

Original Article

급성 피부장벽파괴 동물모델에 대한 스트론튬의 피부보습효과

민대기, 김윤범

경희대학교 한의과대학 안이비인후피부과학교실

Skin Humidity Effects of *Strontium* on Acute Skin Barrier Damage in Hairless Mice

Dae-Ki Min, Yoon-Bum Kim

Department of Ophthalmology, Otolaryngology and Dermatology,
College of Oriental Medicine, Kyunghee University

Objectives : Since ancient times, Koreans have applied medicinal spabaths for treatment of various diseases. The objective of this study was to investigate the effect of strontium, one of the common ingredients of such baths, experimentally on acute skin barrier damage.

Materials and Methods : Male hairless mice, average weight 20g, were divided into six groups. Each group consisted of five mice. The first was the normal, non-treated group. The second was the control group with acute skin barrier damage intentionally induced by TS. The third was the Ba-Sr1 group bathed in 1mg/L *strontium* chloride before and after inducing acute skin barrier damage by TS. The fourth was the Ba-Sr7 group bathed in 7mg/L *strontium* chloride before and after inducing acute skin barrier damage by TS. The fifth was the Sr1 group bathed in 1mg/L of *strontium* chloride only after intentionally inducing acute skin barrier damage by TS. The sixth was the Sr7 group bathed in 7mg/L of *strontium* chloride only after intentionally inducing acute skin barrier damage by TS.

External changes of skin, skin erythema level, transepidermal water loss level, and GOT and GPT level of each group were checked immediately before and after TS, 3 hrs, 5 hrs and 24 hrs after inducing acute skin barrier damage. Then, tissue samples were made and examined for damage to epithelial cells, stratum corneum, change of mucous polysaccharide in dermis and amount of mast cells.

Statistical analysis was performed by one way-ANOVA, Scheffe and Duncan for a post hoc test and pairwise comparison for comparing for difference between each time. Statistical significance was achieved if the probability was less than 5% ($p < 0.05$)

Results : 1. From skin erythema and TEWL level indicating the function of the skin barrier, we can know that it is helpful to the skin barrier to bathe in a water solution including a low concentration of *strontium*.

2. In the control group with acute skin barrier damage induced by TS, skin barrier damage persisted until 3-5 hrs and recovered after 5-24 hrs. Differently from the control group, in the case of taking a bath in a water solution including *strontium*, skin barrier damage recovered after only 3-5 hrs. Therefore, the bath with a water solution including *strontium* can promote recovery of the skin barrier.

3. Bathing in water solution including a higher concentration of *strontium* was more beneficial to recovery of skin barrier damage.

4. There was no influence on serum GOT and GPT from bathing in a water solution including *strontium*.

Conclusions : The *strontium* was effective for recovery and mitigation of acute skin barrier damage induced by tape stripping. I suggest that *strontium* (Sr) can be used as an external treatment medicine, added into bath water to treat acute skin barrier damage.

Key Words : *Strontium*, spa, acute skin barrier damage, tape stripping, skin barrier.

서 론

피부는 외부환경과 직접적으로 접하고 있는 기관으로 특히 각질층은 과도한 체내 수분손실을 막고, 각종 유해물질의 경피 침입을 방어하는 보호 장벽의 기능을 가지고 있다¹⁻⁸⁾. 피부각질층은 양에 비해 매우 강한 힘을 가지고 있고 구조는 벽돌과 회반죽 모델(Bricks-and-Mortar)로 설명되어 있는데, 단백질이 풍부한 각질세포(벽돌, bricks)가 지질이 많은 세포 간 기질(회반죽, mortar)속에 파묻혀 있는 형태이다^{1,5)}.

만성적인 피부장벽 기능 이상과 연관된 피부질환은 한의학적으로는 風癬, 乾癬, 松皮癬, 白蛇, 蛇皮癬, 奶癬, 面疱 등의 범주로 설명되어 질 수 있고, 서양 의학적으로는 아토피 피부염, 어린선의 일부 특수형, 건선, 주부습진, 그리고 노인성 건조피부, 동계소양증, 여드름 등이 있다^{1,9)}.

한의학에서 피부질환을 치료하는 방법에는 한약 내복과 외용치료로 크게 구분된다. 외용치료법들 중에는 한약 전탕액에 전신, 또는 국소를 담그는 “藥浴法”과 온천수에 몸을 담그는 “溫泉浴”, 그리고 두 가지를 혼합한 방법이 있다¹⁰⁻¹²⁾.

온천은 관광 목적 뿐 아니라 유럽 및 일본 소련 한국 등에서 질병 치료의 목적으로도 이용되고 있으며¹³⁾ 역사적으로 세종이 안질을, 그리고 세조는 피부질환을 치유할 목적으로 온천을 이용한 사례가 있다¹⁴⁾.

최근의 국내 문헌보고에 의하면 아토피피부염 환자의 47.6% 가 온천의 목욕요법을 경험하여 이들 중 상당수가 온천욕이 피부질환에 어느 정도 효과가 있다고 하였다^{13,15)}.

건선을 비롯한 몇몇 종류의 피부질환 치료 중 최근 한방입욕제에 대한 연구보고가 있으나⁹⁾ 온천수 성분의 입욕제에 대한 국내 연구는 찾아보기 힘들다.

스트론튬은(Strontium)은 온천수에 함유된 여러 성분들 중에 하나인데 이것은 피부질환에 대한 치료효능 연구는 국내외적으로 미미한 상태이다.

스트론튬이 고농도인 온천과 저농도인 온천에서 평소 자주 온천욕을 하는 것과 가끔 온천욕을 하는 것이 어떠한 효과가 있을지 알아보고, 아울러 스트론튬을 피부장벽 손상질환의 예방과 치료를 위한 한방입욕제로 활용 가능한지 알아보하고자 하였다.

실험 방법은 tape striping^{1, 17-21)}으로 Hairless mice 피부의 각질층을 제거하여 급성피부장벽손상을 유발한 후 여러 농도별 스트론튬 수용액에 입욕시켜 시간 경과에 따른 피부 홍반지수, 경피수분손실도 측정, 피부 회복율 계산 등을 통하여 피부보습기능을 관찰 하였고, 피부의 조직 표본을 제작하여 손상된 각질층의 재생과 회복을 관찰하여 유의한 결과를 얻었기에 보고하는 바이다.

재료 및 방법

1. 재료

1) 실험동물

감염의 증거가 없는 20g 내외의 암컷 hairless mice(HOSHINO Laboratory Animals)를 중앙실험동물 회사로부터 구입하였다.

2) 시료

국내 온천수의 스트론튬 농도를 확인한 결과 마금산온천, 수안보온천, 온양온천, 유성온천으로 0.02mg/L이었고 포항온천은 0.9mg/L이었으며 해운대온천 6.7mg/L이었다. 이에 준하여 본 연구의 농도는 포항온천과 해운대온천수의 스트론튬 농도를 기준으로 삼아 1mg/L와 7mg/L로 나누어 실험하였다.

· 접수 : 2008년 2월 14일
· 채택 : 2008년 3월 4일
· 교신저자: 김윤범, 서울시 동대문구 회기동 경희대학교
부속한방병원 안이비인후피부과교실
(Tel:+82-2-958-9181, Fax:+82-2-958-9180,
E-mail:kyb6838@hanafos.com)

2. 방법

1) 시료제조

탄산스트론튬(*Strontium carbonate*) 분말을 증류수 1리터 당 1mg, 7mg 넣고 상온에서 충분히 저어 용해시키는 방법으로 1mg/L 농도와 7mg/L 농도의 스트론튬 수용액(이하 Sr용액)을 각각 제조하였다.

2) Tape stripping

Tape stripping(이하 TS)에는 셀로판테이프(스카치TM 다용도 테이프, 3M)를 사용하였으며, 부위는 등 피부에 2×3Cm의 넓이에 테이프를 일정한 힘으로 붙이고 엄지손가락의 바닥부위로 두 번 견고하게 문지른 다음 엄지와 검지로 테이프의 한쪽 끝을 잡고 45도 각도를 유지하면서 머리 쪽으로 벗겨내는 방식으로 반복적으로 stripping 하였다. 3회 stripping 후에는 매번 경피수분손실도를 측정하여 30mg/m²h 이상 경피수분손실을 보였으나 10회 이상 stripping 후에는 경피수분손실 증가가 큰 변화 없었기에 모든 실험군은 9회의 stripping을 실시하였다.

3) 실험군 설정과 시료의 도포

아래와 같이 6개의 실험군을 설정하여 각 실험군단 5마리씩 총 30마리로 실험을 진행하였다.

- ① Normal군 : 아무런 처치를 하지 않은 군
- ② Control군 : Tape stripping(TS)만 시행한 군
- ③ Ba-Sr1군 : 1mg/L 농도의 Sr용액에 사전입욕하고 TS 후 다시 동일 농도 Sr용액에 입욕한 군
- ④ Ba-Sr7군 : 7mg/L 농도의 Sr용액에 사전입욕하고 TS 후 다시 동일 농도 Sr용액에 입욕한 군
- ⑤ Sr1군 : 사전입욕 없이 TS 후 1mg/L 농도의 Sr용액에 입욕 후 관찰
- ⑥ Sr7군 : 사전입욕 없이 TS 후 7mg/L 농도의 Sr용액에 입욕 후 관찰

4) 사전입욕

Ba-Sr1군과 Ba-Sr7군은 TS 실시 48시간 전과 24시간 전에 각 1회/일의 횟수로 총 2회에 걸쳐 두 개의 28×45Cm 욕조에 24℃의 물 1리터를 넣고 각각 1mg, 7mg의 스트론튬을 넣어 용해시킨 다음 실험쥐를 5분간 입욕시켰다.

5) 홍반측정

Melanin-erythema index meter(Courage+Khazaka electronic GmbH, Germany)를 이용하여 측정하였다.

6) 경피수분손실(TEWL, transepidermal water loss) 측정

경피수분 측정은 실내온도 24±1℃, 습도 46%의 항온항습실에서 실시되었다. 측정은 TS 실시 직전 직후 그리고 3시간, 5시간, 24시간 경과 후에 Vapometer(Delfin Technology, Finland)를 이용하여 각각 이루어졌다.

7) 피부장벽 회복율 계산

급성 피부장벽 손상 유발 후 3시간, 5시간, 24시간이 되었을 때 Vapometer(Delfin Technology, Finland)를 이용하여 Control군, 사전에 목욕시킨 2개의 Ba-Sr1군, Ba-Sr7군과 사전에 목욕시키지 않은 Sr1군, Sr7군에서 측정한 TEWL로부터 아래 공식에 따라 피부장벽 회복율을 계산하였다.

$$\text{Percent of skin recovery after TS} = \frac{\text{EWL immediately after barrier disruption} - \text{TEWL at indicated time point}}{\text{TEWL immediately after barrier disruption} - \text{baseline TEWL}} \times 100$$

8) 혈청 transaminase(AST&ALT)활성 측정

무모생쥐의 심장을 천자하여 혈액 1cc를 채혈한 후 원심분리기(R.P.M. 3000, 15분)를 이용하여 혈청을 얻은 후 효소법을 이용한 7170 automatic analyzer(Hitachi 7600-110, Japan)을 통하여 측정하였다.

9) 피부 조직 표본제작

Tape stripping(TS) 처치 후 24시간 경과한 무모생쥐를 ether로 마취시키고 경추를 탈출시켜 치사시켰다. TS 처치한 부위의 피부를 떼어 10% neutral formalin solution에 넣고 24시간 고정시켰다. 그다음 paraffin에 포매한 후 5 μ m 두께로 연속 절편을 만들었다. 이를 hematoxyline-eosin으로 염색하여 표본을 제작하였고, 광학현미경 배율 x400으로 관찰하였다.

10) 통계처리

통계분석은 SPSS ver 13.0을 이용하였고 data 분석은 repeated-ANOVA로 분석한 후 유의한 차이가 있는 경우 사후 검정(Post Hoc Test)하였다. 사후 검정 방법으로 Scheffe와 Duncan을 이용하였다. 또한 각 시점간의 차이를 비교하기 위하여 비교 분석(pairwise comparision)을 실시하였다. 유의수준은 $P < 0.05$ 로 하였다.

결 과

1. TS 부위의 육안적 관찰

TS에 의해 피부장벽손상이 유발된 무모 생쥐는 Normal군과 비교하여 발적, 홍반이 뚜렷하게 나타났다(Fig. 1).

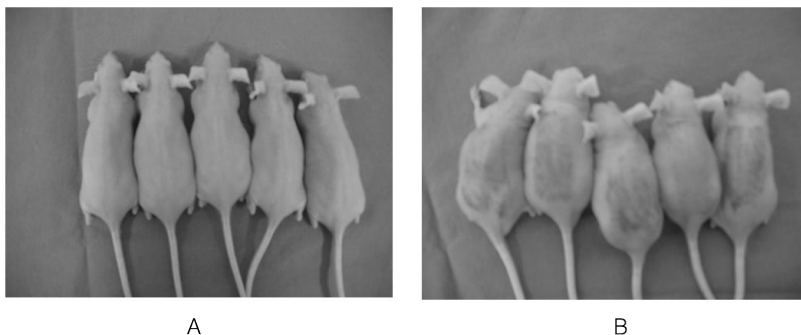


Fig. 1. Hairless mice pictured by digital camera. A is intact group and B is treated with TS. In the figure B, flare and erythema is shown on back skin of hairless mice.

2. 피부 홍반

시간변화에 따른 홍반정도를 측정된 결과 TS 직전, 직후, 3시간 후, 5시간 후, 24시간 후에 있어서 각 시점에 따라 홍반의 정도는 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p=0.000$). 또한 각 시점 간을 비교 분석(pairwise comparison)한 결과 TS 직전 홍반의 정도는 TS 직후($p=0.000$), 3시간 후($p=0.000$), 24시간 후($p=0.001$)와 유의한 차이가 있었고, TS 직후 홍반 정도는 TS 직전($p=0.000$), 5시간 후($p=0.001$), 24시간 후($p=0.000$)와 유의한 차이가 있었다. TS 3시간 후의 홍반 정도는 TS 직전($p=0.000$), 5시간 후($p=0.002$), 24시간 후($p=0.000$)와 유의한 차이가 있었고, TS 5시간 후의 홍반 정도는 TS 직후($p=0.001$), 3시간 후($p=0.002$), 24시간 후($p=0.001$)와 유의한 차이가 있었으며, 24시간 후의 홍반

정도는 TS 직전($p=0.001$), TS 직후($p=0.000$), 3시간 후($p=0.000$), 5시간 후($p=0.001$) 모두와 유의한 차이가 있었다(Table 1, Fig. 2).

실험군 간의 홍반 정도를 측정된 결과, Normal군, Control군, Ba-Sr1군, Ba-Sr7군, Sr1군, Sr7군 사이에 유의한 차이가 있었다($p=0.006$). Duncan으로 사후분석(post hoc test)한 결과, Control군, Ba-Sr7, Sr1군들 사이에서는 유의한 차이가 없었고, Normal군, Ba-Sr1군, Sr7군들 사이에서도 유

Table 1. Erythema Change Classified by Time and Group (n=30)

time	group	Mean±SD					group		
		Normal Group ^{a,b)} (n=5)	Control Group ^{c)} (n=5)	Ba-Sr1 Group ^{a,b)} (n=5)	Ba-Sr7 Group ^{b,c)} (n=5)	Sr1 Group ^{b,c)} (n=5)	Sr7 Group ^{a)} (n=5)	F	P
before TS ^{d)}		264.0	248.6	280.8	254.0	256.4	247.2	4.379	0.006*
		±20.24	±19.19	±35.70	±21.30	±8.20	±42.50		
after TS ^{e)} *		264.0	358.8	289.4	331.0	320.0	278.0		
		±20.24	±54.27	±30.66	±35.95	±28.73	±35.80		
3hr ^{e)}		l	h	l, m, n	h, n	h, m, n	l, m		
		286.0	328.0	289.0	359.2	294.0	332.8		
5hr ^{d)} *		±32.09	±91.97	±52.40	±86.17	±47.02	±40.84		
		229.8	339.0	243.4	265.0	309.0	243.0		
24hr ^{d)} *		±17.56	±75.17	±35.13	±36.82	±45.11	±39.51		
		l	h	l	l, m	m, h	l		
		255.0	245.0	214.4	217.0	246.2	172.0		
		±23.42	±51.60	±53.60	±18.64	±11.39	±43.57		
time		h	h	l, h	l, h	h	l		
	F	22.521							
	P	0.000**							

* : Statistically significant as compared with the other groups, P<0.05
 ** : Statistically significant as compared with the other groups, P<0.001
 a, b, c : Duncan(repeated measured ANOVA)
 d, e, f : Pairwise comparison
 l, m, n, h : Duncan(one way ANOVA)
 before TS : just before TS
 after TS : just after TS
 3hr : after 3 hours since TS
 4hr : after 5 hours since TS
 5hr : after 24 hours since TS
 Normal Group : Intact group
 Control Group : only TS induced group
 Ba-Sr1 Group : Before 1mg/L Sr bath + TS + 1mg/L Sr bath group
 Ba-Sr7 Group : Before 7mg/L Sr bath + TS + 7mg/L Sr bath group
 Sr1 Group : TS +1mg/L Sr bath group,
 Sr7 Group : TS +7mg/L Sr bath group

의한 차이가 없었다. 다만 Control군, Ba-Sr7, Sr1 군들과 Normal군, Ba-Sr1, Sr7군들 사이에서는 유의한 차이가 있었다. 즉 Normal군에 비해 Control군이 현저히 흥반정도가 증가하였고, Ba-Sr7군, Sr1군에서는 유의할 만한 흥반의 감소를 보이지 않았으며, Ba-Sr1군, Sr7군에서 Control군에 비해 현저히 흥반이 감소되어 Normal군에 가깝게 유지됨을 알 수 있다. Sr7군이 가장 흥반이 현저히 감소되었다(Table 1, Fig. 3).

각 시점에 그룹 간 차이를 분석해보면 TS 유발 전(p=0.403)과 TS 유발 후 3시간 경과 시(p=0.376)에는 그룹 간에 유의한 차이가 없었고, TS 유발 직후(p=0.003), TS유발 5시간(p=0.004), 24시간(p=0.014) 경과 시 유의한 차이가 있었다. 5시간, 24시간 경과함에 따라 Ba-Sr1군과 Sr7군이 Ba-Sr7군과 Sr1군에 비해 Normal군과 유사하게 피부 흥반이 감소됨을 알 수 있었다(Table 1).

시간과 그룹간의 상호 작용까지 종합해서 고찰

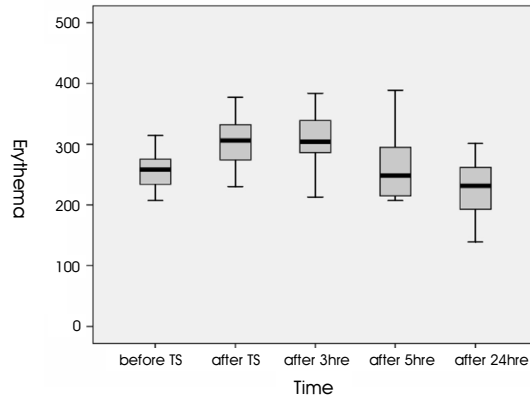


Fig. 2. Erythema change classified by time

before TS : iust before TS
 after TS : iust after TS
 3hr : after 3 hours since TS
 5hr : after 5 hours since TS
 24hr : after 24 hours since TS

해 불 때 TS 유발 후 자연적인 시간 경과에 따른 홍반의 변화와 비교 시, TS 유발 후 5시간 경과 시까지 홍반이 증가하다가 24시간 경과이후 홍반

이 감소하는 반면, 평상시 저농도 Sr에 목욕시킨 경우 TS 유발 후에도 홍반이 크게 증가되지 않다가 5시간 경과 이후부터 홍반이 감소됨을 알 수

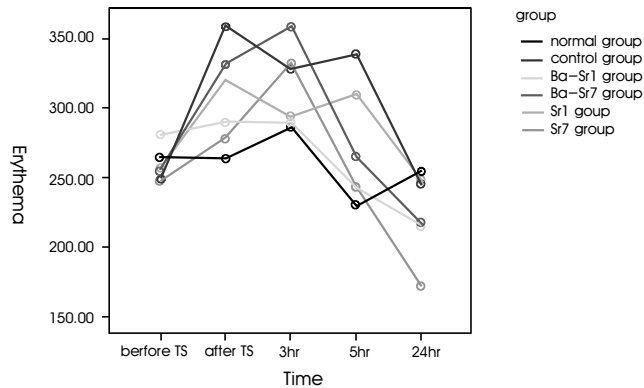


Fig. 3. Erythema change classified by group and time

before TS : iust before TS
 after TS : iust after TS
 3hr : after 3 hours since TS
 5hr : after 5 hours since TS
 24hr : after 24 hours since TS
 Normal Group : Intact group
 Control Group : onlv TS induced group
 Ba-Sr1 Group : Before 1ma/L Sr bath + TS + 1ma/L Sr bath aroup
 Ba-Sr7 Group : Before 7ma/L Sr bath + TS + 7mg/L Sr bath group
 Sr1 Group : TS + 1ma/L Sr bath aroup
 Sr7 Group : TS + 7mg/L Sr bath group

있고, TS 유발 후 고농도 Sr에 목욕시킨 경우 TS 만 유발한 Control 군에 비해 3시간 경과 시까지는 홍반 정도가 차이가 없이 홍반이 증가하다가 5시간 경과 이후부터 홍반 정도가 감소하여 24시간 경과 후 현저히 홍반이 감소함을 알 수 있다 (Table 1, Fig. 3).

3. 피부 경피수분손실도

시간 변화에 따른 경피수분손실도를 측정할 결

과 TS 직전, 직후, 3시간 경과, 5시간 경과, 24시간 경과 후에 있어서 각 시점에 따라 경피수분소실도는 통계적으로 유의한 차이가 있었다(p=0.000). 또한 각 시점 간을 비교 분석(pairwise comparison)한 결과 TS 직전 경피수분소실도는 TS직후(p=0.000), 3시간 후(p=0.000), 5시간 후(p=0.000), 24시간 후(p=0.000)와 유의한 차이가 있었고, TS 직후 경피수분소실도는 TS 직전(p=0.000), 5시간 후(p=0.000), 24시간 후(p=0.000)와 유의한 차이

Table 2. Transepidermal water loss(TEWL) Change Classified by Time and Group

time	group	Mean±SD					F	P		
		Normal group ^{a)} (n=5)	Control Group ^{b)} (n=5)	Ba-Sr1 Group ^{c)} (n=5)	Ba-Sr7, Group ^{b,c)} (n=5)	Sr1 Group ^{c,d)} (n=5)			Sr7 Group ^{d)} (n=5)	
before TS ^{e)}		13.64 ±0.99	11.90 ±1.75	12.06 ±1.20	11.48 ±1.76	12.32 ±0.73	13.90 ±1.99	30.209	0.000**	
	after TS ^{f)**}	13.64 ±0.99	103.48 ±33.01	113.28 ±28.91	116.90 ±30.50	100.76 ±24.25	91.50 ±19.70			
3hr ^{g)**}	h	13.02 ±1.20	120.12 ±19.32	70.72 ±13.30	97.56 ±34.86	88.14 ±35.50	62.32 ±27.19			
	l		h	m	h, m	h, m	m			
5hr ^{h)**}		11.52 ±2.13	78.06 ±27.85	68.12 ±20.06	66.12 ±28.18	49.56 ±15.15	44.14 ±9.78			
	l		h	h, m	h, m	m	m			
24hr ^{h)**}		11.06 ±1.73	67.74 ±44.71	31.36 ±5.51	47.80 ±28.64	28.02 ±8.34	21.10 ±4.73			
	l		h	l, m	h, m	l, m	l, m			
time	F									
	P									221.21
										0.000**

** : Statistically significant as compared with the other groups

P<0.001, a, b, c, d: Duncan(Post hoc test)

e, f, g, h : Pairwise comparison(Post hoc test)

l, m, h : Duncan(one way ANOVA)

before TS : just before TS

after TS : just after TS

3hr : after 3 hours since TS

4hr : after 5 hours since TS

5hr : after 24 hours since TS,

Normal Group : Intact group,

Control Group : only TS induced group

Ba-Sr1 Group : Before 1mg/L Sr bath + TS + 1mg/L Sr bath group

Ba-Sr7 Group : Before 7mg/L Sr bath + TS + 7mg/L Sr bath group

Sr1 Group : TS +1mg/L Sr bath group

Sr7 Group : TS +7mg/L Sr bath group

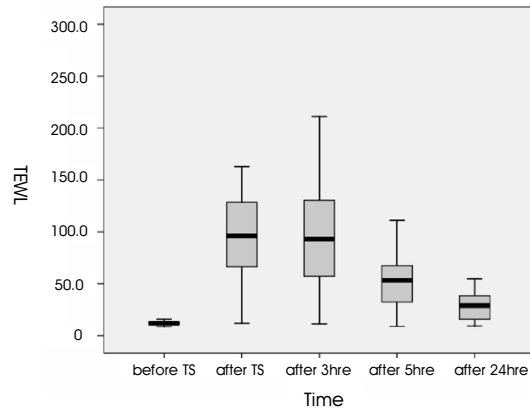


Fig. 4. Transepidermal water loss(TEWL) change classified by time

before TS : iust before tape stripping
 after TS : iust after tape stripping
 3hr : after 3 hours since tape stripping
 5hr : after 5 hours since tape stripping
 24hr : after 24 hours since tape stripping

가 있었다. 3시간 후의 경피수분소실도는 TS 전 ($p=0.000$), 5시간 후($p=0.000$), 24시간 후($p=0.000$)와 유의한 차이가 있었고, 5시간 후의 경피수분소

실도는 TS 직전($p=0.000$), TS 직후($p=0.000$), 3시간 후($p=0.000$), 24시간 후($p=0.001$) 모두와 유의한 차이가 있었으며, 24시간 후의 경피수분소실

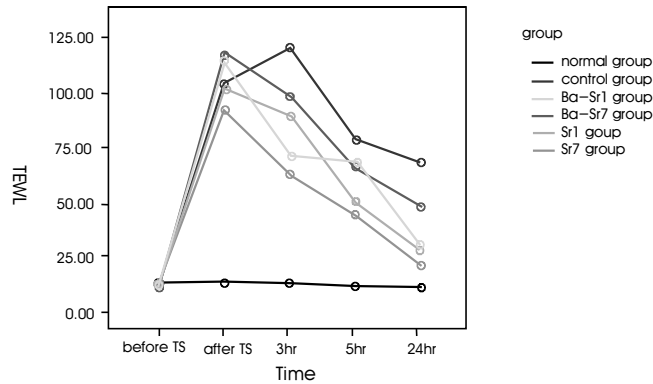


Fig. 5. Transepidermal water loss(TEWL) change classified by group and time

before TS : iust before tape stripping
 after TS : iust after tape stripping
 3hr : after 3 hours since tape stripping
 5hr : after 5 hours since tape stripping
 24hr : after 24 hours since tape stripping
 Normal Group : Intact group
 Control Group : only TS induced group
 Ba-Sr1 Group : Before 1ma/L Sr bath + TS + 1ma/L Sr bath group
 Ba-Sr7 Group : Before 7ma/L Sr bath + TS + 7mg/L Sr bath group
 Sr1 Group : TS + 1ma/L Sr bath group
 Sr7 Group : TS + 7mg/L Sr bath group

도는 TS 직전(p=0.000), TS 직후(p=0.000), 3시간 후(p=0.000), 5시간 후(p=0.001) 모두와 유의한 차이가 있었다(Table 2, Fig. 4).

실험군 간의 경피수분소실도를 측정된 결과, Normal군, Control군, Ba-Sr1군, Ba-Sr7군, Sr1군, Sr7군 사이에 Table 2와 같이 유의한 차이가 있었다(p=0.000). Duncan으로 사후분석(post hoc test)한 결과, Control군, Ba-Sr7군들 사이에서는 유의한 차이가 없었고, Ba-Sr1군, Ba-Sr7군, Sr1군들 사이에서도 유의한 차이가 없었다. 또한 Sr1군과 Sr7군 사이에서도 유의한 차이가 없었다(Table 2). 즉 Normal군에 비해 Control군이 현저히 경피

수분소실도가 증가하였고, Ba-Sr7군에서는 유의할 만한 경피수분소실도의 감소를 보이지 않았으며, Sr7군과 Sr1군에서 Control군에 비해 현저히 경피수분소실도가 감소되었다. 특히 Sr7군이 가장 경피수분소실도가 현저히 감소되었다(Table 2, Fig. 5).

각 시점에 그룹 간 차이를 분석해 보면, TS 유발 전(p=0.084)은 유의한 차이가 없었지만, TS 유발 직후(p=0.000), 3시간(p=0.000), 5시간(p=0.000), 24시간(p=0.007) 경과 시 그룹 간에 유의한 차이가 있었다. TS 유발 직후, 3시간, 5시간, 24시간 경과함에 따라 Control군과 Ba-Sr7군에 비해 Ba-

Table 3. Percent of Skin Recovery of Hairless Mice Classified by Time

time	group	Mean±SD					group	
		Control Group ^{a,b}	Ba-Sr 1 Group ^{a)}	Ba-Sr 7 Group ^{a)}	Sr 1 Group ^{a)}	Sr 7 Group ^{b)}	F	P
3hr ^{c)**}		-40.23 ±81.29	35.70 ±31.87	12.39 ±46.86	20.11 ±76.75	28.53 ±116.83	30.013	0.000**
		h	h	h	h	l		
5hr ^{d)}		21.56 ±32.42	39.80 ±29.57	48.33 ±25.16	58.75 ±9.80	60.22 ±14.97		
		h	h	h	h	h		
24hr ^{e)*}		42.92 ±30.64	78.77 ±10.80	60.93 ±38.98	78.98 ±15.91	89.94 ±9.34		
		h	l	h	l	h		
time	F	5.020						
	P	0.006**						

* : Statistically significant as compared with the other groups, P<0.05

** : Statistically significant as compared with the other groups, P<0.001

a, b: Duncan(repeated measured ANOVA)

c, d, e : Pairwise comparison

h, l: Duncan(One way ANOVA)

3hr : after 3 hours since TS

4hr : after 5 hours since TS

5hr : after 24 hours since TS

Normal Group : Intact group,

Control Group : only TS induced group

Ba-Sr1 Group : Before 1mg/L Sr bath + TS + 1mg/L Sr bath group

Ba-Sr7 Group : Before 7mg/L Sr bath + TS + 7mg/L Sr bath group

Sr1 Group : TS +1mg/L Sr bath group

Sr7 Group : TS +7mg/L Sr bath group

Percent of skin recovery after TS

$$= \frac{\text{TEWL immediately after barrier disruption} - \text{TEWL at indicated time point}}{\text{TEWL immediately after barrier disruption} - \text{baseline TEWL}} \times 100$$

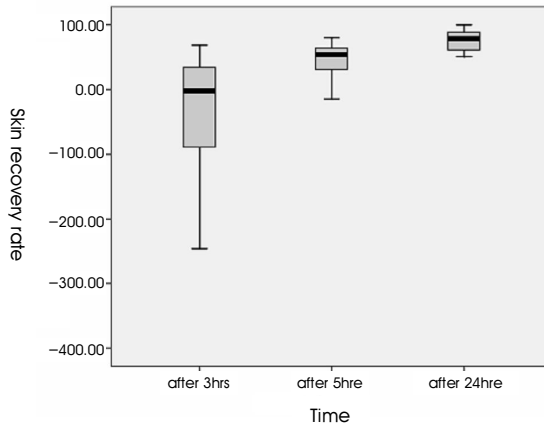


Fig. 6. Percent of skin recovery classified by time

3hr : after 3 hours since tape stripping
5hr : after 5 hours since tape stripping
24hr : after 24 hours since tape stripping

Sr1군과 Sr1군, Sr7군이 Normal에 가깝게 경피수분소실도가 감소됨을 알 수 있었다.(Table 2)

시간과 그룹간의 상호 작용까지 종합해서 고찰해 볼 때 TS 유발 후 자연적인 시간 경과에 따른 경피수분소실도의 변화와 비교 시, Control군의 경우 3시간 경과 시까지 TEWL이 증가하다가 5시간 이후부터 TEWL이 감소한 반면, Sr7군의 경우, 1시간경과까지 TEWL이 증가하다가 3시간 경과 후부터 TEWL이 유의하게 감소함을 볼 수 있고 Sr1군과 Ba-Sr1군에서도 Control 군과 비교하여 3시간 경과이후 TEWL이 유의하게 감소하였다(Table 2, Fig. 5).

4. 피부 회복율

시간에 따른 피부 회복율을 측정된 결과 유의한 피부회복율을 보였다. 각 시점에 대한 비교 분석 시 TS 3시간 후와 5시간 후($p=0.000$), 3시간 후와 24시간 후($p=0.000$), 5시간 후와 24시간 후($p=0.002$) 모두 유의한 차이가 있었다. 특히 3시간 후에 비해 5시간 후가 피부 회복율이 뚜렷이 높다(Table 3).

각 시점에 그룹간의 차이를 분석해 보면 5시간 경과 시($p=0.108$)는 그룹 간에 유의한 차이가 없었고, 3시간 경과 시($p=0.000$), 24시간 경과 시($p=0.046$) 피부 회복율이 그룹 간에 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 특히 Sr7군의 경우 특이하게 3시간 경과 시 피부 회복율이 다른 군에 비해 통계적으로 유의하게 가장 낮았지만, 24시간 경과 시 피부 회복율이 가장 높았다(Table 3, Fig. 6).

피부 회복율의 사후분석 결과 그룹 간의 차이를 보면 Sr7군이 Ba-Sr1군, Ba-Sr7군, Sr1군과 유의한 차이가 있었다($p=0.006$). 즉 TS 직후 Sr7 용액에 목욕시킨 것이 다른 군에 비해 피부 회복율이 가장 빨랐다(Table 3, Fig. 7).

5. 혈청 transaminase(AST & ALT) 활성도

Sr용액에 입욕하는 것이 간 기능에 어떤 영향을 주는지 파악하기 위하여 GOT와 GPT를 측정된 결과 Control군 및 각 농도별 4개의 실험군들에서 모두 Normal군과 별다른 차이가 관찰되지 않았다(Table 4).

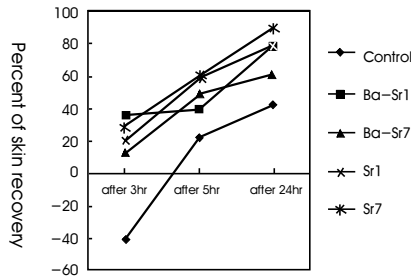


Fig. 7. Percent of skin recovery classified by group and time

after 3hr : after 3 hours since tape stripping
 after 5hr : after 5 hours since tape stripping
 after 24hr : after 24 hours since tape stripping
 Normal Group : Intact group.
 Control Group : only TS induced group
 Ba-Sr1 Group : Before 1mg/L Sr bath + TS + 1mg/L Sr bath group
 Ba-Sr7 Group : Before 7mg/L Sr bath + TS + 7mg/L Sr bath group
 Sr1 Group : TS + 1mg/L Sr bath group
 Sr7 Group : TS + 7mg/L Sr bath group

6. 피부 조직소견

Hematoxyline-eosin 염색에 의한 표피 각질층의 변화를 살펴보면, Tape stripping을 9회 실시 후에는 Hairless mice의 표피 각질층이 완전히 제거된 것이 관찰되었다(Fig. 9).

TS 전에 Sr에 미리 목욕시킨 Ba-Sr1군과 Ba-

Sr7군, 그리고 사전에 목욕시키지 않고 TS 후 농도별 Sr에 목욕시킨 Sr1군과 Sr7군 모두 조직표본상 뚜렷한 각질층의 회복을 보였으며 특별한 염증반응이 나타나지 않았다(Fig. 10-13).

24시간 후 4개의 실험군(Ba-Sr1군, Ba-Sr7군, Sr1군, Sr7군) 모두 각질층 재생이 잘되었고 Normal군과 비교하여 큰 차이가 없었다(Fig. 8-13).

Table 4. GOT & GPT Level in Serum of Hairless Mice

	Mean±SD	
	GOT	GPT
Normal Group	122.40±21.93	34.40±7.26
Control Group	124.60±24.30	34.60±3.44
Ba-Sr1 Group	157.80±31.46	38.40±5.41
Ba-Sr7 Group	121.40±10.88	34.60±5.68
Sr1 Group	127.40±19.15	42.20±7.01
Sr7 Group	157.40±23.84	37.40±4.39
Total	135.17±26.34	36.93±5.92

Normal Group : Intact group
 Control Group : only TS induced group
 Ba-Sr1 Group : Before 1mg/L Sr bath + TS + 1mg/L Sr bath group
 Ba-Sr7 Group : Before 7mg/L Sr bath + TS + 7mg/L Sr bath group
 Sr1 Group : TS +1mg/L Sr bath group
 Sr7 Group : TS +7mg/L Sr bath group

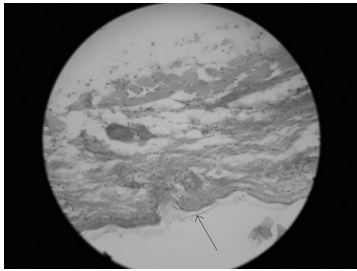


Fig. 8. Light photomicrograph of stratum corneum in normal group(H&E stain ×400)
It rested normal horny layer.

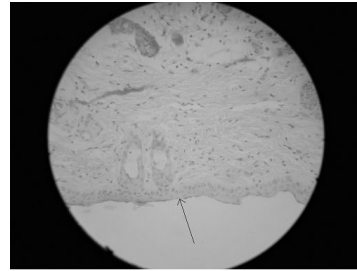


Fig. 9. Light photomicrograph of stratum corneum in control group(H&E stain ×400)
As compared with normal group, it was entirely disappeared horny layer.

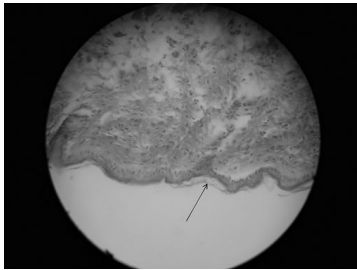


Fig. 10. Light photomicrograph of stratum corneum in Sr1 group(H&E stain ×400)
It was recovered its horny layer and as compared with normal group.
There was no inflammation and arranged regularly collagen in dermis like normal group.



Fig. 11. Light photomicrograph of stratum corneum in Sr7 group(H&E stain ×400)
It was recovered its horny layer as compared with control group. It was arranged regularly collagen in dermis like normal group. There was no difference with normal group.



Fig. 12. Light photomicrograph of stratum corneum in Ba-Sr1 group(H&E stain ×400)
There was no difference as compared with normal group.
It was recovered its horny layer in low concentration Strontium as compared with normal group. There was no inflammation and arranged regularly collagen in dermis like normal group as well as Sr1 group.

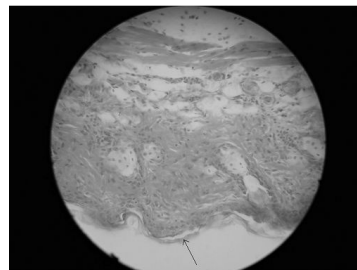


Fig. 13. Light photomicrograph of stratum corneum in Ba-Sr7 group(H&E stain ×400)
It was reformed horny layer as well as Sr7 group compared with control group.

고 찰

피부는 외부의 환경과 항상 접하고 있는 기관으로 주로 수분소실을 막는 보호 장벽의 역할을 담당하고 있다. 피부장벽 기능은 주로 표피의 각질층에 존재하는데 이 각질층은 피부 밖으로 수분과 전해질의 소실을 억제하는 장벽의 역할을 함으로써 표피의 건조를 막고, 표피가 정상적인 생화학적 대사를 할 수 있는 환경을 제공하며, 외부의 물리적 손상과 화학물질로부터 인체를 보호하고, 세균, 곰팡이, 바이러스 등이 피부로 침범하는 것을 방지하는 역할을 한다^{1,2,5-8)}.

이러한 피부장벽 역할은 한의학적으로 衛氣의 기능과 유사한데, 衛氣에 대하여 『內經·本藏篇』에서 “衛氣는 皮膚 肌肉 腠理를 따뜻하게 하고 皮毛를 潤澤하게 하며 汗孔의 開闔을 조절하는 기능을 가졌다” 라고 말하고 있다. 『內經·邪客篇』에서 “衛氣는 水穀의 氣 중에서 雄侯, 剛悍한 부분이며 성질은 滑利하고 운동은 迅速하여 脈管의 밖에 분포하며 四肢에 達하고 皮膚分肉의 사이를 循行한다” 고 하였다²⁷⁾.

인체 표피의 각질층에는 수분이 10%이상 포함되어 있는데 건조한 환경에서도 0.2-0.4mg/m²hr의 수분소실만을 허용하여 피부 건조를 방지하고 다양한 외부유해인자로부터 인체를 보호하는 일차적 방어기능이 있으며²²⁾이런 기능은 각질층 세포를 둘러싸고 있는 지질막 성분들이 피부 수분함량을 조절하는 인자로서 중요한 역할을 하고 있다²⁹⁾.

건조피부는 피부장벽의 결함으로 대기 중으로 수분 소실이 증가하고 각질층의 수분이 부족한 것이 원인 되어 발생하게 된다. 수분부족은 피부의 윤기와 탄력에도 영향을 미치며 만성 피부염 환자에서 자주 볼 수 있는 건조 피부는 각질층의 수분 함량 감소가 주요 원인이다²³⁻²⁶⁾.

피부장벽의 주된 역할을 하는 각질층에서 일어나는 다양한 병리적인 변화가 건조피부의 원인으로 여겨지고 있으며, 건조피부와 연관된 질환은

아토피피부염, 어린선, 건선, 만성 습진, 동계소양증, 건성 습진 등이 대표적이다^{1,4)}.

노인층에서 최소한 75%에서 건조피부를 발견할 수 있을 정도로 흔하여 노인피부와 각질층의 장벽 기능장애의 연관성에 대한 연구가 이루어지고 있다. 노인피부의 노화된 각질층에서 지질의 다중 층상구조를 형성하는데 중요한 역할을 하는 지질성분의 이상은 노화 피부에서 피부장벽기능 저하의 주된 요인으로 여겨지고 있다¹⁾.

아토피 피부염의 피부 장벽기능 저하는 건조피부를 일으키고, 피부건조는 소양증과 피부 대선화를 유발시킬 수 있다. 피부 장벽기능의 저하는 여러 가지 자극물질의 침입에 의한 자극 반응이나, 진드기 등 정상 피부에서는 침입이 어려운 항원 단백질의 침입에 의한 피부 알레르기 반응 발생이 용이하게 일어나는 피부상태가 되므로 재발, 만성화 및 난치성으로 진행된다^{1,25)}.

강 등⁴⁾은 건선의 특징인 인설은 비정상적인 각질층의 각화로 인한 보습기능 저하로 각질층의 수분함량감소가 중요한 역할을 한 것으로 보이며, 건조한 피부를 특징으로 하는 당뇨병과 만성 신부전 환자에서 소양증과 각질층의 수분함량과에 대하여 연구가 이루어져 왔으나 아직 확실한 기전은 밝혀져 있지 않다고 보고하였다.

위에 열거한 것처럼 피부장벽 기능 손상을 일으키는 피부질환들에서 건조피부를 관리하기 위한 가장 간단한 방법은 각질층에 수분을 공급하여주는 것이나, 수분을 유지시킬 능력이 없으면 도움이 되지 않는다. 수분을 잘 유지하려면 피부 각질층을 건강하게 잘 유지시켜 경피수분손실을 억제하여야 한다^{1,3)}.

피부장벽기능 손상 방법으로 tape stripping(TS) 과 아세톤에 의한 방법이 있는데 비교연구에 따르면, 아세톤에 의한 방법은 표피세포간 지질이 제거되는 반면 tape stripping시에는 각질세포가 소실되는 기전으로 피부장벽기능손상이 발생한다^{20,36)}.

Tape stripping 방법은 셀로판테이프(스카치™

다용도 테이프, 3M)를 사용하여, hairless mice 의 등피부에 2×3Cm의 넓이에 테이프를 일정한 힘으로 붙이고 엄지손가락의 바닥부위로 두 번 견고하게 문지른 다음 엄지와 검지로 테이프의 한쪽 끝을 잡고 45도 각도를 유지하면서 머리 쪽으로 벗겨내는 방식으로 반복적으로 stripping하였다. 3회 stripping후에는 매번 경피수분소실도를 측정하여 30mg/m²hr이상 경피수분소실을 보였으나 10회 이상 stripping후에는 경피수분소실 증가가 큰 변화 없었기에 모든 실험군은 9회의 stripping을 실시하였다.

셀로판테이프에 의한 TS는 피부장벽기능의 담당하는 각질층 상부를 제거하는데 유효한 방법이며 반복하더라도 각질층 하부 및 과립층 세포탈락은 이루어지지 않는다^{8,21)}.

장 등²¹⁾에 따르면 TS로 각질층을 최대한 제거했을 때의 피부장벽파괴는 표피 전층을 제거한 경우와 비교해 본 결과 TS로 피부장벽기능의 76~97%(평균 88%)까지 파괴할 수 있었고, 이로써 피부장벽기능의 대부분을 표피층의 각질층이 담당한다는 것을 확인하였으며, 광학 및 투과 전자현미경 검사결과 기초 경피수분손실 보다 70mg/m²hr 이상 증가 시 각질층의 대부분이 제거된 것을 확인 할 수 있었다고 보고하고 있다. 본 실험에서도 9회의 TS로 각질층이 대부분 소실된 것을 조직표본으로 만들어 광학현미경 검사결과 확인할 수 있었다.

피부장벽의 기능을 측정하는 방법으로 가장 많이 사용되고 있는 것은 경피수분손실(TEWL, transepidermal water loss) 측정과 홍반반응 측정이다¹⁾.

피부 홍반은 육안으로도 관찰이 가능한 현상으로 이것의 원인은 표층부와 심층부 피부혈관에 혈액량이 38% 이상 증가하였을 발적과 충혈로 표현되는데 진피유두부 모세혈관이나 유두하 정맥총 등 작은 혈관들의 혈류증가 및 주변조직의 변화로 인한 가시도의 변화로 발생하며 어려가지 내부 및 외부의 자극에 의하여 발생하는 혼한 피

부반응이다^{1,37)}.

피부를 통한 수분의 손실은 피부를 통한 수분의 증발과 땀으로 이루어지는데, 이중 피부에 의한 수분의 이동을 경피수분손실이라 하며, 신체 내부에서 외부로 수분이 수동 확산되는 과정에서 생기는 현상이다. TEWL은 정상인 경우 대개 시간당 0.1~0.4mg/m²hr의 범위이며, 피부장벽이 손상 받을 경우 손상 정도에 비례하여 증가하게 된다¹⁾.

무모생쥐에서 TS를 사용하여 각질층을 물리적 인위적 방법으로 손상시킨 후 일어나는 피부 장벽기능의 회복은 크게 세 단계를 거쳐게 된다. 손상 직후 초기단계와 중간단계, 후기 단계로 나누어 생각해 볼 수 있는데, 초기단계(장벽손상 직후~30분)에는 경피수분손실의 회복이 거의 나타나지 않으며(10%이하), 중간단계(3~6시간)는 급격한 회복(60~70%)을 나타내고, 후기단계(6~24시간)에는 다시 완전한 회복율을 나타내며, 피부장벽 손상 후 약 24시간 후에는 85~95%의 회복율을 보인다¹⁾.

피부장벽기능의 손상과 회복에 대한 객관적인 측정방법이 필요하게 되는데, 최근에는 피부의 자극반응 정도를 객관적으로 정량화하고, 육안으로 구별되지 않는 미세한 반응을 측정하기 위하여 생물공학적인 측정기기를 이용한 다양한 비침습적 검사 방법들이 시도되고 있다.

Vapometer를 이용한 경피수분손실의 측정은 피부표면에서 공기 중으로 수분 증발의 정도를 측정함으로써 피부 각질층의 장벽기능을 평가할 수 있는 방법으로, open chamber system의 문제점을 개선하기 위해 closed chamber system을 재적용하면서 개발된 장비로서 기존시스템의 문제점을 보완하고 이동이 편리하게 보강하여 최근 개발되었다¹⁾.

피부회복율은 경피수분손실도 측정을 통해 장벽손상 직후의 측정치에서 검사 전 측정치를 감한 값을 분모로 하고, 손상 직후의 측정치에서 각시점의 측정치를 감한 값을 분자로 하여 이를 백분율로 환산하여 회복율을 산정할 수 있다²⁰⁾.

동서양을 막론하고 온천욕에 대한 역사적인 기록들을 살펴보면 각종 질병의 치유와 관련한 내용들을 접할 수 있으며, 다수의 현대인들도 온천욕이 각종 질병에 도움이 될 것으로 믿고 있다¹³⁻¹⁵⁾.

온천이란 일반적으로 마그마성 수증기에 의해서 뜨거워진 지하수가 지표로 용출되는 열수라고 하지만 우리나라의 온천법에 따르면 “온천이라 함은 지하로부터 용출되는 25도 이상의 온수로 그 성분이 인체에 해롭지 아니한 물을 말한다”고 정의하고 있다³⁹⁾.

온천욕은 당뇨병, 순환기질환, 신경계 질환, 알레르기 및 호흡기 질환 등에 효과가 있다는 보고가 있고 일본에서는 피부질환에 유향온천이 좋다고 하며¹³⁾, 중국에서는 특히 건선 및 습진 등에 관련한 온천치료 보고가 있다²⁹⁻³¹⁾.

온천욕의 효과로는 따뜻한 온도에 의한 혈관확장, 순환촉진, 신경안정, 스트레스 해소와 온천수 중에 함유된 광물질 성분들의 피부흡수에 의한 치료를 생각해 볼 수 있다.

일반적으로 온천수는 염류 물질이 물에 해리 및 이온화되어 있고, 일부의 규산, 붕산, 수산화철, 황, 유기물 등은 콜로이드 상태로 존재하며, 이산화탄소를 비롯하여 황화수소, 수소, 메탄, 에탄, 질소 등의 기체를 수반한다. 가장 흔한 양이온은 나트륨(Na^+), 칼슘(Ca^{2+}), 마그네슘(Mg^{2+}), 칼륨(K^+)이고 음이온은 주로 황산(SO_4^{2-}), 염소(Cl^-), 탄산수소(HCO_3^-), 불소(F^-)이다. 기타 미량 성분으로 스트론튬(Sr), 리튬(Li), 망간(Mn), 철(Fe) 불소(F) 규산(SiO_2) 등이 있다³³⁻³⁵⁾.

위에 열거한 온천의 여러 성분들 중에 특히 의학적 효능에 대하여 연구되어지지 않은 스트론튬이 온천욕의 피부질환에 대한 치료효과와 관련성이 있는지 연구할 필요성을 느끼게 되었다. 스트론튬(Strontium)은 화학원소로 기호는 Sr 원자번호 38번이고 주기율표 2족에 속하는 알칼리토금속¹⁶⁾으로 온천수에 함유되어 있는 성분으로 외용약으로 피부질환에 사용한 연구는 찾아볼 수 없었다.

최³²⁾의 “우리나라 온천수의 특성에 관한 연구” 논문에서 국내 여러 온천수 중에 함유된 스트론튬 농도를 보면 해운대온천이 6.75~7.6mg/L 로 가장 높았고, 그 다음으로 포항온천이 0.9mg/L 으로 높았고 나머지 청도온천이 0.1 mg/L, 동래온천 0.03mg/L, 마금산온천 0.02mg/L, 온양온천 0.02mg/L, 백암온천 0.01mg/L 으로 매우 낮은 농도를 보였다.

본 실험에서는 이러한 국내 온천별 스트론튬 농도를 참고하여 너무 미량의 낮은 농도를 제외하고 최고농도인 해운대와 중간의 포항온천의 농도를 참고하여 1mg/L 과 7mg/L 두 가지 농도의 스트론튬수용액을 만들어 실험하였다.

실험 결과 TS후 아무 처리를 하지 않은 Control 군과 비해 Sr용액 입욕군들은 홍반과 경피수분손실도 측정에서 모두 유의한 홍반회복 및 경피수분손실의 회복, 피부회복율의 증가를 보여주었다. 특히 hairless mice의 급격한 피부장벽 기능 손상에 대해서는 7mg/L의 고농도 스트론튬 수용액에 입욕시키는 것이 가장 좋은 피부보습기능회복을 나타냈으며, 아울러 미리 사전에 1mg/L의 저농도 Sr에 목욕한 경우에서 피부보습기능을 빨리 회복시키는 것으로 나타났다.

실험결과 스트론튬용액에 목욕하는 것은 혈청 GOT와 GPT에 아무런 영향을 주지 않는 것으로 나타났다(Table 4).

조직표본을 제작하여 광학현미경 400배율로 관찰한 결과 Sr용액에 입욕한 4개의 실험군들에서 조직표본 상 모두 뚜렷한 각질층의 회복을 보였으며 특별한 염증반응이 나타나지 않았다(Fig. 10-13).

본 연구의 의도는 평소 온천욕을 자주 하는 사람들, 가끔 온천욕을 하는 사람들, 그리고 온천마다 스트론튬의 농도 차이가 있으므로 이러한 변수들에 따른 피부 보습기능의 차이를 알아보고, 더 나아가 한방입욕제 개발의 기초연구자료로 활용하고자 하였다.

실험결과를 실생활에서 응용한다면, 피부장벽 손상으로 인한 건조피부를 예방하기 위해서는 스트론튬 1mg/L 농도의 온천(포항온천)에서 평소 온천욕을 자주 하고, 급성으로 건조피부가 심할 경우에는 7mg/L의 고농도 온천(해운대온천)에서 목욕하는 것이 치료에 도움이 될 것으로 생각된다. 온천욕이 힘들 경우에는 집에서 Sr 목욕물을 만들어 응용하는 것도 가능할 것으로 보인다.

결 론

Tape stripping(TS)으로 유발된 Hairless mice의 급성피부장벽손상에 농도별 스트론튬 수용액(Sr용액)이 피부보습 기능회복에 미치는 영향을 검증하기 위하여 TS 부위의 육안적 관찰, 피부홍반, 경피수분소실도, 회복율을 측정하고 피부조직의 미세변화를 관찰하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 홍반억제 효능은 정상시에는 저농도 Sr용액에 목욕하는 것이, 급성 피부장벽 손상 후에는 고농도Sr용액에 목욕하는 것이 가장 좋은 효과가 있었다.
2. 급성 피부장벽 손상 후 고농도 Sr 용액에 목욕하는 경우 24시간 경과 후부터는 피부장벽손상 전보다도 유의한 홍반감소를 보였다.
3. 경피수분손실 측정결과 급성 피부장벽 손상에 의한 피부 피부보습정도는 평소 저농도 Sr 용액에 목욕 하는 것이 가장 효과적 이었다.
4. 급성 피부장벽 손상 후에 Sr 용액에 목욕하는 것이 경피수분손실 억제에 유의한 효과를 보였다.
5. 급성 피부장벽 손상 시 5시간 후부터 경피수분손실 억제가 나타나지만 Sr 용액에 목욕한 경우에는 손상 후 3시간 후부터 빠른 경피수분손실 억제 효과가 나타났다.
6. 급성 피부장벽 손상 후 사전 사후 관계없이 Sr 용액에 목욕하는 것이 모든 시점(3시간,

5시간, 24시간 후)에서 피부회복율이 높았다. 손상 후 고농도 Sr 용액에 목욕하는 것이 가장 높은 피부회복율을 보였다.

7. Sr용액에 목욕하는 것은 혈청 GOT와 GPT에 아무런 영향을 주지 않았다.

위 결과에 따르면 정상시에는 스트론튬이 1mg/L 전후의 저농도인 온천수에 목욕을 자주 하는 것이 피부보습에 좋은 영향을 주며, 급성피부장벽 손상으로 인한 피부보습에 문제가 생길 경우에는 7mg/L 전후의 고농도 온천수에 목욕하는 것이 빠른 회복에 도움을 줄 것으로 기대된다.

아울러 진전된 연구를 통해 스트론튬을 피부보습을 위한 예방 또는 치료 목적의 한방입욕제로 응용하는 것이 가능할 것으로 사료된다.

참고문헌

1. 이승헌, 안성구, 정세규. 피부장벽. 서울 : 여문각. 2004:72.
2. 이승헌, 황상민, 최응호, 안성구. 피부장벽. 대한피부과학회지. 1999;37(7):825-837.
3. 대한피부과학회. 피부과학, 서울 : 여문각, 2001; 166-174.
4. 강호정, 함정희. 수종피부질환에서 피부 각질층의 보습기능에 관한 연구. 대한피부과학회지. 1993;32(6):890-95.
5. 강원형. 피부질환아틀라스, 서울 : 한미의학, 2002;4.
6. Elias PM, Feingold KR. Skin as an organ of protection. In : Fitzpatrick TB, Katz SI, Goldsm Graw-Hill Book, 1999:164-74.
7. Lee SH, Chung H-S, Lee W. Epidermal lipid homeostasis. Ann Dermatol 1995;7:99-111.
8. Feingold KR. Permeability barrier homeostasis: its biochemical basis and regulation. Cosmet Toilet. 1997;112:49-59.
9. 귀아천, 호가기. 은설병 중서의 결합치료. 북경 : 인민위생출판사. 2004:2.

10. 혁사영, 위광. 실용중의외치법. 북경 : 인민위생출판사. 1999;173-217.
11. 이호 공경림. 신편중의외과학. 북경 : 인민위생출판사. 1999;73-90.
12. 시존방. 당대중의외치정요. 북경 : 중국중의약출판사. 1996;103-4.
13. 박래준. 우리나라 온천의 실태와 치료적 효과에 관한 연구. 대한물리치료학회지. 2000;12(3):369-77.
14. 박종철. 수치료학. 서울 : 대학서림. 1993.
15. 진현우, 장호신, 장봉석, 조주현, 김문범, 오창근, 권경술, 권유욱. 아토피피부염 환자의 대체 의학 이용 실태에 관한 연구. 대한피부과학회지. 2005;43(7):9003-111.
16. 강재효, 차진순, 조병태, 윤능민. 유기화학. 서울:교학사. 1998.
17. Baden HP, McGilvray N, Cheng CK, et al. The keratin polypeptides of psoratic epidermis. *J Invest Dermatol* 1978;70:294-97.
18. Hodson WA. Normal and abnormal structural development of the lung. In: Polin RA, Fox WW eds. *Fetal and Neonatal Physiology*. Philadelphia : WB Saunders, 1992:71-782.
19. Rooney SA, Young SL, Mendelson CR. Molecular and cellular processing of lung surfactant. *FASEB J* 1994;8:957-67.
20. 신경열, 박천옥, 이철현. Tape Stripping과 Sodium Lauryl Sulfate에 의한 피부 장벽기능의 손상 및 회복에 관한 연구. 대한피부과학회지 2000;38(2):183-90.
21. 장윤환, 김효진, 성현철, 김도원, 이원주, 나건연 : Tape Stripping에 의한 각질층 제거 정도에 따른 피부장벽기능의 변화, 대한피부과학회지, 2005;43(7):919-925
22. Tagami, H. Electrical measurement of he water content of the skin surface. *Cosmetics & Toiletries* 1982;92;39-47.
23. 이승헌, 박태현, 이용재. 여드름 환자와 아토피 피부염 환자의 수분상태와 지질의 측정과 비교, 대한피부과학회지, 1995;33(3):459-66.
24. 이승헌, 정준, 안성구. Hydrometer와 Corneometer를 이용한 피부표면 수분상태의 비교측정. 대한피부과학회지. 1994;32(4):599-603.
25. 최지호. 아토피피부염에서의 피부장벽기능이상. 천식 및 알레르기. 2000;20(5):693-94.
26. Hardmann MJ, Sisi P, Banbury DN et al. Patterned acquisition of skin barrier function during development. *Development*. 1998;125: 1541-52.
27. 洪元植 : 精校黃帝內經靈樞, 東洋醫學研究院 出版所, 1985;119-120,213-220,298-301
28. 김상현. 물리적 피부장벽손상이 각질 함유량 감소 및 동계소양증 유발에 미치는 영향 중앙대학교 일반대학원. 2004.
29. 李亞萍, 文海泉 : 銀屑病的 溫泉水療, 國外醫學, 2004;24(4):194-195
30. 王洪斌. 中葯溫泉浴輔助紫外線照射治療銀屑病的療效觀察和護理. 專科護理 2002;12(2):9-10.
31. 李煥成, 殷兆堂. 中西醫結合配合溫泉水療治療慢性濕疹32例療效分析. 臨床醫藥實踐雜誌 2003; 12(7):545.
32. 최상근. 우리나라 온泉水의 특성에 관한 연구. 연세대학교 산업대학원. 1988.
33. 한인전, 박규창. 韓國溫泉水의 化學的 研究. 경희대학교 일반대학원. 1980.
34. 유운정. 溫泉水의 物理化學的 特性에 관한 연구. 경원대학교 일반대학원. 2004.
35. 홍준표, 오익근. 溫泉의 이용 동기 및 선택요인에 관한 연구. 계명대학교 경영대학원. 1998.
36. Chung H-S, Lee SH. Differences in the recovery rate after perturbation of epidermal barrier by means of acetone treatment and tape-stripping technique. *Ann Dermatol* 1995; 7:155-64.
37. 박석범, 김병국, 은희철 외 1인. 한국 청년층에서 reflectance spectrophotometer에 의한 UVB 조사 광량에 따른 홍반지수 및 색소지수, 대한피부과학회지. 1997;35(4):729-35.