

탈색시간과 과산화수소 농도에 의한 모발의 손상*

Effects of bleaching time and hydrogen peroxide concentration on hair damage

김청운 · 전홍성**

조선대학교 산업대학원 미용향장학과 ·

조선대학교 자연과학대학 생명공학과, 단백질소재연구센터**

Chung Wun Kim · Hong Sung Chun**

Dept. of Beauty and Cosmetic, Graduate school of Industry, Chosun University ·

Dept. of Biotechnology and Research Center for Proteineous Materials, Chosun University**

Abstract

In this study, we investigated the morphological and physical changes of hair after bleaching treatments with different concentration of hydrogen peroxide in bleaching agent (3, 6, 9, or 12%) and various treatment time (10, 30, or 60 minutes). Tresses of virgin black hair were bleached using a commercial ammonium persulfate-hydrogen peroxide solution.

The tensile strength of virgin hair treated with a bleaching agent depended on the concentration of hydrogen peroxide and the treatment time. As the concentration of hydrogen peroxide in bleaching agent went high and the treatment time increased, the tensile strength of the hair increased but the extension degree decreased. The virgin hairs which were not treated by bleaching agent showed morphologically healthy cuticle, whereas the bleached hairs showed swelled and damaged cuticle patterns. The swelling of the hair and the breaks of the cuticles increased positively by the concentration of hydrogen peroxide and the treatment time. These results suggest that exposure to more concentrated hydrogen peroxide with other bleaching components may lead to more severe hair damage.

Key Words : bleaching, hydrogen peroxide, hair damage

I. 서론

개성을 강조하는 헤어스타일이 다양화되면서 모발에 주는 물리적(빗질, 드라이어 사용, 마찰, 열, 커트 등), 화학적 처리(퍼머, 염색, 채색, 탈색 등)가 모발에 손상을 주는 주요 요인이기 때문에 손상 없는 건강한 모발을 가지는 일은 매우 어려운 일이 되었다(왕혜자 외, 2003; 정연, 2001).

건강한 모발과 손상된 모발은 크게 형태적 특성과 물리적인 특성으로 구분해서 평가할 수 있다. 모발의 물리적 특성은 모발에 힘을 주어 늘리면 늘어나면서 동시에 굽기는 가늘어지는데 이것은 폴리펩타이드로 구성되어 있는 주쇄인 펩타이드 결합과 측쇄인 s-s결합, 수소결합,

염결합 등의 결합이 늘어나면서 절단되는 것으로 모발의 손상정도를 살펴볼 수 있는 척도가 된다(김경순 외, 2000). 모발이 외부자극에 의해 늘어나는 인장특성을 평가하는 일반적인 방법은 하중-신장법이다. 모발의 인장특성에 영향을 미치는 인자로는 상대습도 또는 수분량, 섬유직경, 온도, 탈색처리, 퍼머 처리, 염료 및 활성제, pH 및 생리적 이상, 환원 중합과 금속염 등이 있다(김순희, 2001; 박진희, 최정숙, 2003; 정연, 성수광, 1999). 그 중 탈색처리의 반응은 시스틴(cystine)의 s-s결합이 깨져 시스테인(cysteine)으로 산화되는 것이다. 이러한 가교결합의 파괴는 모발이 습윤상태일 때의 인장 특성에 큰 영향을 미친다(왕혜자 외, 2003).

모발은 모표피(cuticle), 모피질(cortex), 모수질(medulla)의 세 가지 층으로 구성되는데 이러한 세 가지 층중에서

* 본 연구는 과학기술부와 과학재단 지정 조선대학교 단백질소재연구센터의 2005년 학술연구비의 지원을 받아 수행하였습니다.

** Corresponding author: Hong Sung Chun

Tel: 062) 230-6609, Fax: 062) 227-8345

E-mail: hsjeon@chosun.ac.kr

인장특성은 섬유전체의 특성이며 모표피 보다는 모피질의 특성이 크게 영향을 미친다. 모발의 85~90%를 차지하는 모피질은 과립상의 멜라닌 색소를 함유하는 부분으로 모발의 성질 즉, 탄력 강도, 감촉, 질감, 색상을 좌우한다. 피질층의 단백질 구조인 α -헬릭스는 아미노산의 펩티드 결합에 의한 단백질의 2차구조이며 모발의 기본단위이다. 프로토포피브릴(protofibril)은 α -헬릭스 사슬이 고도로 감긴 3가닥 꼬기 루프를 형성하며 α -헬릭스의 폴리펩타이드 사슬의 3가닥 꼬기배열은 시스템간기에 인접한 폴리펩타이드 사슬 사이에 교차결합으로 서로 강하게 결합 되어 있다(선숙자, 2004). 탈색처리에 의한 모발의 형태적인 손상은 모발의 가장 외부에 위치하는 모표피(cuticle)에서 시작된다. 모표피의 성질을 보면 강한 친유성을 띠기 때문에 물과 약제에 대한 저항력을 가지고 있어 외적인 영향으로부터 모피질을 보호하며, 외측으로부터 에피큐티클(epicuticle), 엑소큐티클(exocuticle), 엔도큐티클(endocuticle)이라고 하는 3개의 층으로 이루어져 있다(이미선, 1999). 이러한 층들이 투명한 비늘모양으로 4~10장 정도 겹쳐져 있고 모표피의 1/4~1/5 부분은 모발표면으로 나와 있어 외측에서 관찰할 수 있으며 3/4~4/5는 서로 겹쳐져 있어서 모발 특유의 무늬를 구성하고 있다. 모표피가 모발에서 차지하는 비율이 높을수록 투명, 습윤, 광택, 마찰 강도가 높아져 모발이 건강하다고 볼 수 있다. 모표피는 매우 단단하지만 손상되기 쉬우며 한번 손상되면 모발을 스스로 재생 할 수 없다고 알려져 있다(김경순 외, 1995). 따라서, 모표피의 상태 즉, 비늘층의 상태에 따라 모발 손상 정도를 측정할 수 있다(신희심, 유의경, 2004).

한국에서는 예로부터 검은색의 모발을 귀하게 여겼기 때문에 이전에는 백발을 검게 염색 하는 것이 일반적 이었으나 최근에는 오히려 백색으로 탈색하거나 여러가지 형태의 칼라링(coloring)을 행하고 있다. 자신의 개성을 나타내는 다양한 표현의 하나로 이미지를 창출하는데 있어서 인위적으로 모발의 색상을 변화시키기 위해서는 탈색처리가 선행되어야 하는 중요한 요소이다. 한국인의 모발은 거의가 흑색 또는 흑갈색이어서 밝은 색조로 염색하기 위해서는 탈색 즉, 자연 모발색을 많이 제거해야 한다(장경옥, 최정숙, 2001). 이러한 자연 모발색에서 색을 제거하는 탈색에는 제 1제인 알칼리제와 제 2제인 과산화수소(H_2O_2)를 사용하고 있다. 과산화수소는 산화제이며 농도 3%(10 volume), 6%(20 volume), 9% (30 volume), 12%(40 volume) 등을 주로 사용한다(류은주, 2001). 과산화수소(H_2O_2)는 모발에 잔류되지 않고 물에 잘 용해됨으로 탈색과 칼라링 과정 중에 공통적으로 가장 많이 사용되고 있다. 그러나 실제 미용업소에서 과산화수소의 역할은 인지하고 있지만 탈색시간과 과산화수소의 농도에 따

른 모발의 손상 정도에 대해서는 구체적으로 알지 못하고 있다. 오지민, 오지영(2000)은 permanent제와 탈색제에 의한 모발의 형태학적 변화에 대한 연구를 통하여 화학약품의 종류 및 처리온도, 처리횟수를 달리하여 시술함에 따라 모표피의 형태적 변화를 전자현미경으로 관찰 검토한 바 있으며, 김순희(2001)는 물리화학적 처리 조건에 따른 모발의 역학적 성질의 변화에 대한 연구를 통하여 건강모발 및 손상모발의 인장강도와 신장율을 측정하여 역학적 특성을 조사한 바 있다. 또한 정연(2001)은 모발 염색 전후의 역학적·영양학적 및 형태학적 변화에 관한 연구를 통하여 염모제성 모발 손상에 대한 개선 방법의 기초 자료를 제시한 바 있으며, 하병조, 조판례(2001)는 산화형 영구염모제의 탈색 및 염색효과에 관해 발표하였고 pH에 따른 탈색력의 효과, 염색에 대해 연구 발표한 바가 있지만, 탈색 및 염모제의 필수 성분인 과산화수소의 농도에 따른 모발의 손상 차이에 대해서는 아직까지 조사된 바가 없다. 따라서, 본 연구에서는 과산화수소의 농도변화와 탈색시간이 모발의 손상 정도에 미치는 영향에 관하여 고찰하였으며 탈색과정에서 모발의 손상 정도를 최소화할 수 있는 기본 데이터를 제시하고자 한다.

II. 재료 및 방법

1. 재료

1) 시료모발

화학적 처리를 하지 않았으며 약물복용 및 흡연 또는 다이어트를 하지 않은 15세의 건강한 여성의 Virgin hair(생머리)를 모근으로부터 약 5cm 떨어진 부위에서 10cm 이상의 길이로 채취하여 실험에 사용하였다. 오차를 최소화하기 위해 모발직경과 길이가 일정한 부위를 사용했고 관능검사 결과 건강한 모발만 선택하여 모발의 약 50가닥을 상단 부위에 실리콘으로 고정시켜 13개의 다발로 만들었다.

각각의 모발 다발은 이물질을 제거하기 위해서 샴푸로 충분히 세척한 다음 증류수로 행구고 상온에서 자연 건조시켜 시료 모발로 사용하였다.

2) 탈색약제

탈색처리를 위하여 W사의 알칼리제(1제; 과황산암모늄이 주성분)와 산화제(2제; 과산화수소 3%, 6%, 9%, 12%)

를 1:2 비율로 혼합하여 탈색제로 사용하였다. 사용된 탈색용 알칼리제의 pH는 11.5 정도였고 과산화수소는 pH 2.0~2.5를 나타내었으며 혼합액의 pH는 10.0~11.0로 강알칼리성을 띄었다.

2. 실험방법

1) 탈색 처리

제조회사가 명시한대로 탈색용 알칼리제와 산화제를 1:2로 혼합하여 탈색제를 조제하였고, 브러쉬를 이용하여 모발에 바른 후 호일로 싸서 실내온도 25~26℃에서 다양한 농도의 과산화수소 농도 조건으로 각각 10분, 30분, 60분 동안 처리하였다. 처리 후에는 샴푸로 충분히 세척한 다음 증류수로 행구고 상온에서 자연 방치 건조하여 탈색 1회 시술한 모발 시료를 만들었다.

2) 역학적 특성평가

각각의 농도와 시간동안 처리된 모발을 인장강도 측정기인 Universal Testing Machine(AGS-1000D, Shimadzu, Japan)에 10cm 길이로 고정시키고 speed 30mm/min의 조건으로 모발이 파단 될 때까지의 인장강도(g)와 신도(%)를 각각의 시료에 대해 10회 반복 측정하여 평균으로 하였다.

3) 형태학적 변화 측정

탈색 처리한 모발의 형태적 변화를 살펴보기 위해 주사전자현미경 관찰을 하였다. 현미경 촬영 시 모발 시료의 파손을 막기 위해 진공이온 코팅기(E-130, Hitachi, Japan)를 사용하여 모발시료를 진공상태에서 20nm 두께로 silver coating을 하였다. Coating이 끝난 모발 시료를 주사전자현미경(Field Emission Scanning Electron Microscope, S-4700, Hitachi, Japan)으로 12kV 조건에서 촬영하여 모발의 형태학적인 변화 정도를 관찰하였다.

4) 통계처리

모든 측정값은 Window용 SPSS 통계 패키지(version 10.0)를 이용하여 평균값 \pm 표준오차(mean \pm S.E.)로 표시하였고, ANOVA(분산분석법)로 그 유의차를 검정하여 개별 비교하였다. 전체 실험의 통계적인 유의성은 신뢰구간 $p < 0.05$ 에서 의미를 부여하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 탈색에 따른 모발의 인장강도 변화

모발의 인장성질은 모발에 대하여 축 방향의 힘을 작용시켜 늘릴 때 가해지는 힘(하중)과 모발 변형과의 관계로 나타낼 수 있다. 인장성질 측정의 일반적인 방법은 모발을 서서히 신장시키면서 이때 생기는 장력을 측정하는 것으로 모발로부터 늘어나는 길이나 모발이 절단될 때의 장력 등이 측정시간에 따라 달라진다(류은주, 2002).

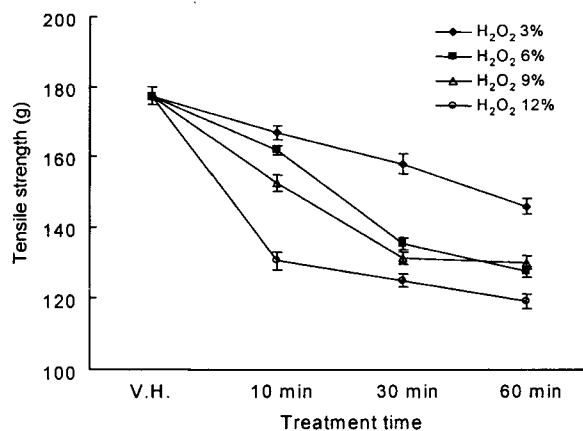
위와 같은 방법으로 모발 시료들을 탈색제의 과산화수소 농도별, 시간별로 처리하여 인장강도를 측정하였다. Fig. 1은 과산화수소 처리 시간과 농도(%)에 따른 인장강도를 나타낸 그래프이다. 3% 과산화수소 10분 처리군의 경우는 Virgin Hair(V.H)의 인장강도인 177.33g과 비교하였을 때, 인장강도가 166.67g으로 10.66g(6.01%)이 감소하였으며, 동일농도의 과산화수소 30분 처리모발은 157.75g으로 19.58g(11.04%)이 감소하였고, 60분 처리군은 145.75g의 결과를 나타내어 31.58g(17.81%)이 감소하여서 탈색 전 모발에 비해 3배 정도의 강도저하를 보이고 탈색 시간간의 유의한 차이를 ($p < 0.05$) 나타내었다. 과산화수소 처리 시간에 따라 인장강도는 점점 감소함을 알 수 있었다. 6% 과산화수소 처리군을 시간별로 비교해보면 10분 처리군이 161.75g의 인장강도를 보였고 30분 처리군은 135.33g으로 10분 처리군에 비해 26.42g의 큰 차이를 보였으나 60분 처리군은 127.5g으로 30분 처리에 비해 7.83g의 다소 감소된 차이가 관찰되었다. 하지만, 3% 과산화수소 처리군과 마찬가지로 동일 농도 내에서 처리시간이 늘어남에 따라 인장강도가 지속적으로 감소하는 패턴을 보여주었다. 9% 과산화수소 처리군에서는 10분에서 152.40g의 인장강도가 나타났고 30분 처리군은 131.20g을 보였으며 60분 처리군은 130.0g으로 30분 처리군과 거의 1.20g의 차이 밖에 없는 것으로 관찰되었다. 12% 과산화수소 처리군에서는 10분의 짧은 처리에서 이미 130.50g의 인장강도로 V.H.의 177.33g보다 46.83g이나 줄어든 큰 차이를 보였고, 30분 또는 60분 처리에서는 약간 더 감소할 뿐 더 이상의 현저한 인장강도 감소를 볼 수 없었다.

이상의 결과를 종합해보면, 과산화수소의 농도가 12% 이상 되면 모발의 인장강도를 처리시간에 상관없이 최저의 수준으로 급격히 떨어뜨리는 것으로 사료되며, 6% 이상의 농도에서는 30분 처리군과 60분 처리군의 차이가 거의 없는 점으로 보아 30분 이상 모발에 탈색처리 했을 때 인장강도가 가장 많이 감소함을 알 수 있었다.

김혜영, 정연(2000)은 모발 탈색처리에 따른 역학적 형

대학적 변화에서 짧은 시간의 모발 탈색처리 전 후에 일어나는 모발의 역학적 변화를 비교하였는데 시간에 따라 인장강도가 감소함을 보고하였다. 본 실험의 결과는 탈색처리 시간이 늘어날수록 모발의 인장강도가 감소함을 보여 주어 김혜영, 정연(2000)의 결과와 일치함을 보여주었고, 과산화수소 농도가 높아질수록 모발의 인장강도가 낮아짐을 새롭게 밝히게 되었다.

과산화수소 농도에 따른 모발의 인장강도 차이를 보게 되면 3% 과산화수소 10분 처리군과 6% 과산화수소 10분 처리군의 차이는 4.92g으로 2.95%의 변화를 나타냈으며, 3% 과산화수소 10분 처리군과 9% 10분 처리 모발 간에는 8.56%의 변화가, 3% 10분 처리군과 12% 과산화수소 10분 처리군 간에는 36.17g으로 21.7%의 큰 차이를 보였다. 3% 과산화수소 30분 처리군과 6% 과산화수소 30분 처리군 사이의 차이는 22.42g으로 14.21% 감소된 현저한 차이를 보였지만 6%, 9%, 12%간의 차이는 그다지 크지 않음을 알 수 있었다. 또한 3% 과산화수소 60분 처리군과 6% 과산화수소 60분 처리 모발 간에는 12.52%의 변화가 있었고, 9% 과산화수소 처리군과도 10.81%의 인장강도 차이를 나타내었으며, 12% 과산화수소 60분 처리군과는 26.75g의 현저한 차이를 보여 18.35%의 큰 변화를 나타내었고 처리군간의 유의한 차이를 ($p < 0.05$) 나타내었다. 하지만, 6%와 9%간에는 거의 차이가 나지 않았다. 전반적으로 농도에 따른 결과는 과산화수소의 농도가 높을수록 인장강도가 감소함을 알 수 있었다. 특히, 12%의 높은 농도에서는 10분의 짧은 처리만으로도 모발의 인장강도가 현저히 떨어지는 것을 볼 수 있는데, 이것은 과산화수소에 의해 모발의 측쇄결합인 s-s 결합, 수소결합 등이 절단됨으로써 적은 힘으로도 쉽게 모발이 끊어지는 변화를 가져왔다고 볼 수 있다.



[Fig. 1] Relationship between the tensile strength and H₂O₂ treatment time. V.H; virgin hair.

Keratin은 모발을 구성하는 주요 섬유단백질로서 아미노산 중에서 cystine을 가장 많이(16.6~18.0%) 함유하고 있다. Cystine들은 서로 간에 disulfide 결합으로 연결되어 모발 섬유단백질이 전체적으로 안정된 구조를 이루게 한다. 탈색제의 과산화수소 농도가 높아짐에 따라 인장강도가 낮아지는 것은 keratin 섬유의 cystine 잔기의 disulfide 결합에 과산화수소가 작용하여 절단함으로써 모발 단백질 구조를 불안정하게 변화시키고 모발 섬유의 강도를 저하시키는 것으로 사료된다.

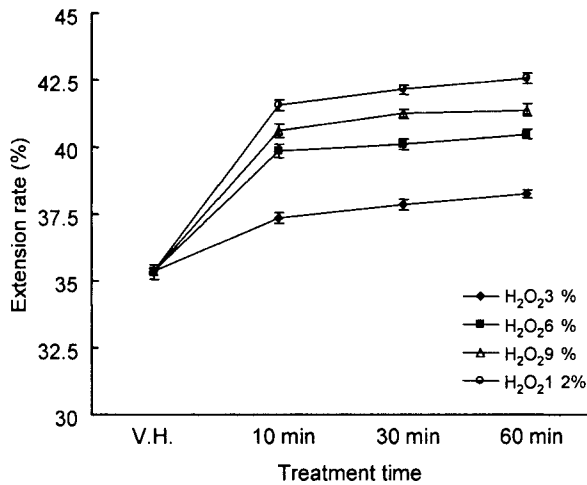
2. 탈색 모발의 신도 변화

모발을 강제로 잡아당길 경우 일반적으로 세 단계로 팽창하게 되는데 후크 법칙에 의한 탄성영역(Hookean region), 모발 섬유내의 수소결합이 파괴되는 항복영역(yield region), 그리고 모발섬유가 현저하게 경직되어 생기는 후항복영역(post-yield region)이 나타나는 순으로 진행된다(Johnson, 2004).

Fig. 2는 탈색제 처리 시간과 과산화수소 농도(%)에 따른 신장도를 나타낸 결과이다. 3% 과산화수소 10분 처리군의 경우는 모발의 신장도가 Virgin Hair 보다 2.03% 증가하였고, 3% 과산화수소 30분 처리군과 3%과산화수소 60분 처리군은 3% 과산화수소 10분 처리군과 약간의 차이를 두고 증가함을 알 수 있었으며, 통계분석 결과 유의한 차이가 $p < 0.05$ 수준에서 인정되어 과산화수소의 처리 시간이 길어짐에 따라 모발의 신도가 높아지는 것으로 나타났다. 6% 과산화수소 처리군의 경우에는 10분 경과에서 Virgin Hair 보다 4.52% 증가를 보였고 30분 처리군과 60분 처리에서는 10분 처리군의 신장률(39.86%)보다 약간 증가(0.24%) 함을 보였다. 9% 과산화수소 처리군은 10분 처리 후에 Virgin Hair의 신장율인 35.34%보다 5.27% 증가한 것이 관찰되었지만, 30분 처리와 60분 처리 후에는 10분 처리군과 거의 차이가 없었다. 가장 높은 농도인 12% 과산화수소 처리군에서는 가장 현저한 신장율의 증가를 보였는데, Virgin Hair 보다 신장률이 10분 처리에서 6.21% 증가하였고 30분 처리군이나 60분 처리군도 10분 처리군과 비슷한 증가율을 보였다.

과산화수소 농도에 따른 결과를 비교해 보면 3% 과산화수소 10분 처리군과 6% 과산화수소 10분 처리군의 차이는 신장률이 과산화수소 농도 증가와 함께 2.49% 증가하였으며 9% 과산화수소 10분 처리군과 12% 과산화수소 10분 처리군에서 조금씩 신장률이 증가함을 알 수 있었다.

위에서 나타난 결과로 볼 때, 탈색제의 과산화수소 농도가 높아짐과 비례하여 모발의 신장율이 증가하였지만,



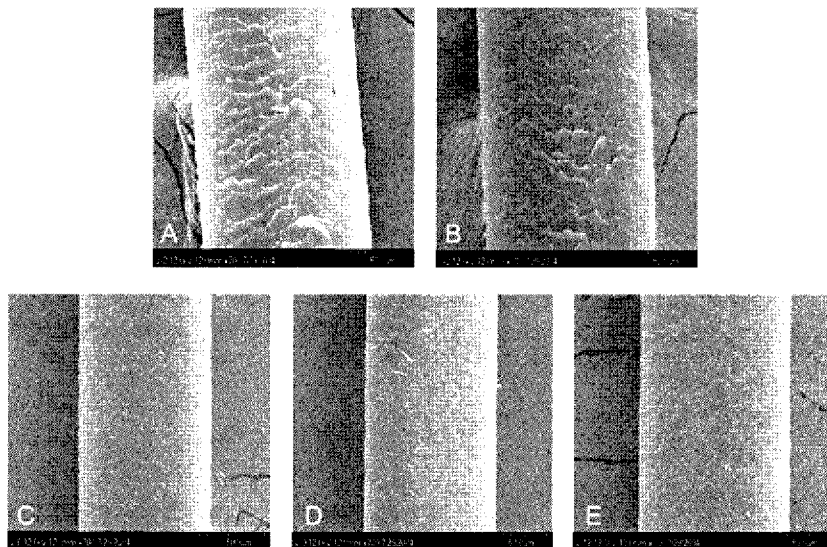
[Fig. 2] Relationship between the extension rate and treatment time with various concentration of hydrogen peroxide. V.H; virgin hair.

각 농도별 처리 시간에 따라서는 10분 후에 현저한 신장율의 증가를 보이다가 그 이후의 신장율은 비슷한 정도를 보이는 것으로 나타났다. 이는 1회 탈색이라 할지라도 짧은 시술 시간 내에 모발이 쉽게 손상을 받고 모발 내부 구조에 변화가 있음을 의미한다.

3. 모발의 형태학적 특성 변화

Fig. 3은 모발 시료의 탈색 처리에 따른 표면상태 변화를 주사형 전자현미경으로 촬영한 결과이다. 탈색제의 과산화수소 농도에 의한 형태적 변화를 30분 처리 시간대에서 비교하였다. 탈색 처리 전의 건강한 모발은 전체적으로 매끄러운 외형을 보였으며 모표피(hair cuticle)의 비늘은 벌어지거나 벗겨짐이 없이 비늘이 겹겹이 쌓여서 규칙적이었으며, 비늘 사이의 경계가 뚜렷하게 나타남을 볼 수 있었다(Fig. 3A). 3% 농도의 과산화수소가 포함된 탈색제로 30분간 처리 하였을 때는 처리하기 전의 정상 모발보다 겹겹이 쌓여 있는 층이 약간 줄어들었음을 볼 수 있었고 6% 과산화수소 조건에서는 비늘층이 떨어져 나가려고 모발이 들떠 있는 것이 관찰되었다(Fig. 3B,C). 9%농도 과산화수소 조건에서는 비늘층이 떨어져 나가는 것을 확실히 볼 수 있고(Fig. 3D), 12% 과산화수소 처리 농도에서는 가장 바깥층의 에피큐티클(epicuticle)이 떨어져 나간 상태를 나타내었다(Fig. 3E). 이러한 결과로 볼 때, 같은 처리시간에서 탈색제의 과산화수소 농도가 높아지면 모표피의 손상도가 커짐을 알 수 있었고 육안으로 보았을 때도 광택도가 현저히 낮아짐을 확인 할 수 있었다.

그 동안의 여러 연구 결과가 탈색 시술 시 처리 온도와 탈색 횟수에 따른 형태적 변화를 제시하여 왔는데(배



[Fig. 3] Scanning electron microscopic findings of a hair shaft before and after bleaching with various concentration of hydrogen peroxide.

A; virgin hair before bleaching, B; 30 minutes treatment with 3% H₂O₂, C; 30 minutes treatment with 6% H₂O₂, D; 30 minutes treatment with 9% H₂O₂, E; 30 minutes treatment with 12% H₂O₂.

선향 외, 2002; 정연, 성수광, 1999; Nogueira et al., 2004), 본 연구 결과는 탈색제의 과산화수소 농도와 처리 시간 또한 모발의 형태적 특징에 큰 영향을 끼칠 수 있음을 처음으로 밝히게 되었다.

이상의 결과를 종합해보면, 전체적인 역학적, 형태학적 특성치들이 단 1회의 탈색만으로도 탈색 시간차에 따른 모발 손상 정도가 크다는 사실을 나타내었다. 6% 이상의 과산화수소 농도로 탈색할 시에는 짧은 시간의 처리로도 모발의 인장강도와 신도 변화가 크게 나타났는데, 이는 모발이 적은 힘에도 잘 끊어질 수 있음을 의미하고 모발 내부를 보호하는 표피층과 모발의 강도, 탄력, 유연성을 결정하는 피질층에 손상이 크게 생겼음을 나타낸다.

시중에서는 본 연구에서 사용한 4가지 농도의 과산화수소를 탈색제 성분으로 모두 사용하지만, 일반적으로 극단적인 탈색효과를 얻기 위해서 6% 이상의 과산화수소를 30분 이상 처리하는 방법을 선호하고 있다. 모발의 탈색 자체가 상당한 모발 손상을 피할 수 없게 하므로 최선의 방법은 원하는 탈색 효과를 주면서도 모발 손상을 최소화하는 것이다. 본 연구결과, 탈색 효과도 인정되면서 모발의 손상이 적은 조건은 3%의 과산화수소로 30분 이하 처리하는 것으로 판명되었다. 하지만, 모발 손상이 동반되지 않은 탈색 방법은 아직까지 없으므로, 모발에 수분과 영양을 공급하는 헤어 트리트먼트제를 탈색 전후에 처리함으로써 모발 손상정도를 막을 수 있는지에 대한 후속 연구가 필요한 것으로 사료된다. 미적인 면만 강조한 무분별한 탈색은 자제해야 할 것이며 탈색 처리 시간에 대해 신중히 고려해서 가능한 한 짧게 해야 할 것으로 사료된다.

IV. 결론

본 연구에서는 탈색과정에서 발생하는 모발의 손상 정도를 최소화하기 위한 조건을 찾기 위하여 건강한 모발에 대해 탈색제로서 과산화수소를 농도 및 시간별로 각각 처리한 후 모발의 손상도를 역학적, 형태학적으로 조사하였다. 주사전자현미경을 이용하여 모발표면의 형태학적 변화를 관찰하였고 인장강도 및 신도 실험을 통하여 각 모발의 역학적 특성을 측정한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 건강한 모발을 시간과 농도에 따라 탈색 처리 한 후 인장강도와 신도를 살펴 본 결과, 과산화수소의 농도가 증가하고 처리시간이 증가할수록 인장강도는 감소한 반면 신도는 증가하는 경향을 보였다. 모발의 인장강도는

과산화수소 12% 농도일때 10분 처리만으로도 26.41%의 현저한 감소변화를 나타내었으며, 과산화수소 6% 이상의 농도에서는 30분 이상 탈색시 최저 수준의 인장강도를 보여주었다. 신장율의 변화에 있어서는, 탈색 처리 후 10분에서 과산화수소 농도별로 탈색 전보다 2~6% 증가 변화를 나타내었지만, 그 이후에는 약간의 신도 증가만 관찰되었다.

2. 탈색 처리된 모발을 주사전자현미경을 이용하여 관찰한 결과 모발표면의 형태학적 변화는 탈색제의 과산화수소 농도가 높을수록 각피의 손상 정도가 심한 것으로 보였다. 탈색 처리하지 않은 virgin hair에서는 모표피의 비늘층이 겹겹이 쌓여 있는 건강한 모습을 볼 수 있었으나 과산화수소 농도가 높을수록 모표피 비늘층이 벌어지거나 분리 또는 소실되는 것이 관찰되었다. 탈색제는 1회의 처리에도 불구하고 모발 손상의 factor로 강하게 작용하였으며, 탈색제의 주성분인 과산화수소의 농도가 모발 손상의 factor로 중요하게 작용함을 알 수 있었다.

3. 6% 이상의 과산화수소 농도의 탈색제 처리에 의해서는 종합적인 역학적, 형태학적모발 손상 정도가 현저하게 큰 것으로 관찰된 반면, 3% 과산화수소 농도 조건은 비교적 모발 손상도가 적은 것으로 판정되었다. 하지만, 3% 과산화수소 10분 처리에서는 모발의 탈색도가 약해서 육안으로 볼 때 만족할만한 결과를 얻을 수 없었고, 최소 30분 이상의 처리에서 탈색도가 인정되었다. 따라서, 3% 과산화수소 농도로 30분 처리하는 탈색 조건이 모발의 손상정도를 최소화하면서 탈색 효과를 얻을 수 있음을 새롭게 밝히게 되었다.

주제어 : 탈색, 과산화수소, 모발손상

참 고 문 헌

- 김경순, 류은주, 조성태, 황희순, 최영희(1995). 모발관리학. 청구문화사. pp. 38-40.
- 김경순, 류은주, 조성태, 황희순(2000). 퍼머먼트 웨이브 및 헤어 컬러링. 청구문화사. pp. 18-19.
- 김순희(2001). 물리 화학적 처리 조건에 따른 모발의 역학적 성질의 변화. 한국미용학회지, 7(3), 89-96.
- 김혜영, 정연(2000). 모발 탈색 처리에 따른 역학적, 형태학적 변화. 신리대학 논문집. pp. 71-79.
- 류은주(2001). Hair Coloring. 청구문화사. pp. 60-70.
- 류은주(2002). 모발학. 광문각. pp. 190-238.
- 류은주(2003). 모발미학사. 이화. p. 14.
- 박진희, 최정숙(2003). 극손상 염색모발의 perm 과정에서

- ample의 전처리 시 열처리 효과에 관한 연구. 한국미용학회지, 9(3), 88-95.
- 배선향, 윤수홍, 이도영(2002). Permanent wave와 Decoloration에 의한 모발손상에 관한 연구. 한국위생과학회지, 8(2), 183-187.
- 선숙자(2004). 헤어커트 기법에 따른 모발의 물리적인 손상 특성. 광주여자대학교 석사학위논문.
- 신희심, 유의경(2004). 키토산을 주성분으로 한 트리트먼트 시술에 따른 손상된 모발의 코팅막 관찰. 한국미용학회지, 10(1), 1-6.
- 오지민, 오지영(2000). Permanent제와 Bleaching에 의한 모발의 형태학적 변화. 한국미용학회지, 6(3), 753-767.
- 왕혜자, 김한식, 김서희(2003). 플랫폼이론을 이용한 건강모발과 화학 처리된 모발의 역학적 특성. 한국미용학회지, 9(2), 148-164.
- 이미선(1999). *Hair Color Art*. 현문사. p. 53.
- 장경옥, 최정숙(2001). 칼라링 처리에 의한 모발의 형태학적 변화. 한국미용학회지, 7(3), 21-28.
- 정연, 성수광(1999). 모발 염색 전후의 역학적·영양학적 및 형태학적 변화. 한국의류산업학회지, 1(4), 393-396.
- 정연(2001). 퍼머·염색·탈색·코팅 시술에 따른 모발의 변화에 관한 연구. 대구카톨릭대학교 박사학위 논문.
- 하병조, 조판례(2001). 산화형 영구 염모제의 탈색 및 염색 효과에 관한연구. 한국미용학회지, 7(2), 105-112.
- Johnson, D.H (2004). *Hair care*. CM MEDIA. pp. 21-41; 213-242.
- Nogueira, AC, Nakano, AK, Joekes, I (2004). Impairment of hair mechanical properties by sun exposure and bleaching treatments. *J. Cosmet. Sci.* 55(6), 533-537.

(2005. 03. 08 접수; 2005. 05. 27 채택)