

## 일광차단제제의 차단효과에 대한 연구

이화여자대학교 의과대학 피부과학교실

장 주 은・국 홍 일

시립동부병원

변 주 현

### =ABSTRACT=

#### An Experimental Study for Sunscreening Effect of Several Sunscreen Agents

Joo Eun Jang, M. D., Hong Il Kook, M. D.

*Department of Dermatology, Ewha Womans University Hospital*

Joo Hyun Byun, M. D.

*Department of Dermatology, East Area City Hospital, Seoul Korea*

The change of the skin are acute reaction of erythema or sunburn, and/or prolonged and accumulated exposure commonly associated with degenerative changes, skin aging, actinic keratosis and carcinoma after exposure to ultraviolet light.

Topically applied protective agents are screen or barriers, absorb light of a particular wavelength or reflect it, which protect viable cells and has been used to decrease the risk of development, to prevent exacerbation of photo-dermatoses, pigmentary disorders, as melasma and freckles.

The purpose of the study was to evaluate and compare the several sunscreen agents available on the human skin of 40 healthy volunteers by indoor method and sunlight.

The results were as follows:

1. In the development of minimal erythema doses, the average noted 4.8 minutes in ultraviolet light-B, 12.6 minutes in ultraviolet light-A, and 15.4 minutes in sunlight.
2. The sunprotective factors of 1.7% p-aminobenzoic acid, 0.3% benzophenone in cream were 12.1 in ultraviolet light-B, 8.2 in ultraviolet light-A, 6.3 in sunlight with highest effectiveness, and that of 5% p-amino-

- benzoic acid in oil were 1.6, 2.4, 1.3 with lowest effectiveness.
3. 1.7% p-aminobenzoic acid, 0.3% benzophenone in cream gave protection similar to that of 5% p-aminobenzoic acid in 70% ethylalcohol.
  4. In the vehicle, the effectiveness of alcohol type agent is better than that of oil type of 5% p-aminobenzoic acid.

## 서 론

자외선 조사 후 나타나는 피부변화는 홍반, 일광화상의 급성변화와 자외선에 장기간 노출로 인한 피부변성변화, 일광피부염, 일광각화증, 피부암등이 나타날 수 있다<sup>7)</sup>.

일광차단제로 1920년대 초에 처음으로 benzyl salicylate와 benzyl cinnamate가 함유된 제품들이 사용되었으며<sup>2)</sup>, 최근에는 p-aminobenzoic acid와 그 유도체, salicylates, cinnamate, benzophenone, talc 등이 다양하게 사용되고 있다<sup>3)</sup>.

일광차단제는 태양광선의 파장범위에서 일선파장의 광선을 강하게 흡수하는 화학물질이 있어 이의 도포로 표피막을 형성하여 광선을 흡수, 또는 반사하여 차단효과를 보이며 피부의 세포를 보호하여 광과민성질환의 치료제로 사용되었으며, 기미, 주근깨 등의 색소성 질환의 발생을 줄이고 예방하기 위하여 사용되어 왔다<sup>3)4)</sup>. 또한 태양광선의 피부에 대한 유해한 효과에 대하여 인식이 점차 증가하고 있으며, 일광차단제의 사용 또한 증가 추세에 있어 일반적인 사용에 있어서도 일광차단효과가 잘 유지되며, 독성이 적고, 손쉽게 도포할 수 있는 제품을 원하게 되었다.

저자는 시판되고 있는 일광차단제와 5% p-aminobenzoic acid 70% ethylalcohol 용액과 5% p-aminobenzoic acid 기름 용액을 제조하여 국소도포 후 자외선과 태양광선에 대한 차단효과를 비교하고자 본 연구를 계획하여 의의있는 결과를 얻었기에 보고하는 바이다.

## 실험대상 및 방법

### A. 실험대상

광민반응이 나 일광차단제에 의한 과민반응의 과거력이 없으며, 자외선을 조사하였을 때 부작용을 유발할 만한 약물복용이 없는 건강한 40명을 대상으로 하였으며 남자 13명, 여자 27명으로 연령은 18세부터 42세였다. 이중 30명은 자외선조사군이며, 10명은 태양광선 조사군으로 나누어 실험하였다. 미국 FDA<sup>5)</sup>에서 일광화상과 햇빛에 타는 정도에 따라 분류한 피부형을 기준으

로 대상을 분류한 결과 95% (38명)가 제Ⅲ형과 제Ⅳ형에 속하였다 (Table 1).

Table 1. Distribution of subjects in skin type

	Skin Type	Number	%
I	always burns easily, never tan	0	0
II	always burns easily, tans minimally	1	2.5
III	burns moderately, tans gradually	17	42.5
IV	burns minimally, always tans well	21	52.5
V	rarely burns, tans profusely	1	2.5
VI	never burns, deeply pigmented	0	0
Total		40	100.0

### B. 실험방법

#### 1. 실험약제

- a) 5% p-aminobenzoic acid, 70% ethylalcohol 용액
- b) 4% ethoxyhexyl-p-methoxycinnamate 크림
- c) 1.7% p-aminobenzoic acid, 0.3% benzophenone 로션
- d) 1.7% p-aminobenzoic acid, 0.3% benzophenone 크림
- e) 1.5% cinoxate 크림
- f) 5% p-aminobenzoic acid 기름용액

#### 2. 자외선 및 태양광선조사방법

가. 최저 홍반량 (Minimal Erythema Dose : MED) 측정

제 1군인 30명에게는 인공태양등 Eisai FL-20-SE 30 Sunlamp<sup>®</sup> (305±5nm)와 Psoralite<sup>®</sup> (350nm)를 이용하여 30cm 거리에서 전박부에 자외선을 조사한 후 24시간 경과 후 최저 홍반량을 측정하였다. 또

한 제 2 군인 10 명에게는 정오에서 오후 2 시 사이에 태양광선을 이용하여 측정하였다.

나. 약물도포 후 최저 홍반량(Protected Minimal Erythema Dose : PMED) 측정

실험대상자의 배부에 각각 3 cm<sup>2</sup>의 원형을 정하고 2 μl /cm<sup>2</sup> 실험약제를 도포한 뒤 자외선을, 태양광선을 조사한 뒤 24 시간후에 최저 홍반량을 측정하였다.

3. 일광차단지수(Sun Protective Factor : SPF)의 산출

실험약제 도포 전의 최저 홍반량(MED) 에 대한 실험약제 도포 후의 최저 홍반량(PMED) 의 측정치를 이용하여 각 제제에 대한 일광차단지수를 산출하여<sup>6)</sup> 평균치를 구하였다.

$$\text{공식 : SPF} = \text{PMED} / \text{MED}$$

## 실 험 성 적

### A. 최저 홍반량

#### 1. Ultraviolet light -B 에 의한 최저 홍반량

대상인 30 명에 대한 Ultraviolet light -B 에 의한 최저 홍반량은 4 분이 43.4 % (13 명) 으로 가장 많았으며 6 분이 33.5 % (10 명), 2 분이 13.3 % (4 명), 8 분이 10 % (3 명) 으로 평균 4.8 분이었다 (Table 2).

Table 2. Minimal erythema doses in Ultraviolet Light -B

Time (min.)	Number	%
2	4	13.3
4	13	43.4
6	10	33.3
8	3	10.0
Total	30	100.0

#### 2. Ultraviolet light -A 에 의한 최저 홍반량

대상인 30 명에 대한 Ultraviolet light -A 에 의한 최저 홍반량은 12 분이 36.7 % (11 명) 으로 가장 많았으며, 11 분과 13 분이 각각 23.3 % (7 명), 10 분과 15 분이 각각 6.7 % (2 명), 14 분이 33.0 % (1 명) 으로 평균 12.6 분이였다 (Table 3).

#### 3. 태양광선에 의한 최저 홍반량

대상인 10 명에 대한 태양광선에 의한 최저 홍반량은 14 분이 40.0 % (4 명) 으로 가장 많았으며, 16 분이 30.

0 % (3 명), 12 분, 8 분, 20 분이 각각 10 % (1 명) 으로 평균 15.4 분이였다 (Table 4).

Table 3. Minimal erythema doses in Ultraviolet Light -A

Time (min.)	Number	%
10	2	6.7
11	7	23.3
12	11	36.7
13	7	23.3
14	1	3.3
15	2	6.7
Total	30	100.0

Table 4. Minimal erythema doses in sunlight

Time (min.)	Number	%
12	1	10.0
14	4	40.0
16	3	30.0
18	1	10.0
20	1	10.0
Total	10	100.0

### B. 일광차단지수

#### 1. Ultraviolet light -B 에 의한 차단지수

1.7 % p-aminobenzoic acid, 0.3 % benzophenone 크림이 12.1 로서 차단효과가 가장 좋았으며, 5 % p-aminobenzoic acid, 70 % ethylalcohol 용액이 10.6, 1.7 % p-aminobenzoic acid, 1.5 % cinoxate 가 8.2, 4 % ethoxyhexyl -p-methoxycinnamate 크림이 8.1, 5 % p-aminobenzoic acid 기름용액이 1.6 으로 제일 낮은 수치를 나타내어 차단효과가 제일 작았다.

#### 2. Ultraviolet light -A 에 의한 차단지수

1.7 % p-aminobenzoic acid, 0.3 % benzophenone 크림이 8.2 로 제일 높은 차단효과를 보였으며, 5 % p-aminobenzoic acid, 70 % ethylalcohol 용액이 7.4, 1.7 % p-aminobenzoic acid, 0.3 % benzophenone 로션이 6.7 %, 4 % ethoxyhexyl -p-methoxycinnamate 크림과 1.5 % cinoxate 가 각각 6.5, 5 % p-aminobenzoic acid 기름용액이 2.4 로 제일 낮은 차단

효과를 나타냈다.

### 3. 태양광선에 의한 차단지수

1.7 % p-aminobenzoic acid, 0.3 % benzophenone 크림은 6.3 으로 제일 높은 차단효과를 보였으며, 5 % p-aminobenzoic acid, 70 % ethylalcohol 용액 6.2, 1.7 % p-aminobenzoic acid, 0.3 % benzophenone 로션이 6.0, 4 % ethoxyhexyl-p-methoxycinnamate 가 5.7, 1.5 % cinoxate 가 5.5, 5 % p-aminobenzoic acid 기름용액이 1.3 으로 제일 낮은 수치로 차단효과가 제일 작았다 (Table 5).

Table 5. Protection factors in ultraviolet light -B, ultraviolet light -A and sunlight using sunscreen parameters

Sunscreen	UVB	UVA	Sunlight
5 % p-aminobenzoic acid, 70 % ethylalcohol	10.6	7.4	6.2
4 % ethoxyhexyl-p-methoxy cinnamate	8.1	6.5	5.7
1.7 % p-aminobenzoic acid, 0.3 % benzophenone, lotion	9.1	6.7	6.0
1.7 % p-aminobenzoic acid, 0.3 % benzophenone, cream	12.1	8.2	6.3
1.5 % cinoxate	8.2	6.5	5.5
5 % p-aminobenzoic acid, oil	1.6	2.4	1.3

## 고 안

지구표면에 도달하는 태양광선은 파장에 따라 적외선 (700nm 이상), 가시광선 (400 ~ 700nm), 자외선 (10 ~ 400nm), X-선 (0.01 ~ 10nm) 등으로 구분하여 분류한다<sup>7)</sup>. 이 광선 스펙트럼 중 광생물학에 직접 관계되는 것은 주로 자외선으로 그 파장에 따라 vacuum ultraviolet light (10 ~ 200nm), ultraviolet light C (200 ~ 290nm), ultraviolet light B (290 ~ 320nm), ultraviolet light A (320 ~ 400nm) 로 구분할 수 있으며 180 nm 이하의 광선은 공기에 의해 흡수된다. Ultraviolet light C 는 살아있는 단세포를 죽이는 효과가 크므로 살균광선이라고도 하며 피하지방층까지 침투하여 cytochrome a<sub>3</sub>, riboflavin 및 flavin 효소를 파괴하며, ultraviolet light -B 는 일광화상 스펙트럼으로 주로 표피에 침투하여 DNA 의 purine 과 pyrimidine 기를 변성시키며, ultraviolet light -A 는 black light 라고도 하며 표피 및 중하부 진피까지 침투한다<sup>9)</sup>.

인체의 피부색은 멜라닌, 카로티노이드, 산화헤모글로빈, 환원헤모글로빈 등에 의하여 결정되지만 각질세포 내의 멜라닌의 양, 형태, 분포양상에 따라 유전적인 영향을 받으며 피부의 유형이 결정된다. 멜라닌 색소는 자연적인 여과기로 작용하여 자외선을 흡수하므로써 광보호를 하게 된다<sup>10)11)</sup>.

자외선 조사후 발생하는 일광화상은 약하게 노출되면 6 ~ 12 시간 후 홍반을 나타내며, 심하면 정도에 따라 홍반, 부종, 수포형성등의 피부증상과 함께 전신증상도 나타나고, 장기간 지속될 경우 피부의 노화와 발암의 만성 효과도 지닌다<sup>12)10)</sup>. Cripps<sup>11)</sup> 는 자외선의 파괴적인 작용에 대한 자연방어현상을 표피내에서 멜라닌을 생합성하여 분포시키는 것과 함께 표피가 비후됨을 보고하였다. Grove 및 Kaidbey<sup>4)</sup> 는 일광차단제가 자외선에 의해 유발되는 홍반을 제거할 뿐 아니라 자외선에 의한 세포손상을 막아주며, 일광차단제의 양과도 관계가 있다고 보고하였고, Water 및 DuQuoy<sup>12)</sup> 와 Gurish<sup>13)</sup> 는 동물 실험에서 일광차단제가 DNA 합성의 상해를 방지한다고 보고하였다.

일광차단제는 자외선 흡수파장, 차단제 자체의 흡광계수, 농도, 기제성분 등에 따라 효과와 범위가 정해진다. 기제성분은 차단제가 피부에 장기간 부착되어 있는 데에 중요한 요인이 되며<sup>14)15)</sup>, Breuer<sup>16)</sup> 는 O/W 형 유화제나 알콜용액이 피부에 도포하기는 쉬우나 물에 씻기기 쉬우며 점성도가 낮아 퍼짐성이 좋다고 했다.

Fitzpatrick<sup>10)</sup> 등은 5 % p-aminobenzoic acid 알콜용액이 크림형 보다 효과가 적다고 보고하였고, Kaidbey 및 Kligman<sup>17)</sup> 도 크림-알콜성 로션이 알콜용액 보다 더 우수하다고 보고했다. 또한 Jass<sup>3)</sup> 는 기름형태의 일광차단제는 피부에 도포하였을 때 퍼짐성이 좋고 침착성이 강하며 유화성이 로션, 크림보다 크나 흡수력이 적다고 보고하였다. 본 연구에서도 5 % p-aminobenzoic acid 70 % ethylalcohol 용액에 비해 기름용액이 자외선, 태양광선에 대해 현저히 낮은 차단지수로 차단효과가 작게 나타났다.

일광차단제를 도포하는 양을 Cripps 및 Hegedus<sup>18)</sup> 는 30 μl/cm<sup>2</sup> 를, Sayre 등은 2 μl/cm<sup>2</sup> 를 사용했으며, 본 실험에서도 미국 FDA<sup>5)</sup> 가 추천한 2 μl/cm<sup>2</sup> 를 사용하였다.

Langer 및 Kligman<sup>19)</sup> 은 발한에 의하여 표피 각질

층의 부종이 약물침투에 좋다고 하며, Sayre<sup>20)</sup> 등의 Whirlpool을 이용한 경우와 수영후의 비교연구에서 50~80%의 효과감소가 있으며 주위 환경의 온도, 습도의 작은 변화도 영향을 준다고 보고하였고, Sayre<sup>20)</sup> 등은 인공태양등과 태양광선의 실험에서 인공태양등 실험에 열을 가함으로서 서로 근사치를 구했다고 보고하였다.

각 개인은 자신의 피부유형과 사전경험에 의하여 실의 활동에 따라 일광차단제를 선택 사용하여야 한다. 미국 FDA<sup>5)</sup>가 정한 일광차단제의 선택은 피부 유형에 따라 제 I형은 8~15, 제 II형은 6~8, 제 III형은 4~6, 제 IV형과 제 V형은 2~4의 일광차단지수를 가지는 차단제를 추천하고 있다. 본 실험대상인의 95% (38명)가 제 III형과 제 IV형이므로 일광차단제의 선택은 FDA가 정한 차단지수 2~6 사이의 제품이 좋으리라 사료된다. 본 실험에서는 5% p-aminobenzoic acid 기름 용액을 제외하고 다른 제제에서 차단지수가 6.0에서 12.1을 보였고, 이중 특히 1.7% p-aminobenzoic acid 0.3% benzophenone 크림이 가장 좋은 차단효과를 보였다. 또한 일광차단제의 사용에 있어 과민반응의 유무, 차단제의 피부에서의 유지정도, 피부에 도포하는 횟수 등 화장품으로서의 가치 뿐 아니라 실제 임상에서 태양광선에 의한 화상, 피부노화, 변성, 악성변화등의 직접 반응 및 광과민반응, 광독성반응의 간접 반응의 질환을 다루는 데 있어 질병 발생을 줄이고 악화를 예방하는 치료 목적으로 사용되어야겠다.

## 결 론

광과민반응이나 일광차단제에 의한 과민반응의 과거력이 없으며 자외선을 조사하였을때 부작용을 유발할 만한 약물부용이 없는 건강한 남자 13명, 여자 27명을 대상으로 일광차단제제의 차단효과에 대하여 임상실험을 통하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. Ultraviolet light -B에 의한 최저 홍반량은 평균 4.8분, ultraviolet light -A에 의한 최저 홍반량은 평균 15.4분이었다.

2. 일광차단제에 대한 일광차단지수는 ultraviolet light -B, ultraviolet light -A, 태양광선에 대하여 1.7% p-aminobenzoic acid, 0.3% benzophenone 크림이 각각 12.1, 8.2, 6.3으로 가장 높은 차단효과를 보였으며, 5% p-aminobenzoic acid 기름용액이 1.6, 2.4, 1.3으로 제일 낮은 차단효과를 나타냈다.

3. 1.7% p-aminobenzoic acid, 0.3% benzophenone 크림과 5% p-aminobenzoic acid, 70%

ethylalcohol 용액의 차단효과는 큰 차이가 없었다.

4. 5% p-aminobenzoic acid에 대한 기제성분의 차단효과 비교는 알콜용액이 기름용액에 비하여 크게 높았다.

## -References -

- 1) Smith, J. G. Jr. and G. R. Finlayson : Dermal connective tissue alterations with age and chronic sun damage. J Soc Cosm Chem, 16: 527-535, 1965.
- 2) Rothman, S. and J. Rubin : Sunburn and p-aminobenzoic acid. J Invest Dermatol, 5: 445-447, 1942.
- 3) Jass, H. E. : Cosmetic suntan products. Cutis, 23: 554-561, 1979.
- 4) Grove, H. L. and K. H. Kaidbey : Sunscreen prevent sunburn cell formation in human skin. J Invest Dermatol, 75: 363-364, 1980.
- 5) Food and Drug Administration : Sunscreen drug products for over the counter use. Federal Register, 43: 38206-38229, 1978.
- 6) Sayre, R. N., D. L. Desrocher and F. Urbach : The correlation of solar simulator and natural sunlight. Arch Dermatol, 114: 1649-1651, 1978.
- 7) Magnus, I. A. : Dermatological photobiology. Oxford : Blackwell, 1976.
- 8) Urbach, F. : The biologic effects of ultraviolet radiation. Oxford : Pergamon, 1969.
- 9) Smith, K. C. : The science of photobiology. New York : Plenum, 1977.
- 10) Fitzpatrick, T. B., A. Z. Eisen, K. Wolff, I. M. Freedburg and K. F. Austen : Dermatology in general medicine. New York McGraw-Hill Co, 1970.
- 11) Cripps, D. J. : Natural and artificial photoprotection. J Invest Dermatol, 76: 154-157, 1981.
- 12) Water, J. F. and P. R. DeQuoy : The hairless mouse as a model for evaluating sunscreens. Arch Dermatol, 116: 319-421, 1980.
- 13) Gurish, M. G., L. K. Roberts, G. G. Krueger

- er and R. Daynes: The effect of various sunscreen agents on the skin damage and induction of tumor susceptibility in mice subjected to ultraviolet irradiation. *J Invest Dermatol*, 76: 246–251, 1981.
- 14) Willis, I. and A. M. Kligman: Aminobenzoic acid and its esters. *Arch Dermatol*, 102: 405–411, 1970.
- 15) Macleod, T. M. and W. Frain-Bell: A study of physical light screening agents. *Br J Dermatol*, 92: 140–155, 1975.
- 16) Breuer, M. M.: *Cosmetic science*. London: Academic Press, 1980.
- 17) Kaidbey, K. H. and A. M. Kligman: Phototoxicity to a sunscreen ingredient. *Arch Dermatol*, 114: 547–549, 1978.
- 18) Cripps, D. J. and S. Hegedus: Protection factors of sunscreens to monochromatic radiation. *Arch Dermatol*, 109: 202–204, 1974.
- 19) Langer, A. and A. M. Kligman: Further sunscreen studies of aminobenzoic acid. *Arch Dermatol*, 105: 851–855, 1972.
- 20) Sayre, R. M., E. Marlowe, P. P. Agin, G. J. LeVee and E. W. Rosenberg: Performance of six sunscreen formulation on human skin. *Arch Dermatol*, 115: 46–49, 1979.
-