성에 의해 외부자극으로부터 보호하고 조직액의 증발 또는 유출을 막고 있으며 동시에 체외의 수분흡수도 방지하는 신체보호기능, 말초혈관과 한선의 협조로 이루어지는 체온조절기능, 땀을 흘림으로써 액체화된 노폐물을 체외로 배출하는 배설 및 분비기능, 온도감각, 촉각, 통각 등의 감수기가 분포되어 감각기로의 기능, 피부내의 스테롤을 복사에 의해 비타민D로 합성하는 기능, 인체대사에 필요한 에너지원인 지방을 간직하는 영양소 저장기능 등이 있다.

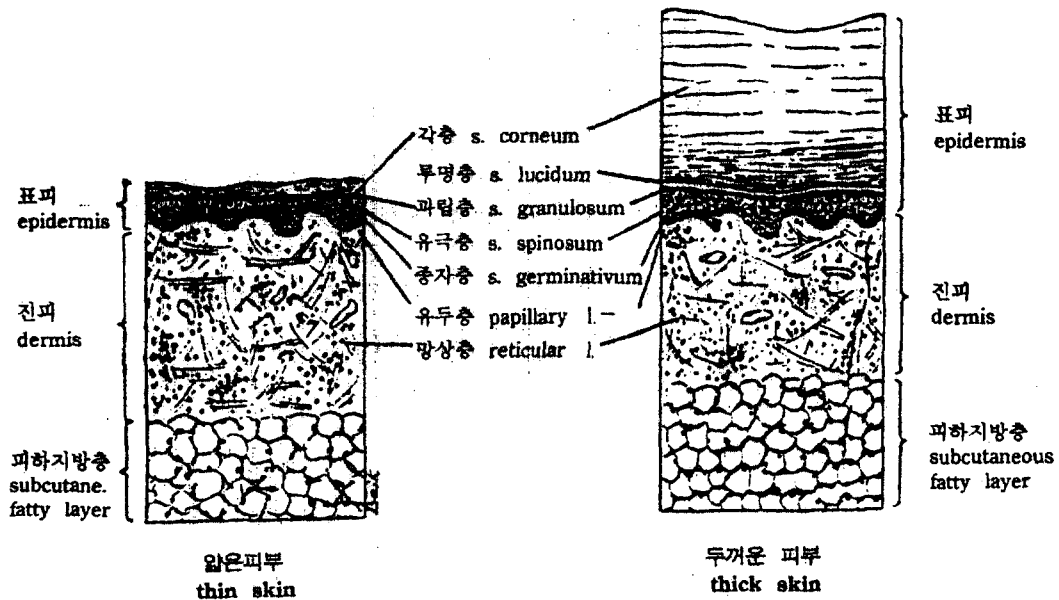


그림 1. 얇은 피부와 두꺼운 피부

### III. 광선의 생리적 작용

#### 1. 적외선

적외선이 조직에 흡수되면서 나타나는 작용은 열의 생산이다. 단파적외선(7700~12000Å)은 진피까지 침투하나 장파적외선(12000Å이상)은 표층조직에서 흡수되며 진신 또는 국소 열작용을 나타내게 되는데 이 작용은 노출되는 부위와 복사강도에 따라 달라질 수 있다. 특히 국소작용은 국소순환자극과 피부의 신경말단자극이다. 첫째, 순환에 미치는 작용인데 복사열에 노출 후 몇 분 안에 피부는 붉게 변하고 뜨거움을 느끼게 되고, 홍반이 나타나게 되는데 이 홍반은 붉은 점으로 나타나서 그물 모양이 된다. 이 홍반은 노출시간 정도에 따라 지속되는데 10분에서 1시간정도까지 지속된다. 둘째, 신진대사의 증진, 즉 Van't Hoff 법칙에 의하여 신진대사가 증가하는데 이 법칙은 체온상승에 의해 신진대사량의 증가를 보이게 되는 것으로 열에 의한 화학적인 변화가 활발히 일어나는 것이다. 셋째, 혈관확장, 즉, 체표조직의 말초 혈관이나 세동맥이 확장된다. 넷째, 색소침착 즉, 적외선에 반복노출됨으로 일어난다. 이것은 자외선방출에 의해 나타나는 것과 다른 것이며 적혈구의 파괴에 의해 생기는 것이다. 다섯째, 피부의 신경말단에 미치는 영향 즉, 경미한 열은 진정 또는 통증의 감소를 가져온다. 여섯째, 근조직의 효과 즉, 근이 빨리 수축되고 이완되게 한다. 일곱째, 조직과피. 여덟째, 체온의 전신적 상승. 아홉째, 혈압강하. 열제, 땀샘의 활동증가 등이다(Scott, 1977).

#### 2. 자외선

자외선은 피부에서 저지당하며 4500Å 이상일 경우

2mm 또는 그 이상 침투할 수 있게 된다. 그러나 자외선이 인체에 나타나는 이차적인 효과에 영향을 주는 인자는 첫째, 파장. 둘째, 표피에 어떤 파장의 광선이 흡수되고 반사되는가. 셋째, 표피의 각질층의 두께 등이다. 근위자외선은 비교적 유두층에서 강하게 흡수되고 원위자외선은 각질층에서 대부분 흡수되고 약간은 진피까지 침투하기도 한다. 자외선은 피부에 있는 단백질 또는 핵산 등에 의해 흡수되며 광화학적 작용이 일어나 홍반형성, 색소침착, 상피형성, 살균작용 및 비타민 D<sub>3</sub>합성 등을 나타낸다(Ellwood, 1971).

### IV. 피부의 광반응

#### 1. 광의 직접반응

광선에 직접 노출되었을 때 나타나는 반응을 직접반응이라 하는데 태양열에 의한 화상, 육안으로 관찰되는 조기노화, 피부암 발생같은 반응을 말한다. 여기에서는 급성반응과 만성반응으로 나누어 설명할 수 있다.

급성반응이란 태양자외선에 1회 노출로 일어나는 것이며 자외선의 복사각도, 계절, 직업, 취미 및 의복습관 등에 영향을 받는다.

또한 인종에 따라 광선에 내성이 있어 특정 민족에 피부암이 호발하기도 한다. 대체로 멜라닌색소가 많은 민족인 흑인은 내성이 높고 백인은 낮기 때문에 호주에 거주하는 백인이 피부암 발생율이 높다.

급성반응의 대표적인 반응은 홍반을 형성하는 것이다. 홍반은 290~320nm의 자외선 파장이 피부에 흡수될 때 진피층에 화학적 반응으로 생성되는 것인데 그 과정은 체내의 히스티딘(histidine)이라는 물질이 화학적 과정에 의해 모세혈관을 확장하고 이어서 즉

표 1. 적외선과 자외선 복사의 홍반형성 비교

	적외선		자외선	
	장파	단파	장파	단파
파장	15000~150000Å	7700~15000Å	3900~2900Å	2900~1800Å
침투	0.1~3mm	5~10mm	0.3~0.5mm	0.1~0.3mm
홍반	형성시기: 즉시 출현상태: 어두운 붉은색, 점과 그물모양 지속시간: 1시간이내		몇시간 후(잠복기) 밝은 붉은색, 분명한 경계 몇시간~몇일	
색소침착	반상(mottle)		태움(homogeneous tanning)	
내성	가끔발달		일정하게 증가	

삭반사에 의해 색동력이 확장되며, 모세혈관벽의 투과성이 증대되어 삼투압현상으로 염증을 유발하는 것이다. 이와 같은 염증반응이 과도하게 되었을 때는 태양열 화상을 초래하게 된다.

또한 급성반응으로 색소침착 또는 썬탄(suntan)이라는 반응을 들 수 있다. 색소침착은 플라스미네에 공급하는 멜라노블라스트가 자외선에 의해 화학적 자극을 주면 멜라닌 과립이 대량생산 되어 이것을 주위 세포에 분배하여 피부를 갈색으로 변화시킨다. 색소침착이 계속되면 피부는 조금씩 비후해 가고 노화가 된다. 색소침착은 자외선으로부터 피부를 보호하기 위한 방어기전이다.

피부를 장기간 태양광선에 노출하면 나타나는 반응을 만성반응이라 한다. 직업상 만성적으로 노출하는 농부, 선원, 노동자, 운동선수 등이 피부가 비후해지고 조기노화 현상을 보이는 것은 좋은 만성반응의 예이다. 이와같이 장기간 태양광선에 노출하면 피부암으로 이행될 수 있고 실제로 태양광선이 강한 오스트리아 백인, 미국 등의 백인들에게 피부암의 발생이 높게 나타나고 있다.

## 2. 광의 간접반응

국소 또는 전신에 광과민반응이 존재하거나 또 본래 피부가 가지고 있는 광방어 기구가 국소 또는 전신에 결여되어 나타나는 반응으로 내인성 광과민반응과 외인성 광과민반응으로 나눈다.

내인성으로는 멜라닌과립 생산의 결핍인 색소결핍증을 들 수 있다. 이는 홍반형성의 역치가 낮기 때문에 태양광선에 반복노출되면 피부장애를 유발한다.

외인성 광과민반응은 어떤 종류의 화학물질에 의해 피부가 광과민반응을 일으키는 것으로 의약품, 가정용품, 화장품 및 식료품 등에 광감작물질의 함유로 사회생활, 스포츠 등 바깥생활이 많고 의복의 노출면적이 큰 것이 원인이다.

이상과 같은 내인성, 외인성 광반응은 광독성(photo-toxic reaction)과 알러지반응(photoallergic reaction)의 두가지 형이 있다.

## 3. 광독성 반응

원인은 광중감 물질이 체내에 섭취되거나 피부에 접촉되어 광감수성이 항진되고 여기에 자외선이 복사되어 발생하는 것으로 적당한 파장, 충분한 광량,

필요량의 광중감 물질이 있다면 1회 조사로도 사람에게 광독성을 유발한다.

광중감 물질은 항생제, 설파제, 정신요법제, 당뇨병약, 항진균제, 이뇨제 등에 함유되어 있고 콜타르 화합물도 포함되어 있다.

광독성이 일어나는 과정은 광이 조사되어 여기상태가 되면 주위에 화학적으로 활성이 생기고 이 때 에너지가 주변의 물질에 주어져 분해, 합성, 중합이 생긴다. 피부는 홍반과 부종이 발생하고 색소침착도 발생한다(Fitzpatrick, 1974).

감귤과, 미나리과, 뽕나무과에 있는 5-methoxypsoralen은 인체에 접촉되면 자외선에 의해 일광성 피부염을 일으키기도 한다. 이와 같은 현상은 지연성 광독성 반응이라 한다.

## 4. 광알러지 반응

광독성보다 빈도는 작고 광감작 물질에 접촉한 후 일어나는 지연형 광과민 반응으로 광화학 반응에 의해 변성된 피부단백질이 단백질운반자가 되고 헵틴(hapten)과 결합하여 완전 항원에 가까운 감작이 성립된다.

초기증상은 뽕나무에 접촉했을 때와 유사하여 가렵고, 홍반, 수포를 동반하는 습진성 병변이 광조사 후 24~48시간 이내에 조사 부위에 생긴다. 이 반응은 접촉에 의해 만성으로 이행되고 반복해서 재발한다.

알러지 반응은 광독성 반응이 동시에 존재하지 않아도 반응을 일으키고, 광독성을 일으키는 것보다 훨씬 적은 양으로도 충분하다. 따라서 약한 광독성을 일으키는 데는 대량의 광선이 필요하지 않다(小堀辰治, 1973).

광알러지는 광에 대해 감수성이 높을 뿐만 아니라 광감작 물질을 멀리해도 수 개월 또는 수 년 후에 태양광선에 접하면 반응이 계속적으로 일어난다. 이것은 유존성 광반응(persistent light reaction)이기 때문에 생성기구는 분명하지 않다. 이상과 같은 광으로부터 피부반응을 줄이기 위해 광선차단제를 이용하기도 한다. 광선차단제인 P-아미노안식향산제는 290~320nm를 흡수하여 광선을 차단하고 산화티탄은 290~400nm의 광선을 산란시켜 피부를 보호해 준다.

## V. 결 언

가시광선의 좌우외측에 존재하는 적외선과 자외선은

피부에 작용하는데 적외선은 순환의 활성화, 신진대사증진, 혈관확장, 색소침착, 피부신경자극, 근조직의 활성화, 조직파괴, 체온상승, 혈압강하, 땀샘작용 증가를 일으키고 자외선은 흉반형성, 색소침착, 상피형성, 살균작용, 비타민D<sub>3</sub>합성 등을 일으킨다. 광의 직접반응으로는 급성반응과 만성반응이 있으며 290~320nm의 자외선에 의해 흉반형성과 색소침착을 일으킨다. 만성반응으로 장기간 광선에 노출되면 피부가 비후해지고 피부암을 유발하게 된다. 광독성은 광선이 조사되어 여기상태가 되면 주위에 화학적으로 합성이 되고 이때 에너지가 주변물질에 주어져 분해, 합성, 중합이 생긴다.

### 참 고 문 헌

1. 박찬의 : 광선치료, 서울 대학서림, 1982.

2. 배성수(의5인) : 물리치료학개론, 제2판, 서울, 대학서림, 1989.  
 3. 백상호 : 기초인체해부학, 제3판, 서울, 대한간호사협회, 1977.  
 4. 함용운 : 광선치료학, 서울, 대학서림, 1991.  
 5. 小堀辰治, 安田利顯 : 光と皮, 金原出版, 1973.  
 6. Ellwood PM : Handbook of physical medicine and rehabilitation, 2nd ed., Saunders, 1971.  
 7. Fitzpatrick TB : Sunlight and man, University of Tokyo Press, 1974.  
 8. Kottke FJ : Krusen's handbook of physical medicine and rehabilitation, 4ed., Saunders, 1990.  
 9. Krusen FH : Physical Medicine, 3ed., Saunders, 1971.  
 10. Licht S : Therapeutic electricity and ultraviolet radiation, Elizabeth Licht, 1972.  
 11. Scott PM : Electrotherapy and actino therapy, Bailliere Tindall, 1977.