

## 흡수촉진제를 이용한 펌제의 웨이브 효율 증가 및 모발손상 억제

송희라\* · 박명희\*\*

대원과학대학 메이크업코디과 전임강사\* · 건국대학교 의상학과 교수\*\*

### Increase of Permanent Wave Efficacy and Decrease of Hair Damage by using Enhancer of Permanent Wave Lotion

Hee-Ra Song\* · Myung-Hee Park\*\*

Full-time Lecturer, Dept. of Make-up & Coordination, Daewon College\*

Professor, Dept. of Apparel & Textile Design, Konkuk University\*\*

(2006. 2. 10 투고)

#### ABSTRACT

Human hair could be damaged by various physicochemical conditions and treatment. Permanent and decoloring treatment were the most serious factor on hair damage. The new permanent wave lotion containing permeation enhancers such as Cremophor EL, Transcutol and propylene glycol based on cysteine permanent wave lotion were prepared. Efficiency of permanent wave and hair damage following pH of permanent wave lotion and addition of permeation enhancer were investigated. PH of solution, wave efficiency, loss of protein from hair, morphology of hair by SEM and solubility of alkaline solution were evaluated. The addition of Cremophor EL and Transcutol with ethanol increased permanent wave efficacy and decreased hair damage effectively. They diminished permanent wave lotion's pH and augmented permanent wave lotion's penetration compare to cysteine permanent wave lotion. new permanent wave lotion containing permeation enhancers such as Cremophor EL could be a good candidate for a new permanent wave lotion .

Key words: efficiency of permanent wave(펌 웨이브 효율), hair damage(모발손상), penetration enhancer(흡수촉진제), permanent wave lotion's pH(펌제의 pH)

## I. 서론

모발은 외부의 물리적 충격 즉 직사광선이나 자외선, 먼지 등에 의한 자극으로 손상 받을 수 있으나 펴기나 염·탈색 등 모발의 직접적 시술에 의한 손상이 훨씬 중요한 요인이다. 이러한 미용적 시술은 아름다움을 추구하는 욕구와 다양한 컬러를 개성으로 인식하는 사회적 분위기에 따른 측면이 매우 크다고 할 수 있다.<sup>1)</sup>

모발의 손상은 펴기나 염색 시술 뿐 아니라 빗질이나 드라이 등 간단한 시술에 의해서도 발생한다. 또한 자외선이나 해수 등에 의한 물리적 요인에 의한 모발손상도 중요하다.<sup>2)</sup>

모발의 손상에 대한 원인과 손상을 줄일 수 있는 방법에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 펴기, 염·탈색 등 모발의 처치에 따른 모발의 손상에 대한 다양한 연구가 이루어졌으며<sup>3)</sup> 앰플을 처리해서 손상을 방지하는 방법<sup>4)</sup>, 키토산을 함유한 트리트먼트의 사슬에 의한 모발손상의 방지법<sup>5)</sup> 등에 대한 연구결과가 다수 보고되었다. 그러나 이러한 연구는 펴기나 염모제 등의 모발 손상에 직접적으로 영향을 미치는 인자에 대한 고찰이 미흡하며 모발의 손상을 근본적으로 줄일 수 있는 방법이 아니라 모발 손상 보호작용 또는 새로운 처리법에 의한 모발손상 방지 방법에 대한 연구에 한정되고 있다.

모발손상을 줄이고 펴기 웨이브 효율을 높일 수 있는 근본적인 방법으로 새로운 펴제 개발이 필요하다. 현재의 펴제는 알칼리를 이용하여 모표피를 팽윤시켜 환원제를 흡수시키는 기전으로 작용하여 펴기 시술 후 모표피의 완전한 원상복구가 어려운 점을 개선할 필요성이 있다. 즉, 펴제의 알칼리성을 낮추어 표피의 과도한 팽윤을 억제함으로써 표피층의 일그러짐과 과도한 단백질의 손상을 방지하는 방법이 필요하며 환원제의 표피투과를 원활하게 하여 펴기의 웨이브 효율을 올릴 수 있는 방법에 대한 연구가 요구되고 있다. 따라서 저자 등은 모발처리제의 대표적인 제품인 펴제를 선택하여 모발의 손상에 가장 중요한 인자인 펴제의 액성에 따른 펴기의 유효성과 그에 따른 모발손상의 상관관계에 대하여 연구하였으며 흡수촉진제를 처방하여 모발손상을

최소화하고 펴기의 효율을 높일 수 있는 방법에 대하여 연구하였다. 펴제의 모발 내 침투를 원활하게 하기 위하여 다양한 흡수촉진제가 검토되었다. 이러한 흡수촉진제의 사용은 모발의 팽윤을 최소화하고 펴기의 웨이브 효율을 높여 모발손상의 방지는 물론 모발 내 단백질의 유출을 막아 건강한 모발을 유지할 수 있을 것으로 기대하였다.

제조된 펴제의 액성을 평가하여 모발손상과의 관계를 규명하고자 하였으며, 기존 펴제와의 모발손상에 대한 비교 평가를 실시하였다. 펴제의 효능평가 항목에서는 펴기 웨이브 효율과 웨이브 유지율 및 감각적 진단을 비교하였으며 모발손상 평가에서는 모발의 표면 사진 측정, 모발의 탄력성 등 물리적 평가와 수분흡수율, 알칼리 흡수율, 단백질 유출 평가 등 화학적 평가를 실시하였다. 이를 바탕으로 제조된 펴제의 효능과 모발손상 감소효과를 평가하여 새로운 펴제의 개발 가능성을 알아보려고 한다.

## II. 기기 및 시약

### 1. 시약

본 연구를 위하여 치오글리콜산 암모늄(50%), 암모니아수(28%), 염화스테아릴트리메틸암모늄, 프로필렌글리콜, 시스테인, 치오글리콜산 암모늄(50%) 수용액, 모노에탄올아민, 치오글리콜산 글리세린에스테르(80%), 폴라옥시에틸렌(25몰) 라우릴 에테르(Sigma-Aldrich Co, MO, USA), Cremophor EL<sup>®</sup>, Transcutol<sup>®</sup>(Gattefosse.Co., France) 등을 사용하였으며 기타 시약은 특급 또는 일급 시약을 더 이상의 정제 없이 사용하였다.

모발 시료는 펴기나 염색 등 모발을 손상시킬 수 있는 처치를 시행하지 아니한 20대 여성의 모발을 선정하였다. 시료 모발은 30cm 이상을 잘라 외관 상 이상이 없는 모발을 골라 실험에 사용하였다. 실험의 균일성을 확보하기 위하여 동일인의 모발을 시료로 하였다.

## 2. 기기

연구를 위하여 표준자(300m, Sanjo, JAPAN), UV-Vis spectrophotometer, 전계방사형 주사전자현미경(Field Emission Scanning Electron Microscope: FESEM, S-4100, Hitachi, Japan), 이온 증착기(Ion sputter: E-1030, Hitachi, Japan), UV-Vis spectrophotometer(Cecil Co., Japan)등을 사용 하였다.

## Ⅲ. 실험방법

### 1. 폼제의 제조

폼제의 제조를 위하여 두 가지 처방을 설정하였다.<sup>6)</sup> 치오글리콜산류(A처방), 시스테인류(B처방)를 기본처방으로 하였으며 처방B에 흡수촉진제를 가하여 처방 C, D 및 E를 설계하였다.

치오글리콜산류 폼제(A처방)

제조된 치오글리콜산류 폼제의 처방은 다음과 같다.

치오글리콜산 암모늄(50%) 수용액	10.0
암모니아수(28%)	3.0
염화스테아릴트리메틸암모늄	0.1
프로필렌글리콜	5.0
이온교환수	81.9

시스테인류 폼제(B처방)

제조된 시스테인류 폼제의 처방은 다음과 같다.

시스테인	5.0
치오글리콜산 암모늄(50%) 수용액	0.3
모노에탄올아민	2.0
이온교환수	92.7

흡수 촉진제 함유처방(C, D 및 E 처방)은 처방 B를 기본으로 하여 이온교환수 대신 에탄올, 흡수 촉진제로 Cremophor EL(C 처방), Transcutol(D 처방) 및 propylene glycol(E 처방)을 따로 넣어 폼제를 제조하였다. 흡수촉진제와 에탄올을 각각 10.0% 추가하고 정제수의 양을 동량 줄여 제조하였다.

## 2. 폼제의 평가

### 1) 폼제의 pH

pH meter를 사용하여 제조된 폼제의 알칼리도를 측정하였다. 제조한 폼제의 pH를 3회 측정하여 평균값을 계산하였다.

### 2) 웨이브 효율

웨이브 형성 효율 측정은 폼제로 처치 후 형성된 웨이브의 품질을 평가하기 위하여 선정된 모발 25개를 실리콘으로 고정시켜 한 묶음으로 모발을 고정시킨 후 만들어진 폼제를 처치하고 20분 방치하였다.<sup>7)</sup> 이어 제2액으로 동일하게 방치한 후 건조하고 웨이브 형성 효율을 계산하였다. 모든 시술이 끝난 후 실리콘처리 끝 지점(중간부위)과 모발의 끝 지점(말단부위)에서 2번째 컬의 길이를 세계 표준자(300mm, Sanjo, Japan)로 측정하여 통계처리 한 후 비교, 분석하여 웨이브의 효율을 계산하였다.

$$\text{웨이브의 효율(\%)} = \frac{\text{원래모발의 길이}}{\text{폼후모발길이}} \times 100$$

### 3) 웨이브 유지율

형성된 웨이브가 지속되는지 여부를 판정하기 위하여 시술된 모발을 10% sodiumlaurylsulfate 용액에 60분간 담근 후 건조하고 웨이브 효율을 산출한다. 웨이브 유지율은 산출 효율과 동일한 방법으로 계산하였다.<sup>8)</sup>

### 4) 감각적 진단

제품의 사용성을 직접 가발에 시술하여 점수화한 후 평가하였다. 가발은 동일한 회사의 동일한 제품을 사용하였으며, 미리 공시험 하여 제품 별로 유의성이 없는 제품으로 실험하였다. 제품 별로 퍼머넌트 웨이브를 시술하고 사용감에 대하여 평가하도록 하였다. 평가자가 알 수 없도록 이중맹검법을 이용하였으며 평가는 다음과 같이 분류하여 평균을 구하였다.<sup>9)</sup> 시험은 20명의 미용관련 전공자를 대상으로 맹검법으로 실시하였다.

매우 부드럽다	5점
부드럽다	4점
보통이다	3점
건조하다	2점
매우 건조하다	1점

**5) 마찰저항 진단**

감각적 진단 시험에 사용된 가발을 꼬리 빗을 이용하여 천천히 빗어 내릴 때의 느낌을 평가하였다.<sup>10)</sup> 시험은 20명의 미용관련 전공자를 대상으로 맹검법으로 실시하였다.

매우 잘 빗겨 진다	5점
잘 빗겨지는 편이다	4점
보통이다	3점
빗겨지지 않는 편이다.	2점
매우 빗겨지지 않는다	1점

**6) 모발표면**

전자 현미경을 이용하여 모발표면의 거칠기와 손상도를 직접 관찰하여 모발의 굵기와 손상도를 평가하였다. 각 실험군에 해당되는 시료를 실리콘처리 상부에서부터 약 5cm되는 지점을 모발의 중간부위, 모발 끝에서 약 7cm되는 지점을 모발의 말단부위 그리고, 모발 끝에서 약 1cm 되는 지점을 모발의 최말단부위로 정하고 이들 각 시료를 시료대(Silver fasten)에 고정시켜 이온 증착기(Ion sputter: E-1030, Hitachi, JAPAN)로 180초간 진공코팅 전처리한 후 전계방사형 주사전자 현미경(Field Emission Scanning Electron Microscope: FESEM, S-4100, Hitachi, JAPAN)으로 촬영하여 비교, 관찰하였다.<sup>11)</sup>

**7) 모발의 탄력성**

웨이브 효율 시험법과 동일하게 처리한 모발별로 10가닥을 선정하여 모발을 1cm간격으로 조심스럽게 당겨 30초 유지 후 복원되는 최대의 길이로 모발 탄력율을 평가 하였다.<sup>12)</sup>

**8) 알칼리 용해도**

펌 처리한 모발 2.0g을 정확히 취하여 알칼리용액(10% NaOH수용액)에 10시간 동안 담근 후 여과하고 모발을 정제수로 3회 세척하고 건조하여 무게를 측정하여 소실된 양을 측정하였다.<sup>13)</sup>

**9) 단백질 유출 평가**

펌제를 모발에 처리한 후 용출되어 나오는 단백질의 함량으로 모발 손상도를 평가하였다. 펴 처리한 모발 2.0 g을 알칼리용액(10% NaOH 수용액)에 20, 40, 60분 간 담근 후 여과한 후 여액을 UV spectrophotometer(자의부 분광광도계)를 이용하여 유출된 단백질의 양을 측정하였다. 흡광이 일어나는 파장은 추출액을 scanning한 후 파장을 선정하여 225nm에서 시간 별로 추출된 모발 단백질의 함량을 평가하였다.<sup>14)</sup>

**10) 통계처리**

본 연구의 분석치는 Window 용 v.10.0 SPSS 통계 패키지를 이용하여 평균과 표준편차를 구하였으며, ANOVA(분산분석)법으로 그 유의차를 검정하여 개별 비교하였다.

**IV. 결과 및 고찰**

모발의 시료는 실험의 재연성과 유의성에 큰 영향을 미치는 인자로 건강한 모발을 사용하였다. 모발에 펴이나 염색 등 화학적 시술을 한 경험이 없는 20대 여성의 모발을 선정하였다. 이는 모발이 연령에 따라 물리적 성질이 다르게 나타날 수 있으므로 10) 신중하게 접근해야 한다. 본 연구에서는 화학적 시술이 가장 많이 행해지는 20대 여성의 모발을 시료로 사용하였다. 또한 화학적 처리를 하지 아니한 건강한 동일인의 모발을 채취하였으며 현미경을 이용하여 굵기가 고른 건강한 모발을 선별하였다. 채취된 모발은 손상될 가능성이 높은 모발의 끝부분을 제거하여 길이 30cm로 균일하게 하여 실험에 사용하였다.

### 1. 폼제의 pH

제조한 폼제의 pH를 표 1에 나타내었다. 처방 A의 pH는 9.27에서 9.83으로 처방 B의 9.08에서 9.67보다 높았다. 처방 B(9.08±0.18)에 에탄올과 흡수촉진제를 가한 처방 C, D 및 E의 pH는 각각 8.82±1.04, 8.89±0.09 및 8.88±0.08로 처방 B보다 낮게 나타났다.

나 처방 C에서 156.3±7.5%로 나타나 처방 B보다 향상된 웨이브 효율을 나타내었다. 처방 C, D는 처방 B보다 향상된 웨이브효율이 유의성 있게 증가하였으며 처방 A에 비하여 상대적으로 낮게 나타났으나 유의성 있는 차이는 없었다.

웨이브 효율은 폼제의 침투성과 밀접한 관련이 있으며 이는 표피층 통과율이 제한 인자가 된다. 표피층을 열어주는 팽윤효과는 알칼리성에 의존하는

〈표 1〉 제조된 폼제의 pH

처방	알칼리화제		흡수촉진제		pH
	성분	ML	성분	ML	
A	암모니아수	1.5	-	-	9.27±0.06
	암모니아수	2.0	-	-	9.37±0.09
	암모니아수	2.5	-	-	9.58±0.08
	암모니아수	3.0	-	-	9.63±0.06
	암모니아수	3.5	-	-	9.83±0.09
B	모노에탄올아민	2.0	-	-	9.08±0.18
	모노에탄올아민	2.5	-	-	9.13±0.12
	모노에탄올아민	3.0	-	-	9.33±0.07
	모노에탄올아민	3.5	-	-	9.55±0.06
	모노에탄올아민	4.0	-	-	9.67±0.09
C	모노에탄올아민	2.0	Cremophor EL	10.0	8.82±1.04
D	모노에탄올아민	2.0	Transcutol	10.0	8.89±0.09
E	모노에탄올아민	2.0	Polyethylene glycol	10.0	8.88±0.08

The data represented the mean±SD.

폼제는 디오글리콜산을 주성분으로 하는 것과 시스테인을 주성분으로 하는 것의 두 종류로 구분할 수 있다. 디오글리콜산은 폼제는 폼 효율은 높으나 모발 손상도가 크고 시스테인 폼제는 모발손상은 적으나 폼 효율이 낮은 특징을 가지고 있다.

본 연구에서는 두 종류의 폼제를 제조하고 폼 웨이브 형성에 가장 중요한 인자인 pH를 측정하고 결과 암모니아수를 알칼리화제로 사용한 디오글리콜산 폼제가 높게 나타났다. 시스테인 폼제에 에탄올과 투과 촉진제를 첨가한 처방에서는 pH가 상대적으로 낮게 나타났다.

데 pH가 높은 디오글리콜산 폼제에서 웨이브 효율이 높게 나타났다. 투과 촉진제를 첨가한 경우 표피층을 팽윤시키지 않고 표피층 세포를 가로질러 투과되는 것으로 사료된다. 따라서 처방B에 비하여 우수한 웨이브 효율을 나타내었다.

〈표 2〉 폼제의 시술에 따른 웨이브 효율과 웨이브 유지율

처방	웨이브 효율(%)	웨이브 유지율(%)
A	163.2±8.7*	131.6±8.8*
B	138.7±9.4	108.5±9.1
C	156.3±7.5*	128.6±6.7*
D	152.4±6.8*	123.3±7.6*
E	150.8±9.1*	121.7±9.6*

The data represented the mean±SD.

\* statistically different from preparation B(p<0.05)

### 2. 웨이브 효율

폼제의 웨이브 효율은 처방 A에서 가장 높은 163.2±8.7%를 나타내었다. 처방 B는 138.7±9.4%로 처방 A에 비하여 상대적으로 낮게 나타났다. 그러

### 3. 웨이브 유지율

웨이브의 유지율은 웨이브 효율과 유사한 양상을

나타내었다(표 2). 모든 처방에서 웨이브의 유지율은 현저하게 저하되었으며 처방 A와 처방 C에서 상대적으로 높은 유지율을 나타내었다.

모피질은 친수성이기 때문에 약제를 잘 흡수하고 팽윤된다. 따라서 모표피가 건강하고 그 간격이 좁으면 약제의 침투가 어렵고, 웨이브의 형성도 어려워진다. 반면 모표피의 간격이 넓으면 약제의 침투가 쉬워 웨이브는 강하게 된다.

티오글리콜산은 메티오닌 잔기와 중화제의 반응에 의해 형성되며, 티오아세틸화라이신은 티오글리콜산 중의 불순물인 티오글콜라이드와 라이신과의 반응에 의해 형성되며 혼합 disulfide의 대부분의 모발이 시스테인 잔기에 의해 트리글리콜라이드산염의 치환에 의해 형성되는 것으로 생각된다.

제1제는 티오글리콜산을 6% 함유하고 pH를 상승시키기 때문에 알칼리제로서 암모니아를 사용하고 있다. pH가 높게 됨에 따라 모발의 팽윤도가 크게 되어 pH 9.0을 초과하면 급격하게 상승하게 된다. 이 경우 팽윤도와 웨이브의 형성력은 거의 같이 볼 수 있다. 결국 티오글리콜산이 일정한 경우 pH가 높은 만큼 웨이브는 양호하다. 그러나 그 반면에 반응이 너무 지나쳐서 모발을 손상시키는 위험이 있다.

pH가 산성측에서 팽윤도를 보면 상당히 적어지게 된다. 모발의 손상을 일으킬 가능성은 적어지지만 웨이브가 형성되기 어렵게 된다. 낮은 pH의 퍼머넌트웨이브제는 모발이 그만큼 팽윤하지 않기 때문에 손상이 적은 반면 웨이브 형성력은 약하게 된다.

티오글리콜산 수용액 중에서 모발의 팽윤을 조사하는 방법으로 현미경법(체적변화)과 원심분리법(중량변화)이 있다. 티오글리콜산의 팽윤 중에는 팽윤이 크고, 행균 과정 중에는 팽윤의 속도는 약해지지만 팽윤은 계속되고 있다. 이는 행균의 염농도가 외부보다는 높아져 침투압에 의해 물이 내부에 유입되기 때문이다.<sup>15)</sup>

수용성인 환원제의 투과가 표피를 통과하기 어렵기 때문에 높은 액성으로 표피를 팽윤시켜 틈을 만들고 그 사이로 침투하지만 투과촉진제는 표피를 가로질러 환원제를 침투시킬 수 있는 특성을 가지고 있다. 이는 투과촉진제의 양쪽성 물질적 특성에 의한 것으로 화장품이나 약학분야에서 광범위하게

응용되고 있다.

#### 4. 감각적 진단

펌 시술 후 모발의 감각적 진단과 마찰저항진단 결과를 표3에 나타내었다. 모발의 감각적 진단은 처방 A에서는 2.3±0.6점으로 낮은 수치였으나 그 외 처방에서는 높은 유사한 결과를 나타내었다.

질감이란, 감촉, 짜임새 구조, 결이란 의미로서 미용학에서 모발의 질감이라 함은 모피질의 수분 함유율, 모표피의 건강도를 추정할 수 있는 지표로 모발의 감촉 및 모발의 직경에 의한 느낌을 의미한다. 모발의 질감은 시각, 촉각을 이용하여 판단할 수 있다. 일반적으로 저항성모, 발수성모의 경우 모표피가 조밀하고 건강하며 질감이 매우 부드럽고, 퍼머넌트 웨이브 시술이나 염, 탈색 시술시 제품의 흡수율이 손상모, 다공성모에 비해 느린 특징을 지닌다.<sup>16)</sup>

<표 3> 펴제의 시술에 따른 모발의 감각적 진단과 마찰저항 진단

처방	모발의 감각적 진단	모발의 마찰저항
A	2.3±0.6	2.8±0.5
B	4.1±0.4*	4.3±0.9*
C	3.9±0.6*	4.4±0.7*
D	4.2±0.8*	4.2±0.6*
E	3.9±0.7*	4.3±0.8*

The datas represented the mean±SD.

\*statistically different from preparation A(p<0.05)

#### 5. 마찰저항 진단

모발의 마찰저항 진단 역시 처방A에서 2.8±0.5점으로 가장 낮게 나타났으며, 나머지 처방에서는 4점 이상으로 높은 유사한 결과를 나타내었다(표 3).

모발 손상은 감각적 진단과 마찰 저항진단에서 유사한 양상을 나타내었다. 시스테인 펴제가 티오글리콜산 펴제에 비하여 질감과 빗질에서 모두 우수하게 평가 되었다.

## 6. 모발표면

모발 표면 변화를 관찰한 결과 처방 A에서 모발은 표면에서 서로 팽윤과 박리로 인하여 표피가 불규칙적인 간격의 큐티클 층을 이루고 있다(그림 3). 또한 표피층의 박리현상과 녹아내린 형상이 관찰되었다. 그 외 처방에서는 표피의 팽윤으로 인한 표피손상이 관찰되었으나 박리나 분할현상은 덜 하였다. 처방A의 티오글리콜산 보다 시스테인 처방에서 모발 손상이 훨씬 줄어드는 것을 알 수 있었다. 처방 C와 D 및 E는 표면 사진으로 비교하기가 어려울 정도로 유사하게 나타났다.

모발은 한번 펴제(제1제)에 의하여 그 결합이 절단되면 원래의 결합 상태로 완벽하게 되돌아오지 못하고, 떨어져 나가는 큐티클이 생기게 된다. 이러한 부분을 통하여 빠져나가는 간층물질(Matrix)에 의하여 모발은 점차적으로 건조해지고 윤기를 잃어 가게 된다. 또한 탄력을 잃어버려 모발에 생기가 없어져 모발이 끊어지는 현상이 나타나기도 한다. 심

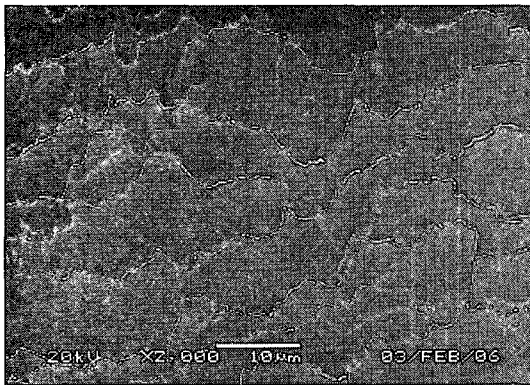
각한 경우에는 모발을 구성하는 케라틴 단백질이 녹아버리는 현상이 나타나기도 한다.<sup>17)</sup>

같은 퍼머넌트 웨이브 약제를 사용해도 사람에 따라 웨이브 형태가 달라진다. 이는 모표피의 상태에 따라 좌우되기 때문이다. 모표피는 경질의 케라틴으로 친유성이다. 결국 유성성분은 잘 흡착되지만 수성에는 어울리기 어려운 성질이 있으므로 약제의 흡수가 어렵다.<sup>18)</sup>

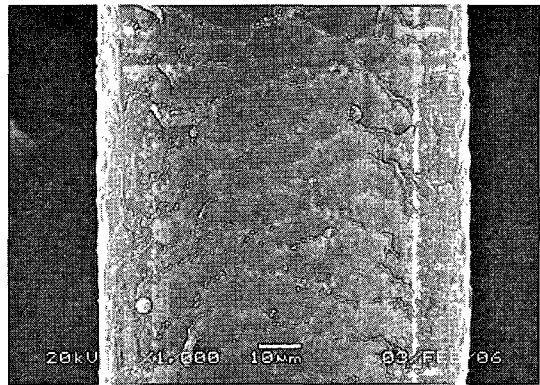
모발의 손상에 영향을 주는 인자로서 펴제의 pH가 가장 중요함을 감안하면 시스테인 제품 중에서도 흡수촉진제를 추가한 처방에서 모발 손상을 더욱 줄일 수 있을 것으로 기대된다.

## 7. 모발의 탄력성

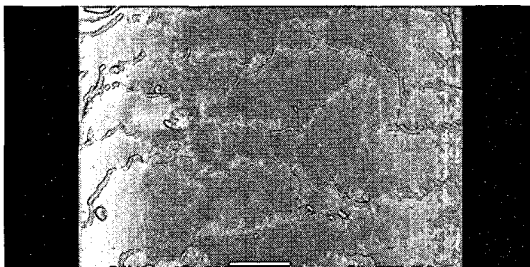
모발의 탄력성을 펴제 시술 후 모발의 탄력성이 감소하는 경향을 나타내었으나(표 4) 모발의 탄력성은 처방 A에서 106.3±5.5%로 가장 낮게 나타났으며 시스테인 처방에서는 약120% 정도로 유의성



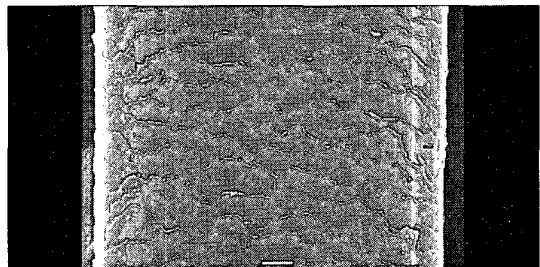
(a) 미처리모



(b) 처방 A



(c) 처방 B



(d) 처방 C

〈그림 1〉 펴제의 시술에 따른 모발표면의 변화

있게 증가한 양상을 나타내었다.

〈표 4〉 펠제의 시술에 따른 모발의 탄력성

처방	모발의 탄력성(%)
A	106.3±5.5
B	122.7±7.7*
C	120.5±6.4*
D	124.7±5.8*
E	128.9±7.3*

The datas represented the mean±SD.

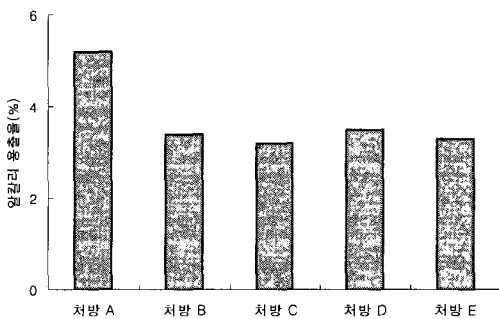
\*statistically different from preparation A(p<0.05)

탄력성이란 모발을 물리적 힘을 이용하여 길이대로 늘렸다가 힘을 제거했을 때 다시 원래의 길이대로 돌아가려는 속성으로서 이는 모발의 주쇄결합인 폴리 펩티드의 헬릭스 구조가 건강할 때 보다 나은 탄력성을 지니게 된다. 탄력성이 좋은 건조한 모발은 정상적으로 원래길이의 약 20% 늘어나며, 물에 젖은 상태에서는 약 40~50%까지 늘어난다.<sup>19)</sup>

손상된 모발의 탄력성이 적고 건강모에서는 탄력성이 크게 나타나는 특성으로 보아 처방 C와 D의 경우 상대적으로 건강한 모발 상태를 유지하는 것으로 평가할 수 있다.

### 8. 알칼리 용해도

펠제 처리 모발의 알칼리용해도와 단백질 유출 평가 결과를 그림 1에 나타내었다. 알칼리 용해도에서는 처방A에서 수질의 유출이 가장 많아 다른 처방과 유의성 있는 차이를 나타내었다.

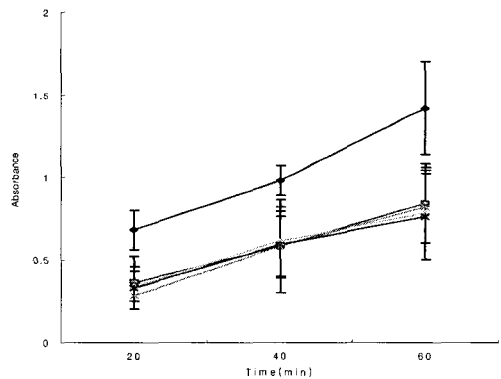


〈그림 2〉 펠제의 알칼리 용해도(%)

흡수성이란 모발이 주변 환경의 수분 및 수증기를 흡수하는 특성을 의미하는 것으로 자신의 수분 무게의 35~45%까지 흡수 할 수 있다. 그러므로 모발 내 수분 함유율이 높은 상태에서 퍼머넌트 웨이브제, 탈색제, 염모제를 사용 시에는 모발 내 수분 함유율로 인하여 화합물의 농도가 낮아지게 된다.<sup>20)</sup>

### 9. 단백질 유출 평가

단백질 유출평가에서는 알칼리 용해도와 유사한 양상의 결과를 보였다(그림 2). 60 분 후 처방A에서 1.42±0.28, 처방B에서 0.84±0.24로 나타났다. 처방 C와 D에서 처방 B보다 낮게 나타났으나 유의성 있는 차이는 없었다.



〈그림 3〉 펠제의 단백질 유출률

처방 A: ◆ 처방 B: ■ 처방 C: X 처방 D: □  
처방 E: △

The datas represented the mean±SD.

펠 처리된 모발도 아미노산 분석을 해보면 화학적인 변화는 비교적 적고 모발 중에 일어난 큰 구조적 변화는 검출되지 않으나 시스테인이 약간 감소하며, 그것에 비례해서 상대적으로 시스테인산, 시스테인이 증가한다. 그 외에도 콜드 웨이브 처리된 모발에서는 소량의 혼합 디셀페이드, 흡수된 티오글리콜릭산, 디티오글리콜산이 검출되었다. 모발의 습윤 시 향장력(30%신장률)은 펠 처리에 의해 감소하나, 건조 시에는 거의 변화가 없다. 펠 처리에 의한 모발의 손상이 크면 클수록 펠 처리 후의 모발



의 팽윤은 커진다.<sup>21)</sup>

모발 내 폴리 펩티드 체인들은 서로 매우 근접하게 놓여 있으며 이들 중에서 수소 이온을 지닌 아미노산과 산소이온을 지닌 아미노산사이에 친화력에 의한 결합이다. 그러므로 수소결합은 폴리펩티드 체인들 사이에도 발견되며 나선모양으로 꼬여 있는 하나의 폴리펩티드 체인 내에서도 발견하게 된다. 수소결합이 물과 물리적인 힘에 의해 파괴, 재결합되는 특성을 이용한 미용기술이 드라이 및 셋팅 기술이다. 즉, 모발에 수분을 가하여 수소결합을 파괴시키고 적당한 힘을 주어 원하는 모양으로 모발을 당겨놓은 상태에서 열을 가하게 되면 늘어진 상태에서 수분이 증발되어 근처에 있는 수소와 산소가 결합하게 된다.<sup>22)</sup>

단백질 유출 시험 결과 액성이 낮은 처방에서 모발의 손상이 상대적으로 적었으며 이는 알칼리 용해도 시험의 결과와 유사하게 나타났다.

펌제의 알칼리화를 통한 흡수촉진의 기전과 달리 흡수촉진제의 사용으로 모발의 팽윤을 최소화 하면서 환원제를 투과시킬 경우 모발의 상피세포를 가로질러 흡수 될 수 있을 것으로 사료된다.<sup>23)</sup> 따라서 모발의 팽윤과정이 상대적으로 줄어들게 되고 팽윤과 회복에 의한 모발의 손상을 줄일 수 있을 것으로 기대된다.

이상의 결과로 보아 알칼리성이 낮은 펴제의 제조와 함께 투과촉진제의 혼합처방으로 환원제의 침투력을 향상시키고 모발의 팽윤을 억제하여 모발의 손상을 줄이고 웨이브 효율을 개선할 수 있는 처방의 설계가 가능하였다.

## V. 결론

Cremophor EL, Transcutol 및 propyleneglycol 등 다양한 흡수촉진제를 함유한 시스테인 펴제를 제조하여 펴의 웨이브 효율과 모발의 손상에 관한 비교 실험 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 제조한 펴제의 pH는 알칼리성이었으며 시스테인 함유 펴제가 티오글리콜산 펴제보다 낮게 나타났으며, 흡수 촉진제의 혼합으로 pH는 더

욱 낮았다.

2. 펴의 웨이브 효율 평가에서는 티오글리콜산 펴제가 가장 우수하였으며 시스테인 펴제에서는 흡수 촉진제 Cremophor EL의 혼합으로 웨이브 효율과 유지율이 증가하였다.
3. 모발의 손상은 시스테인 함유 펴제가 티오글리콜산 펴제보다 미약하였으며, 흡수 촉진제의 혼합으로 손상이 개선되었으나 유의성 있는 차이는 없었다.
4. 모발 표면의 변화 역시 모발 손상과 유사한 결과를 보였으며 pH가 낮은 흡수촉진제를 추가한 펴제에서 손상의 정도가 가장 미약하였다.
5. 모발 내 성분의 변화 분석 실험에서 티오글리콜산 펴제는 단백질의 소실이 가장 컸으며 흡수촉진제로 Cremophor EL과 Transcutol을 추가한 처방에서 손실이 가장 적었다.

이상의 실험 결과로 보아 흡수촉진제를 함유한 시스테인 펴제는 기존의 제품에 비하여 pH가 낮았으며 이로 인하여 표피층의 팽윤을 최소화하여 모발의 손상과 단백질의 유출을 막을 수 있을 것으로 기대된다. 또한 펴 웨이브 형성 및 유지에서 효율은 기존의 시스테인 펴제와 동등하거나 우수한 것으로 나타났다. 이는 펴제의 모발 내 침투를 원활하게 함으로써 모발의 팽윤으로 인한 손상을 줄이고 웨이브의 효율을 올릴 수 있는 새로운 펴제 처방으로의 개발 가능성이 매우 높을 것으로 사료된다.

## 참고문헌

- 1) 조명숙 (2002). 모발과학총론, 훈민사, pp. 11-21, pp. 35-39, pp. 47-54.
- 2) 김경순, 류은주, 조성태, 최영희, 황희순 (1995). 모발관리학, 청구문화사, pp. 97-113.
- 3) 황희순 (1995). Permanent wave lotion에 대한 모발의 팽윤. 한국미용학회지, 1(1), pp. 37-45.
- 4) 박진희, 최정숙 (2003). 극손상 염색모발의 perm과정에서 ample의 전처리 시 열처리 효과에 관한 연구. 한국미용학회지, 9(3), pp. 88-95.
- 5) 신희심, 유의경 (2004). 키토산을 주성분으로한 트리먼트 기술에 따른 손상된 모발의 코팅막 관찰. 한국미용학회지, 10(1), pp. 1-6.
- 6) 김구덕, 김상진, 김한식, 박경환, 이화순, 전종인 역

- (2004). *신화장품학, 동화기술*, pp. 527-530.
- 7) 정문용, 퍼머넨트 웨이브 로션 제 1액의 조성물, 대한민국 특허청, 특1999-0031064.
  - 8) 신희심, 유의경 (2004). *앞의글*, pp. 1-6.
  - 9) 신희심, 유의경 (2004). *위의글*, pp. 1-6.
  - 10) 신희심, 유의경 (2004). *위의글*, pp. 1-6.
  - 11) 배선향, 윤수홍, 이도영 (2002). permanent wave와 decoloration에 의한 모발 손상에 관한 연구. *한국위생과학회지*, 8(2), pp. 183-187
  - 12) 배선향, 윤수홍, 이도영 (2002). *앞의글*, pp. 183-187.
  - 13) 김한식 (1997). *모발 생리학*, 현문사, pp. 59-72, pp. 75-85, p. 95, pp. 125-127.
  - 14) 정문용, *앞의글*, 특1999-0031064.
  - 15) 김순화 (1996). 퍼머, 염색, 탈색기술에 따른 두발의 역학적 영양학적 변화와 전자현미경 관찰, 고려대학교 교육대학원 석사학위논문, pp. 25-40.
  - 16) 오지민, 오지영 (2000). Permanent제와 bleaching제에 의한 모발의 형태학적 변화. *한국미용학회지*, 6(3), pp. 753-767
  - 17) 윤철중, 지계근, 정혜원 (1993). 모발의 형태 이상에 관한 주사형 현미경 관찰. *대한병리학회지*, 27(5), pp. 491-500
  - 18) 장경옥, 최정숙 (2001). 컬러링 처리에 의한 모발의 형태학적 변화. *한국미용학회지*, 7(3), pp. 21-27.
  - 19) 이원경 (1999). 미용기술 처치에 따른 두피 및 모발에 대한 연구- 샴푸제, 콜드펌제, 염모제, 트리트먼트를 중심으로. *한국미용학회지*, 5(2), pp. 575-277.
  - 20) 김한식 (1997). *모발 생리학*. 현문사, pp. 59-72, pp. 75-85, p. 95, pp. 125-127.
  - 21) 배선향, 윤수홍, 이도영 (2002). *앞의글*, pp. 183-187.
  - 22) 이의수 (1997). *모발과학*. 현문사, pp. 111-170.
  - 23) 김미정, 김영일, 양재현 (2003). 링크마이신 크립의 피부투과를 위한 처방설계. *약제학회지*, 47(3), pp. 154-158.