

비타민 C 이온 영동법을 이용한 안면부 화상 후 과색소 침착의 치료

최재일 · 이지원 · 석정훈 · 양완석

동강병원 성형외과

Treatment of Postburn Facial Hyperpigmentation with Vitamin C Iontophoresis

Jae Il Choi, M.D., Ji Won Lee, M.D., Jeong Hoon Suhk, M.D.,
Wan Suk Yang, M.D.

Department of Plastic and Reconstructive Surgery, Dong
Kang General Hospital, Ulsan, Korea

Purpose: Many facial burn patients suffer from hyperpigmentation and its treatment has been challenging. Vitamin C (ascorbic acid) has important physiologic effects on skin, including inhibition of melanogenesis, promotion of collagen biosynthesis, prevention of free radical formation, and acceleration on wound healing. The purpose of this study is to evaluate the effectiveness of Vitamin C iontophoresis for the treatment of postburn hyperpigmentation.

Methods: The authors performed a retrospective analysis of 93 patients who were admitted for the treatment of facial burn from February 2008 through February 2010. Among them, 51 patients were treated with Vitamin C iontophoresis to control postburn hyperpigmentation and 42 patients were not. Experimental group was chosen 20 of 51 patients who had been treated with Vitamin C iontophoresis and had normal facial skin on the comparable contralateral aesthetic unit. Control group was chosen 20 of 42 patients who were not treated with Vitamin C iontophoresis and had also contralateral normal aesthetic unit. The resulting color of 20 patients who were treated with Vitamin C iontophoresis was compared with the color of the contralateral normal facial skin using a digital scale color analysis. Results were analyzed with Wilcoxon signed rank test.

Results: The analysis revealed significant improvement of hyperpigmentation in the experimental group compared to control group. The difference of initial value and the value in 6 months showed significant change. Mean ($\Delta_{\text{initial}} - \Delta_{\text{6month}}$) of experimental group was 11.61 and control group

was 7.23. Thus, the difference between the experimental group and the control group was 4.38. Therefore, Vitamin C iontophoresis revealed significant improvement of hyperpigmentation in the experimental group compared with control group.

Conclusion: Vitamin C iontophoresis is an effective treatment modality for postburn hyperpigmentation.

Key Words: Vitamin C, Iontophoresis, Hyperpigmentation

I. 서론

안면부는 신체 중에서 미용적으로 가장 중요한 부분으로, 안면부에 화상을 입은 경우 대부분 잘 치유되나 일부 환자들은 화상 후 흉터나 과색소 침착으로 퇴원 후에도 정서적, 사회적으로 어려움을 겪게 된다.

현재까지 화상 후 흉터나 과색소 침착의 예방을 위하여 흉터 연고, 미백제, 보습제, 자외선 차단제, 실리콘 제제 등이 사용되고 있지만 과색소 침착은 쉽게 좋아지지 않고 있다.

비타민 C는 기미 등 색소성 질환에 효과가 있는 것으로 알려져 있다.¹ 비타민 C (L-ascorbic acid)는 멜라닌세포의 침착을 억제하고 콜라겐 생합성을 촉진하며, 유리 라디칼 생성을 억제하여 상처 치유를 촉진한다. 그러나 비타민 C는 수용액에서 빨리 산화되어 분해되기 때문에 국소 제제로서의 임상적 사용에 한계가 있었다.² 따라서 이런 문제점을 해결하기 위하여 magnesium-L-ascorbyl-2-phosphate (MAP)가 사용되었다. 그러나 MAP (DR.VC+®; 이스코스메틱, Japan)는 음이온에서 쉽게 분해되어 피부층을 통과하기 어렵기 때문에 MAP가 쉽게 피부를 투과하도록 하기위해서 이온 영동법이 사용되었다.³ 저자들은 바이탈이온트를 이용한 비타민 C 이온 영동 치료를 안면부의 화상 후 과색소 침착을 치료하기 위하여 사용하였으며 그 결과를 분석하여 비타민 C 이온 영동법의 유용성을 문헌고찰과 함께 보고하고자 한다.

II. 재료 및 방법

가. 대상

2008년 2월부터 2010년 2월까지 본원 성형외과에 화상을 입고 입원치료를 받았던 환자 268명 중 안면부에 2도 화상

Received September 1, 2011
Revised October 4, 2011
Accepted October 6, 2011

Address Correspondence: Wan Suk Yang, M.D., Department of
Plastic and Reconstructive Surgery, Dong Kang General
Hospital, 123-3 Taewha-dong, Jung-gu, Ulsan 681-320, Korea.
Tel: 82-52-241-1324 / Fax: 82-52-241-1324 / E-mail: artpsyang@
yahoo.co.kr

이 있었던 환자는 93명이었다. 이 93명의 환자 중에서 비타민 C 이온 영동 치료를 받은 환자가 51명, 비타민 C 이온 영동 치료를 받지 않은 환자가 42명이었다.

비타민 C 이온 영동 치료는 화상을 치료하는 과정에서 과색소 침착이 생겼거나 생길 가능성이 많은 환자에게 환부가 치유된 후 수 일 내 시작하여 1주일내 2회씩 평균 6개월간 시행하였고 치료 받은 환자 51명의 성비는 남자가 32명으로 많았으며, 나이의 분포는 20~29세가 5명(9.8%), 30~39세가 12명(23.5%), 40~49세가 22명(43.1%), 50~59세가 5명(9.8%), 60~69세가 5명(9.8%), 70세 이상이 2명(4.0%)으로 평균 나이는 44.6세였다.

화상의 원인은 화염에 의한 화상 28명(54.9%), 열탕 화상 11명(21.5%), 화학 화상 6명(11.7%), 전기 화상 4명(7.8%), 기타 2명(4.1%)이었다.

객관적인 비교를 위해 비타민 C 이온 영동 치료를 받은 51명 중에서 6개월 이상 치료받고 추적관찰 된 환자 가운데 얼굴의 어느 한 부위 즉, 이마, 눈 주위, 뺨, 코, 턱 등 미용 단위(aesthetic unit)가 얼굴의 한쪽은 화상을 입고 다른 쪽은 화상을 입지 않은 20명을 골라 실험군으로 하였고, 비타민 C 이온 영동 치료를 받지 않은 환자 중에서 6개월 이상 추적관찰되고 얼굴의 화상을 입었던 부위와 반대편 정상 부위 사이에 미용 단위가 비교 가능한 환자 20명을 대조군으로 하여, 색소 침착 정도를 포토샵을 이용하여 비교 분석하였다(Table I). 얼굴의 미용 단위 5개 중 2곳 이상 침범한 경우에는 화상이 심한 부위의 미용 단위의 값을 구하였다.

나. 이온 영동 치료방법

이 실험에서는 바이탈이온트 이온 영동 시스템(Vitaliont II system[®], Indiva-Japan Co. Ltd., Japan)(Fig. 1)을 사용하였다. 사용하는 순서는 다음과 같다.

- 1) 치료 받을 부위를 생리 식염수나 증류수로 깨끗이 한다.
- 2) Neutral hand piece를 젖은 천으로 싼 뒤, 환자에게 쥐게 한다.
- 3) 피부에 화상을 입지 않기 위해 전극을 숨으로 싼다.

Table I. The Number of Aesthetic Units in Experimental Group and Control Group

	Experiment group (n=20)	Control group (n=20)
Forehead	4	3
Cheek	6	7
Periorbital	3	4
Nose	2	3
Chin	5	3

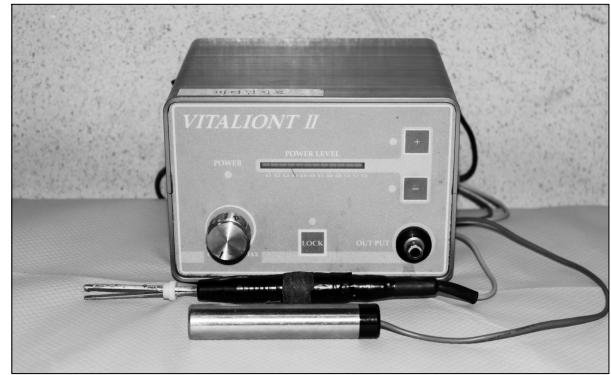


Fig. 1. The Vitaliont II system (Indiva-Japan Co. Ltd., Japan).

전극의 금속 부분을 완전히 싼 다음, 피부에 접촉하지 않도록 주의한다.

- 4) 숨으로 싼 전극 부분을 MAP 용액에 살짝 담근 후 치료할 부위에 살짝 바르면서 갖다 댈다.
- 5) +/-스위치 중에서 이 실험에서는 + 스위치를 사용한다.
- 6) 전원을 켜고 0.6 mA부터 시작한다. 만약 환자가 화끈거림을 느끼면 0.4 mA으로 줄인다. 안면부 양측은 같은 전압을 유지한다.
- 7) 전극을 피부결을 따라 천천히 조심해서 움직인다.
- 8) 20~30분 경과 후 전원을 끄고 시술을 종료한다.

MAP 0.5 g을 증류수 10 mL에 희석한 용액을 화상을 수당한 부위의 피부에 사용하였다. 모든 환자들은 화상 상처가 치유된 후 자외선 차단제와 미백제, 보습제를 사용하였다. 이온 영동 치료는 일주일에 2회 치료하였으며 평균 치료 시간은 20분이었다.

다. 포토샵 비교 분석

표준화된 자세와 외부 자연광이 차단된 표준 조명하에 디지털 카메라(Nikon D-300S, AF micro lens 55 mm)는 자체 플래시를 이용한 P mode에서 촬영하였으며 환자는 앉은 자세에서 정면을 볼 때 눈높이와 동일한 위치에 렌즈를 두고 하였다. 이를 Photoshop 8.0[®](Adobe system, Incorporated, USA)을 이용하여 색소 침착의 정도를 3가지 측정값(L*, a*, b*)을 측정하여 피부의 밝기와 색을 비교, 평가하였다.⁴

L* 값은 명도를 나타내며 0~100까지 표시가 된다. a*, b* 값은 일반적으로 xy좌표계와 같은 평면 좌표계로써 가로축이 a*값, 세로축이 b*값이 된다. +a*쪽은 red, -a*쪽은 green, +b*쪽은 yellow, -b*쪽은 blue를 나타낸다(Fig. 2).

그리고 시술 전후의 절대값의 차이를 ΔE로 표시하였다. $\Delta E = \sqrt{(L-L^*)^2 + (a-a^*)^2 + (b-b^*)^2}$ 의 식으로 구할 수 있다.⁴ 예를 들어 ΔL이 -10이라면 그 측정물은 기준으로 측정된 것에 비해 명도가 10만큼 낮다는 뜻이다.

비타민 C 이온 영동 치료를 받은 환자의 화상 부위의 미용 단위와 그에 비교되는 반대편 정상 미용 단위의 L, a, b 값과 ΔE 값 그리고 비타민 C 이온 영동 치료를 받지 않은 환자의 화상 부위의 미용 단위와 반대편 정상 미용 단위의 L, a, b 값과 ΔE 값을 포토샵을 이용하여 구하였다. 화상 상처 치유 직후 및 상처 치유 후 1개월 3개월 6개월 후의 L, a, b 값과 ΔE 값을 구하여 실험군과 대조군을 비교분석 하였다.

치료효과는 각 변수의 상대적인 차이가 적을수록 피부의

색이 더 근접함을 의미하며, Wilcoxon signed rank test와 공분산 분석(analysis of covariance)법에 의해 p-value로 통계적 유의성을 평가하였다.

III. 결과

화상 상처 치유 직후 비타민 C 이온 영동 치료를 시작하기 직전에는 화상 상처가 치유된 부위와 정상피부와의 차이

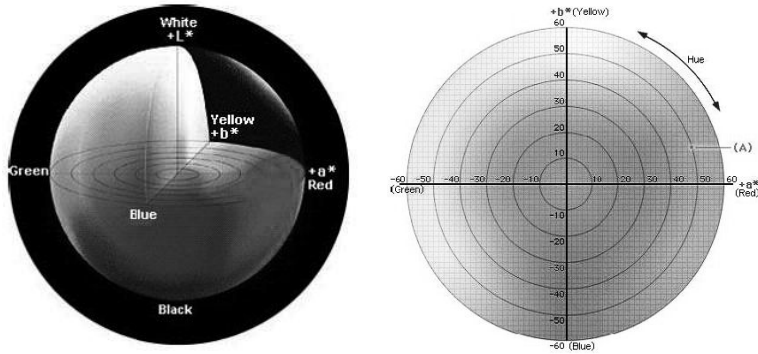


Fig. 2. L*a*b* color difference. L* refers to the lightness coordinate value (0 for perfect black to 100 for perfect white). The values of a* and b* are the chromaticity coordinates in the red-green axis and the yellow-blue axis, respectively. Positive a* values indicate the red color range and negative values, the green color range. Similarly, positive b* values indicate the yellow color range, whereas negative values indicate the blue color range.

Table II. The Value of L, a, b, ΔE Immediately after Burn Wound Healing

Patient no.	Experiment group							Patient no.	Control group						
	L	a	b	L*	a*	b*	ΔE		L	a	b	L*	a*	b*	ΔE
1	67	12	13	58	5	11	11.57	1	65	11	13	58	6	12	8.66
2	36	7	21	52	6	26	16.79	2	37	7	16	50	6	20	13.64
3	51	63	41	64	22	32	43.94	3	41	58	39	54	22	30	39.31
4	60	2	-4	50	3	10	17.23	4	58	2	-1	50	16	8	18.46
5	50	13	10	62	6	13	18.60	5	55	13	12	62	6	20	12.73
6	58	18	22	49	13	18	11.04	6	52	18	25	43	13	19	11.91
7	54	44	32	62	16	32	29.12	7	54	34	31	62	14	34	21.75
8	58	15	13	54	6	15	10.04	8	58	16	13	54	9	16	8.60
9	69	6	2	68	-1	4	7.35	9	55	6	1	58	-3	5	10.29
10	41	21	11	48	6	12	16.58	10	43	21	12	51	6	15	17.26
11	50	15	7	62	5	17	18.55	11	55	15	8	62	7	15	12.73
12	56	18	14	57	1	18	17.49	12	59	18	14	61	1	19	17.83
13	56	11	9	43	4	7	14.90	13	55	11	9	43	4	7	14.03
14	35	7	14	45	11	19	11.87	14	46	7	6	55	11	9	10.29
15	52	3	19	57	-1	11	10.25	15	56	3	23	65	-1	18	11.04
16	47	28	16	62	23	28	19.85	16	51	28	19	66	25	28	17.75
17	32	9	16	47	5	21	16.31	17	42	9	17	57	5	20	15.81
18	33	13	17	59	7	18	26.70	18	39	14	17	59	9	18	20.64
19	58	11	14	53	8	17	6.56	19	58	11	14	50	2	18	12.69
20	54	7	8	67	2	4	14.49	20	51	7	14	64	-3	4	19.21
Mean							16.96 [†]								15.73 [†]
SD							8.52								6.80

L*, Contralateral normal skin lightness coordinate value; a*, Contralateral normal skin red-green axis coordinate value; b*, Contralateral normal skin yellow-blue axis coordinate value; L, Burned area lightness coordinate value; a : Burned area red-green axis coordinate value; b: Burned area yellow-blue axis coordinate value; SD, Standard deviation; ΔE, $\sqrt{(L-L')^2+(a-a')^2+(b-b')^2}$ color difference between burned area and normal skin.

[†]No significant difference between experiment group and control group (p=0.8298).

Table III. The Value of L, a, b, ΔE 1 Month after Burn Wound Healing

Patient no.	Experiment group									Patient no.	Control group								
	L	a	b	L*	a*	b*	ΔE	$\Delta_{1\text{month}}^{\text{initial}}$	L		a	b	L*	a*	b*	ΔE	$\Delta_{1\text{month}}^{\text{initial}}$		
1	65	11	3	58	5	11	9.43	2.14	1	63	12	13	58	6	12	7.87	0.79		
2	40	8	22	52	6	26	12.80	3.99	2	48	8	15	50	6	20	5.74	7.90		
3	54	48	40	64	22	32	28.98	14.96	3	40	55	41	54	22	30	37.49	1.90		
4	59	3	-2	50	3	10	15.00	2.23	4	57	3	-1	50	16	8	17.29	1.17		
5	56	11	10	62	6	13	7.00	11.6	5	57	12	13	62	6	20	10.49	2.24		
6	58	17	23	49	13	18	11.04	0	6	51	18	25	43	13	19	11.18	0.73		
7	58	32	33	62	16	32	16.79	12.33	7	55	33	32	62	14	34	19.41	2.34		
8	58	12	15	54	6	15	7.21	2.83	8	59	17	15	54	9	16	9.48	0.88		
9	69	5	2	68	-1	4	6.40	0.95	9	56	5	2	58	-3	5	8.77	1.52		
10	46	10	13	48	6	12	4.58	12.00	10	45	19	13	51	6	15	14.46	2.80		
11	55	11	9	62	5	17	12.16	6.39	11	56	14	10	62	7	15	10.49	2.24		
12	57	10	19	57	1	18	9.05	8.44	12	60	15	15	61	1	19	14.59	3.24		
13	47	12	10	43	4	7	9.43	5.47	13	54	10	10	43	4	7	12.88	1.15		
14	40	12	15	45	11	19	6.48	5.39	14	48	6	7	55	11	9	8.83	1.46		
15	53	4	15	57	-1	11	7.54	2.71	15	57	4	22	65	-1	18	10.24	0.80		
16	59	20	23	62	23	28	6.56	13.29	16	52	29	20	66	25	28	16.61	1.14		
17	40	6	17	47	5	21	8.12	8.19	17	43	10	19	57	5	20	14.89	0.92		
18	41	11	18	59	7	18	18.44	8.26	18	40	12	19	59	9	18	19.26	1.38		
19	55	12	17	53	8	17	4.47	2.09	19	58	11	15	50	2	18	12.40	0.29		
20	62	1	5	67	2	4	5.19	9.30	20	52	6	15	64	-3	4	18.60	0.61		
Mean							10.33	6.63 [†]								14.05	1.78 [†]		
SD								5.90									6.80		

$\Delta_{1\text{month}}^{\text{initial}}$, color difference between initial mean ΔE and 1 month later mean ΔE

[†]Significant difference between experiment group and control group ($p < 0.0001$).

값인 ΔE 값의 평균이 실험군은 16.96이고 대조군이 15.73으로 두 군 사이에는 유의한 차이가 없었다($p > 0.05$)(Table II). 그러나 비타민 C 이온 영동 치료 1개월 후에는 ΔE 평균이 실험군은 10.33, 대조군은 14.05로 많은 차이가 났으며, 비타민 C 이온 영동 치료 전과 비교한 $\Delta_{1\text{month}}^{\text{initial}}$ 값의 평균은 실험군이 6.63, 대조군이 1.78로 상당한 차이가 있었다($p < 0.05$)(Table III). 비타민 C 이온 영동 치료 3개월 후에는 ΔE 평균이 실험군은 7.77, 대조군은 10.66이었으며, 치료 전과 3개월을 비교한 $\Delta_{3\text{month}}^{\text{initial}}$ 평균은 실험군은 9.19, 대조군은 5.07이었다(Table IV). 비타민 C 이온 영동 치료 6개월 후에는 ΔE 평균은 실험군이 5.35이고, 대조군이 8.49이며 치료 전과 비교한 $\Delta_{6\text{month}}^{\text{initial}}$ 평균은 실험군 11.61, 대조군

7.23으로 상당히 유의한 차이가 있었다($p < 0.05$)(Table V).

비타민 C 이온 영동 치료를 받은 51명의 환자 중 20명의 환자에서 가려움증(25.5%), 화끈거림(3.9%), 통증(5.9%), 건조감(3.9%) 등의 경미한 합병증이 있었으나 증세는 심하지 않았고 보존적인 치료로 해결되었다(Table VI).

증례 1

43세 된 여자로 작업 도중 화염 화상으로 우측 뺨 부위에 얇은 2도 화상 수상 후 본원 성형외과에 입원하여 치료하였다. 입원 당시 이학적 검사상 안면부에 물질 및 부종이 관찰되었고 환부가 어느 정도 치유 된 1주 후 비타민 C 이온 영동치료를 시작하였다. 비타민 C 이온 영동 치료 1개월 후 사진이다(Fig. 3).

Table IV. The Value of L, a, b, ΔE 3 Month after Burn Wound Healing

Patient no.	Experiment group								Patient no.	Control group							
	L	a	b	L*	a*	b*	ΔE	$\frac{\Delta_{\text{initial}}}{\Delta_{\text{3month}}}$		L	a	b	L*	a*	b*	ΔE	$\frac{\Delta_{\text{initial}}}{\Delta_{\text{3month}}}$
1	60	10	13	58	5	11	5.74	5.83	1	62	12	12	58	6	12	7.21	1.45
2	46	7	24	52	6	26	6.40	10.39	2	46	7	21	50	6	20	4.24	9.40
3	55	41	40	64	22	32	22.49	21.45	3	38	54	40	54	22	30	37.18	2.13
4	57	3	-2	50	3	10	12.36	4.87	4	56	2	-1	50	16	8	16.91	1.55
5	57	10	10	62	6	13	7.07	11.53	5	59	12	14	62	6	20	9.00	3.73
6	55	18	20	49	13	18	8.06	2.98	6	50	17	22	43	13	19	8.60	3.31
7	58	31	32	62	16	32	15.52	13.60	7	58	27	31	62	14	34	13.92	7.83
8	57	12	14	54	6	15	6.78	3.26	8	58	15	14	54	9	16	7.48	1.12
9	69	5	2	68	-1	4	6.40	0.95	9	55	1	6	58	-3	5	5.09	5.20
10	47	11	14	48	6	12	5.47	11.11	10	52	10	16	51	6	15	4.24	13.02
11	60	7	11	62	5	17	6.63	11.92	11	58	11	9	62	7	15	8.24	4.49
12	58	4	17	57	1	18	3.31	14.18	12	62	10	15	61	1	19	9.89	7.94
13	47	10	6	43	4	7	7.28	7.62	13	54	11	8	43	4	7	13.07	0.96
14	42	12	18	45	11	19	3.31	8.56	14	49	8	9	55	11	9	6.70	3.59
15	53	3	16	57	-1	11	7.54	2.71	15	64	3	19	65	-1	18	4.24	6.80
16	61	22	25	62	23	28	3.31	16.54	16	59	25	22	66	25	28	8.94	8.81
17	41	5	20	47	5	21	6.08	10.23	17	51	11	18	57	5	20	8.72	7.09
18	46	12	19	59	7	18	13.96	12.74	18	47	10	17	59	9	18	12.08	8.56
19	53	11	18	53	8	17	3.16	3.40	19	55	10	18	50	2	18	9.43	3.26
20	63	2	6	67	2	4	4.47	10.02	20	53	7	15	64	-3	4	17.97	1.24
Mean							7.77	9.19 [†]								10.66	5.07 [†]
SD								4.85									7.36

$\frac{\Delta_{\text{initial}}}{\Delta_{\text{3month}}}$, color difference between initial mean ΔE and 3 month later mean ΔE.

[†]Significant difference between experiment group and control group (p=0.0028).

증례 2

38세 된 남자로 작업 도중 화학 화상(톨루엔)으로 우측 뺨에 깊은 2도 화상 수상 후 입원하였다. 환자는 화상 치유 후에 안면부에 과색소 침착이 진행되어 비타민 C 이온 영동치료를 시작하였다. 비타민 C 이온 영동 치료 3개월 후 사진이다(Fig. 4).

증례 3

9세 된 남자로 불길 화상으로 우측 눈 주위와 코 부위에 깊은 2도 화상 수상 후 입원하였다. 비타민 C 이온 영동 치료 6개월 후 사진이다(Fig. 5).

IV. 고 찰

안면부 화상은 안면부에 혈액공급이 좋고 수상 당시 대개 안면부를 손이나 옷으로 가려서 보호하기 때문에 다른 부위에 비해 치유가 잘되는 편이다.⁵ 그러나 안면부는 햇볕에 노출되기 쉽기 때문에 과색소 침착이 잘 일어나 다른 부위 화상에 비해 심한 정신적 스트레스를 받게 된다.⁶ 따라서 안면부의 화상 치료는 치유기간을 줄이면서 합병증을 최대한 예방하는 것이 무엇보다도 중요한 문제이다. 그러나 안면 화상 후의 치료는 대부분 흉터 연고, 미백제, 보습제, 자외선 차단제, 실리콘 제제 등 국소 도포용 제제에 의존하

Table V. The Value of L, a, b, ΔE 6 Month after Burn Wound Healing

Patient no.	Experiment group								Patient no.	Control group							
	L	a	b	L*	a*	b*	ΔE	$\frac{\Delta_{\text{initial}}}{\Delta_{\text{6month}}}$		L	a	b	L*	a*	b*	ΔE	$\frac{\Delta_{\text{initial}}}{\Delta_{\text{6month}}}$
1	59	9	13	58	5	11	4.58	6.99	1	61	10	13	58	6	12	5.10	3.56
2	48	7	25	52	6	26	4.24	12.55	2	41	8	22	50	6	20	9.43	4.21
3	57	33	38	64	22	32	15.29	28.65	3	43	51	36	54	22	30	31.59	7.72
4	54	2	1	50	3	10	9.89	7.34	4	56	3	2	50	16	8	15.52	2.94
5	57	10	11	62	6	13	6.71	11.89	5	63	6	21	62	6	20	1.14	11.59
6	56	15	19	49	13	18	7.34	3.70	6	49	17	23	43	13	19	8.24	3.67
7	59	28	33	62	16	32	12.41	16.71	7	59	25	31	62	14	34	11.79	9.66
8	57	11	14	54	6	15	5.91	4.13	8	58	15	14	54	9	16	7.48	1.12
9	68	3	4	68	-1	4	4.00	3.35	9	56	2	6	58	-3	5	5.47	4.82
10	48	7	15	48	6	12	3.16	13.42	10	51	11	15	51	6	15	5.00	12.26
11	63	7	12	62	5	17	5.47	13.08	11	60	10	16	62	7	15	3.74	8.99
12	58	1	16	57	1	18	2.23	15.26	12	63	11	14	61	1	19	1.73	16.10
13	46	8	7	43	4	7	5.00	9.90	13	50	12	8	43	4	7	10.67	3.36
14	44	13	20	45	11	19	2.45	9.42	14	53	12	10	55	11	9	2.45	7.84
15	54	1	12	57	-1	11	3.74	6.51	15	64	3	18	65	-1	18	4.12	6.92
16	63	24	27	62	23	28	1.73	18.12	16	64	24	21	66	25	28	8.12	9.63
17	45	5	22	47	5	21	2.23	14.08	17	53	10	17	57	5	20	7.07	8.74
18	52	6	19	59	7	18	7.14	19.56	18	50	9	20	59	9	18	9.22	11.42
19	54	7	18	53	8	17	1.73	4.83	19	56	5	19	50	2	18	6.78	5.91
20	68	1	5	67	2	4	1.73	12.76	20	54	5	11	64	-3	4	15.16	4.14
Mean							5.35	11.61 [†]								8.49	7.23 [†]
SD								3.68									6.73

$\frac{\Delta_{\text{initial}}}{\Delta_{\text{6month}}}$, color difference between initial mean ΔE and 6 month later mean ΔE .

[†] Significant difference between experiment group and control group ($p=0.0028$).

Table VI. Side Effects of Vitamin C Iontophoresis

Side effects	Number of patients (n=51)
Itching	13 (25.5%)
Burning sensation	2 (3.9%)
Pain	3 (5.9%)
Dryness	2 (3.9%)
None	31 (60.8%)

고 있다.

Omnilux[®]를 이용한 광선요법은 콜라겐 합성과 세포 단계의 재생을 촉진시키며 상처 치유를 촉진하는 기능이 있어 화상 흉터 및 과색소 침착의 치료에 도움이 된다고 알려져 있으나 치료에 사용되는 광선 요법이 화상의 원인이 될 수 있으므로 그 적절한 허용치를 정하기 어려운 단점이 있다.⁶

Dermastamp[®]는 다양한 흉터에 적용이 가능하며 과색소 침착에도 효과를 보이는 시술이지만 환자가 통증에 예민한 경우나 넓은 부위의 화상에는 적용이 어려우며 시술 자체가 침습적이어서 반복 시술이 어렵다.⁷



Fig. 3. Case 1. (Left) A 43-year-old female had superficial second degree flame burn on the right side cheek. (Right) The 1 month after Vitamin C iontophoresis, the burned area shows more correlations and harmonies with surrounding normal skin.



Fig. 4. Case 2. (Above, left) A 38-year-old male had deep second degree chemical burn on the right side cheek. Right malar area show hyperpigmentation. (Above, right) Lateral view of patient. (Below, Left) The 3 months after Vitamin C iontophoresis, a markedly improved color match. (Below, right) Lateral view of patient.



Fig. 5. Case 4. (Left) A 9-year-old male had deep second degree flame burn on the right side periorbital area and nose. (Right) The 6 months after Vitamin C iontophoresis, a markedly improved color match.

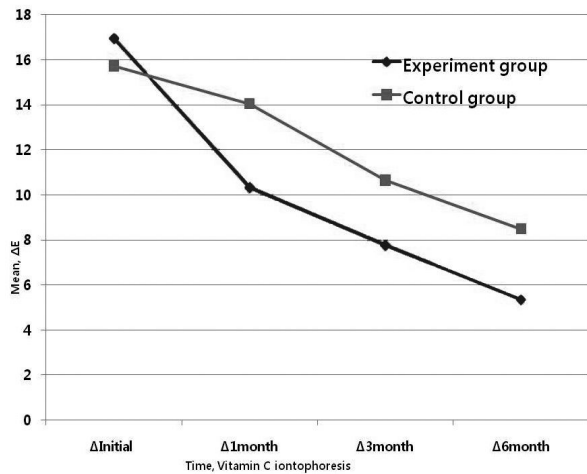


Fig. 6. The value of ΔE at initial, 1 month, 3 months, 6 months after burn wound healing. The greatest decrease in projection was noted in the first 1 month after Vitamin C iontophoresis.

피부색은 3가지의 성분으로 구성되는데 진피내의 멜라닌(melanin), 혈관내의 산화헤모글로빈(oxyhaemoglobin), 담즙(bile)과 카로틴(carotene)같은 노란 빛을 띠는 색소들이다. 피부의 이상 색소증에 대한 기전은 아직 명확히 밝혀지지 않은 상태이지만, 저색소증은 멜라닌세포에서 멜라닌 합성이 감소하면서 생기고, 과색소증은 피부가 재생된 이후에 멜라닌세포의 기능이 항진됨으로써 나타난다. 또한 화상 후 과색소 침착된 피부는 표피의 멜라닌 단위(epidermal-melanin unit)내에 멜라닌 소체(melanosome)의 수가 증가되어 있고,⁸ 멜라닌 생합성의 과정은 티로시나아제(tyrosinase)에 의해 촉매된다.⁹

비타민 C는 이 티로시나아제의 활성을 억제함으로써 과색소 침착을 방지하는 역할을 하게 되고, 항산화작용이 있어 피부 노화를 방지하며 자외선에 의한 주름 생성 억제 효과를 가지고 있다.¹⁰ 또한 비타민 C는 콜라겐 합성, 화상

후 반흔 구축에도 효과가 있는 것으로 알려져 있다.^{11,12} 그러나 비타민 C는 빠르게 산화되며 수용성이므로 액체 상태에서는 빨리 분해되기 때문에 국소 제제로서 사용하기에는 한계가 있다.²

Magnesium-L-ascorbyl-2phosphate (MAP)는 비타민 C 안정성을 개선하기 위해 만들어졌으나 피부 투과가 어려운 단점이 있어,³ MAP를 효과적으로 피부에 투과시키기 위해 많은 노력이 시도되고 있다. MAP의 피부 투과를 증가시키기 위한 방법 중 바이탈이온트를 이용한 이온 영동법이 있으며,¹³ 이는 일본의 Harue Suzuki에 의해 개발되었으며 경피 흡수를 증가시켜 기미와 안면부 색소 침착의 치료에 쓰이고 있다.¹

이온 영동법은 전류를 이용해서 피부를 구성하는 지방, 단백질, 물 분자의 배열을 변화시켜 피부의 투과력을 바꿈으로서 약물이나 화학물질의 피부 흡수를 증가시키는 치료방법으로 특히 피부 투과성이 저조하며 분자량이 큰 이온성 단백약물의 경우 피부에 전위차를 주어 전기적 환경을 변화시킴으로서 능동적으로 약물을 송달하는 방법으로 응용되고 있다. 이 방법은 환자의 통증이나 두려움 없이 선택된 약물의 흡수를 증가시키면서 전신적 흡수의 위험이 없어 여러 질환에서 유용하게 이용될 수 있는 치료법이다.^{14,15}

저자들은 안면부 화상 환자의 과색소 침착된 부위를 치료에 비타민 C 이온 영동법으로 치료한 실험군과 치료하지 않은 대조군으로 분리하여 그 결과를 평가하였다. 비타민 C 이온 영동 치료를 받은 환자의 화상을 입었던 미용 단위와 반대편 정상 미용 단위의 L, a, b 값과 ΔE 값 그리고 비타민 C 이온 영동 치료를 받지 않은 환자의 화상을 입었던 미용 단위와 반대편 정상 미용 단위의 L, a, b 값과 ΔE 값을 포토샵을 이용하여 구하였다. 포토샵은 디지털로 구현된 사진 자료를 객관적인 통계 분석에 이용하는 방법으로 쓰이고 있다.^{4,5}

포토샵을 이용한 비교에서 상처가 치유되고 비타민 C 이온 영동 치료를 시작할 시기에 실험군과 대조군의 ΔE 값의 차가 16.96와 15.73으로 차이가 유의한 차이를 보이지 않았으나 치료 전과 치료 1개월 후를 비교한 $\Delta^{initial} - \Delta^{1month}$ 의 평균은 실험군이 6.63이고 대조군이 1.78로 상당히 많은 차이를 보였다(Table III, Fig. 6). 즉, 1개월 정도 치료하면 과색소 침착이 실험군에서 대조군에 비하여 상당히 유의하게 호전된 것을 볼 수 있는데 이는 화상 후 치유된 피부가 초기에 각질층이 두껍지 않아서 이온 영동 치료 시 비타민 C가 피부에 더 잘 침투되어 좋은 효과를 보인 것으로 생각된다. 비타민 C 이온 영동 치료 6개월 후의 ΔE는 실험군이 5.35 대조군이 8.49였다. 비타민 C 이온 영동 치료 전과 치료 후를 비교한 $\Delta^{initial} - \Delta^{6month}$ 의 평균은 실험군이 11.61, 대조군은 7.23으로 상당히 유의한 차이가 있었다. 즉, 4.38 정도의 차이가 있었다.

대조군에서 6개월 정도 되었을 때 나타나는 상태가 실험군에서는 3개월째로 나타났다. 비타민 C 이온 영동 치료를 6개월 이상 하는 것이 이상적이나 환자의 사회, 경제적 여건이 허락하지 않을 때, 최소한 초기에 3개월 정도라도 치료를 하는 것이 화상 후 과색소 침착으로 인한 환자의 사회 활동을 제한하는 것을 해소 하는데 많은 도움이 되리라 생각된다.

첫 1개월간의 치료 효과가 가장 좋고 그 이후도 6개월까지 실험군에서 대조군보다 치료효과가 좋으므로 비타민 C 이온 영동 치료를 한 군에서 치료의 호전속도도 빠르며 6개월 후의 치료 효과도 더 우수함을 알 수 있다. 안면부 화상 후 과색소 침착은 상처 치유 후 6개월간 진행되고 그 이후에는 1년간 서서히 열어지는 것으로 알려져 있다. 특히 초기 6개월간 심한 과색소 침착은 환자에게 심한 정신적 스트레스와 사회생활에 장애를 가져오는데, 초기에 비타민 C 이온 영동 치료를 하면 심한 과색소 침착을 예방하고 치료하게 되어 환자의 빠른 사회 복귀와 정서적 안정에 도움이 될 것으로 생각된다.

비타민 C 이온 영동 치료를 받은 51명의 환자 중에서 20명의 환자에서 가려움증, 화끈거림, 통증, 건조감 등이 있었으나 증세는 심하지 않았고 보존적인 치료로 해결되었다.

본 연구의 제한점으로는 실험군과 대조군 모두 자외선 차단제, 미백제, 보습제를 사용하였으므로 비타민 C 이온 영동 치료 단독 효과를 확인하지 못한 점이며, 이에 대한 추가적인 연구가 더 필요할 것으로 사료된다.

V. 결 론

현재까지 화상 후 과색소 침착의 치료에 대하여 체계적이고 광범위한 연구가 이루어지지 않았다. 이에 본 저자들은

안면부 2도 화상환자의 화상 치유 부위에 비타민 C 이온 영동 치료를 적용하였으며 이는 비침습적이며 시술이 간편하다. 또한 환자의 만족도가 높으며 포토샵을 이용한 객관적인 지표에서도 치료 효과가 우수하게 나타났다. 부작용도 거의 없어서 안면부 화상 후 과색소 침착이 발생하였거나 발생할 가능성이 많은 환자에게 미백제, 보습제, 자외선 차단제를 사용하면서 추가적으로 사용할 수 있는 효과적인 치료방법 중 하나로 사료된다.

REFERENCES

1. Huh CH, Seo KI, Park JY, Lim JG, Eun HC, Park KC: A randomized, double-blind, placebo-controlled trial of vitamin C iontophoresis in melasma. *Dermatology* 206: 316, 2003
2. Yamamoto I, Muto N, Murakami K, Akiyama J: Collagen synthesis in human skin fibroblasts is stimulated by a stable form of ascorbate, 2-O-alpha-D-glucopyranosyl-L-ascorbic acid. *J Nutr* 122: 871, 1992
3. Lee WR, Shen SC, Kuo-Hsien W, Hu CH, Fang JY: Lasers and microdermabrasion enhance and control topical delivery of vitamin C. *J Invest Dermatol* 121: 1118, 2003
4. Gozalo-Diaz DJ, Lindsey DT, Johnston WM, Wee AG: Measurement of color for craniofacial structures using a 45/0-degree optical configuration. *J Prosthet Dent* 97: 45, 2007
5. Choi JH, Lee JW, Ko JH, Seo DK, Jang YC, Oh SJ: An analysis of facial burns. *J Korean Burn Soc* 9: 33, 2006
6. Kwon MJ, Koh JH, Seo DK, Lee JW, Choi JK, Jang YC: Clinical application of phototherapy (Omnilux (R)) in 2nd degree facial burn. *J Korean Burn Soc* 12: 139, 2009
7. Kim SK, Jang YH, Son YH, Lee CS, Bae JY, Park JM: Management of hypertrophic scar after burn wound using microneedling procedure (Dermastamp®). *J Korean Burn Soc* 12: 121, 2009.
8. Choi JS, Moon JH, Lee JY, Seo CH, Jun AY, Choi EH, Jang KU: Effect of intradermal injection of placenta hydrolysate to postburn hyperpigmented skin. *J Korean Burn Soc* 12: 135, 2009
9. Tai SS, Lin CG, Wu MH, Chang TS: Evaluation of depigmenting activity by 8-hydroxydaidzein in mouse B16 melanoma cells and human volunteers. *Int J Mol Sci* 10: 4257, 2009
10. Chang MY, Park SK, Kwak TJ, Park HK, Lee CK, Lee HS, Ly SY, Kim SJ: Effects of the mixture of Vitamin C, Vitamin E, pycnogenol and evening primrose oil on the UV-induced pigmentation and wrinkle reductions in human skin. *Korean J Nutr* 42: 516, 2009
11. Ehrlich M, Rao J, Pabby A, Goldman MP.: Improvement in the appearance of wrinkles with topical transforming growth factor beta(1) and l-ascorbic acid. *Dermatol Surg* 32: 618, 2006
12. Boyce ST, Supp AP, Swope VB, Warden GD: Vitamin C regulates keratinocyte viability, epidermal barrier, and basement membrane *in vitro*, and reduces wound contraction after grafting of cultured skin substitutes. *J Invest*

- Dermatol* 118: 565, 2002
13. Lee SH, Jiang S, Park TH, Yoo CB, Choi EH, Ahn SK: Iontophoresis promotes percutaneous absorption of L-ascorbic acid in rat skin. *J Dermatol Sci* 32: 217, 2003
 14. Lee SH, Jiang S, Park TH, Yoo CB, Choi EH, Ahn SK: The iontophoresis effect on recovery after acute epidermal barrier disruption. *Korean J Dermatol* 34: 375, 1996
 15. Goh JS, Min BW: Treatment of Painful Condition by iontophoresis. *J of Korean Pain Society* 2: 26, 1989