한국의류산업학회지
제4권 제3호, 2002
<연구논문>

J. Kor. Soc. Cloth. Ind.
Vol. 4, No. 3, pp.266-272(2002)

퍼머넌트 웨이브 시술에 따른 모발의 중금속 함량의 변화

정 연
경도대학 피부미용과

Variations of the Heavy Metal Contents in Human Hairs According to Permanent Wave Manipulation.

Yeon Jung
Dept. of Beauty & Aesthetician, Gyeongdo Provincial College, Yechon, Korea

Abstract : This research is compared and analyzed variations of the heavy metal contents in human hairs according to treating permanent wave manipulation before and after and permanent wave agents. This is the survey of women's hairs in 19 years old. On the basis of this we would like to analyze a extend of exposing of heavy metal scientifically. Also, we would to show a basic data for the permitted limits of heavy metal to keep the healthy hair. The conclusion is as follows.; Mean contents of heavy metal in hairs is 2.11 ppm (Pb), 0.25 ppm (Cd), 2.62 ppm (Ni), 256 ppm (Zn), 8.45 ppm (Cu). In reducing agents (processing lotions) of perm, 1.50 ppm (Pb), 0.03 ppm (Cd), 0.05 ppm (Ni), 15.45 ppm (Zn), 0.86 ppm (Cu) in a perm (S), 2.30 ppm (Pb), 0.05 ppm (Cd), 0.05 ppm (Ni), 13.05 ppm (Zn), 0.65 ppm (Cu) in a perm (T). In oxidizing agents (neutralizer) of perm, 1.40 ppm (Pb), 0.03 ppm (Cd), 0.09 ppm (Ni), 9.05 ppm (Zn), 0.65 ppm (Cu) in a perm (S), 1.50 ppm (Pb), 0.02 ppm (Cd), 0.16 ppm (Ni), 8.00 ppm (Zn), 0.85 ppm (Cu) in a perm (T). Mean contents of lead(Pb) didn't show significant differences according to treating cysteine perm agents, showed it according to 3 treating thioglycolic acid perm agents ($p<0.05$). Mean contents of cadmium(Cd) showed significant differences ($p<0.001$) according to 2 treating both perm agents. Mean contents of nickel (Ni) showed neither. Mean contents of zinc (Zn) showed significant differences according to 2 treating cysteine perm agents ($p<0.001$) and 1 treating thioglycolic acid perm agents ($p<0.01$). Mean contents of copper (Cu) didn't show significant differences according to treating cysteine perm agents, showed it according to 1 treating thioglycolic acid perm agents ($p<0.001$).

Key words : human hairs, permanent wave manipulation, heavy metal

1. 서 론

과거 남녀의 모발은 흑갈색의 삼단같은 머리가 대부분이었으나, 최근에는 산업과 대중매체의 발달로 미를 추구하고자 하는 인간의 본능을 자극시키고 이에 따른 미의 추구는 단순한 헤어스타일에서 다양한 양식의 헤어스타일 추구가 우리 삶의 절대적인 위치를 차지하게 되었다. 이로서 국내 퍼머넌트 웨이브(이하 펌이라 통칭함) 시술은 전체 미용시술 시장의 절반 이상을 차지하게 되었고 해마다 급상승의 증가 추세에 있다.

또한 최근에는 특수 펌이라는 이름의 새로운 펌이 등장하고 있는데, 셋팅 펌 또는 아이롱 펌은 기존 펌의 스트레이트 펌에서 볼 수 없는 찰랑거림이나 기존의 웨이브와는 달리 인위적이지 않고 과장되지 않은 자연스러운 웨이브를 만들어 클래식과 복고의 유행에 어울리는 두발형식을 창조해 냄으로서 직업여성과 중·장년 여성들 사이에서 크게 유행되고 있다. 뿐 만 아니라 레게 펌이나 테크노 펌은 가다듬지 않는 전형적인 히피 스타일의 톡톡 튀는 강한 이미지를 강조하는 스타일로서 개성을 추구하는 대학생과 젊은 여성들 사이에서 급속하게 유행되고 있다.

그렇지만 이러한 유행으로 인해 발생되는 심각한 모발의 손상과 각종 피부염 및 질병 등의 문제가 대두되고 있다. 특히, 모발의 케라틴 성분은 금속과 쉽게 결합하는 산성기를 가지고 있어 경구유입의 경로가 아니라도 외부 환경의 먼지나 세정수 등에 함유되어 있는 금속이온을 쉽게 흡수하는데 미용시술 즉, 펌이나 염색되어진 모발은 산성기가 증가하기 때문에 금속의 흡착량도 많아지므로 중금속 폭로에 대한 문제까지도 강하게 대두시키고 있다. 그러므로 과다한 미용시술과 장시간의 시술양식이 많아지는 요즘시대에서 미용인과 일반인들의 건강관리 관점으로 볼 때는 이러한 문제들이 관심의 대상이 될 수밖에 없을 뿐 아니라 미용시술 및 펌제의 새로운 허용기준과 개발이 시급하게 요구되고 있는 실정이다.

그러나 국내에서의 이와 관련된 연구로는 모발손상에 관한 연구는 점차로 많아지고 있으나, 중금속 함량과 관련된 연구는 염모제(최영진, 1998)와 펌제(장남순, 2002)의 중금속 함량에 관

Corresponding author; Yeon Jung
Tel. 054-650-0263, Fax. 054-650-0260-1
E-mail: jwswd@hanmail.net, jyswd@gpc.ac.kr

한 연구 뿐으로 미비할 뿐 만 아니라 펌제의 모발 처리에 따른 중금속 폭로에 대한 연구는 전무한 실정이다.

따라서 본 연구는 만 19세 여성의 모발을 대상으로 현재 시판중인 펌제 중의 중금속 함량과 실제 이의 처리 전·후 및 처리 횟수에 따른 중금속 함량을 정량하여 펌 시술에 따른 중금속 폭로 정도에 대한 과학적인 분석으로 이를 이용하는 사람들의 모발 중금속 노출에 대한 예방과 개선 및 새로운 기준의 제안을 위한 기초자료를 제시하는데 그 목적이 있다.

2. 실 험

2.1. 시료 모발

본 연구에서 사용된 시료 모발은 1999년 7월부터 2000년 8월까지 대구의 미용실에서 화학적 처리를 하지 않은 직모로, 현재 어떠한 약물복용 및 흡연이나 다이어트를 하지 않는다는 사전응답을 한 만 19세 여성의 건강한 모발(Virgin hair)을 선택하였다. 또한 펌 처리 후와 건조에 따른 모발 중량의 소실까지를 고려하여 모발의 굵기와 길이에 상관없이 후두부 부근을 중심으로 모근으로부터 2~3 cm 부위에서 커트한 모발(新榮養, 1981)만을 6 g 이상 채취하였다.

채취한 시료 모발은 모근 부위의 끝을 실리콘으로 고정시킨 후 모발이 상하지 않도록 베이비샴푸를 푼 미지근한 물로 세척하고 3차 증류수로 충분히 헹군 후, 자연 건조시켜 대기 중의 중금속에 오염에 대비하도록 65%RH로 조정한 데시게이터에 밀폐 · 보관하여 사용하였다.

2.2. 시료의 펌 시술

본 실험에 사용된 펌제는 1999년도와 2000년 초까지 서울, 대구, 부산 지역의 대표적 미용재료상에서 판매 1위에 해당되는 펌제 중에서 환원제의 주성분은 시스테인산(S)과 치오글리콜산(T) 2종류이고 산화제는 브롬산나트륨인 2욕법의 콜드식 펌제를 선택하여 사용하였다.

펌 시술은 20°C 상온에서 처리하였으며, 시술 횟수 간격의 설정은 미용시술 횟수가 2~3개월에 1회가 가장 많았다는 선행연구(황지영, 2000)와 미용시술 후 모발의 안정화에 적당한 기간은 8주 이상이 되어야 한다는 선행연구(김수정 등, 1996)에 의거하여, 8주의 간격으로 3회 처리하였다. 시술 시간은 제품에서 제시하는 권장시간으로 1회 시술 시에는 40분(S), 35분(T)간으로 시술하였고, 2회 시술 시에는 30분(S), 25분(T)간, 3회 시술 시에는 30분(S), 25분(T)간 시술하였다.

준비된 건조모발에 펌 제1제를 골고루 도포하여 권장시간 경과 후 중간 헹굼(40°C 수온 유지)을 하고 제2제 처리를 10분 간격으로 2회 도포하였으며 미온수로 3회 헹군 후 자연 건조시켰다.

2.3. 중금속 함량 측정

모발의 전처리 : 시술 전 · 후의 모발을 먼저 증류수로 3회 세척하여 단순 유상 부착물을 제거하였다. 모발표면에 붙어있는 유기질 등의 오염물질을 제거하기 위하여 아세톤으로 2회 세척하였으며, 60°C EDTA에 10분간 담근 것을 3차 증류수로 2회 헹군 다음 105°C 건조기에서 6시간 건조시켰다. 건조 시료 0.5 g을 65% HNO_3(특급시약-Merck, Germany) 20 ml에 넣어 24시간 방치 한 후 90°C를 유지하여 약 3 ml정도 남을 때까지 10시간 동안 가열 · 분해 · 증발시킨 후 2% HNO_3 용액으로 25 ml 최종 부피에 맞추었다.

펌제의 전처리 : 펌제의 전처리는 질산습식 탄화처리(최영진, 1998)로 하였으며 각각 1 g씩 취하여 65% HNO_3 10 ml를 넣어 90°C 온도를 유지하면서 약 3 ml정도 남을 때까지 10시간 가열시킨 후 2% HNO_3 용액으로 25 ml 최종 부피에 맞추었다.

중금속 측정 : 시술 전 · 후 모발과 펌제의 중금속 분석 원소는 납(Pb), 카드뮴(Cd), 니켈(Ni), 아연(Zn), 구리(Cu) 등 5종류를 측정하였다. 시료분석은 Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrophotometer, Mass Spectrophotometer (ICP-AES, JY38-Plus, France; ICP-MS, Elan 6100)에 Argon (Grade U, 99.995%) 가스를 사용하였고, Multi-element Standard Solution(Spex)의 표준용액으로 조제하여 다원소동시분석법으로 측정하였다.

2.4. 통계 처리

본 연구의 분석치는 Window용 v. 6.12 SAS 통계팩케지를 이용하여 평균과 표준편차를 구하였으며, 펌제별 횟수별에 따른 2요인 계획법에 의한 분산분석(ANOVA검정)으로 그 유의차를 검정하고 Duncan 다중검정을 적용하여 개별비교를 하였다.

3. 결과 및 고찰

펌 시술 시의 중금속 함량과 분산분석 결과를 Table 1에 나타내었다.

3.1. 납

납은 도심지의 항공기나 자동차 배기가스에서 유래하여 주로 호흡기나 소화기를 통해서 흡수되고 유기연의 경우에는 미량이 피부를 통해서 흡수된다. 화장용 분(粉)의 원료로서 화장을 하는 여성의 경우 최소 0.07 μg/g의 납에 폭로될 수 있다(Lockitich, 1993)고 알려져 있다.

납화합물이 체내로 섭취되면 위장벽을 통해 급속히 혈액 중으로 들어가 일부는 적혈구 파괴의 요인으로 작용하고, 일부는 체내를 순환하여 내장관, 특히 골수 중에 들어가 위장장해와 신경 및 근육계통의 장해를 일으키게 된다. 고농도의 장기간 폭로에서는 만성신장장애, 고혈압, 생식장애를 초래할 수 있으며 효소를 억제하여 세포의 칼슘 신진대사를 변질시키고 신장, 두뇌, 뼈에서 단백질 결합의 합성을 자극한다(이영환 등, 1993).

Table 1에 나타낸 바와 같이 펌제에 따른 납의 함량은 시스테인계 제1제가 1.50 ppm, 제2제가 1.40 ppm으로 나타났고, 치

Table 1. Analysis of variance and variations of the heavy metal contents in human hairs according to permanent wave manipulation (unit : ppm)

		Pb		Cd		Ni		Zn		Cu	
		S	T	S	T	S	T	S	T	S	T
processing lotions	$\bar{X}$	1.50	2.30	0.03	0.05	0.05	0.05	15.45	13.05	0.86	0.65
	S.D	0.02	0.01	0.09	0.02	0.03	0.03	0.28	0.33	0.09	0.04
neutralizer	$\bar{X}$	1.40	1.50	0.03	0.02	0.09	0.16	9.05	8.00	0.65	0.85
	S.D	0.01	0.01	0.01	0.01	0.07	0.02	0.24	0.11	0.04	0.01
Contents in hairs pre-perm.	$\bar{X}$	2.11		0.25		2.62		256		8.45	
	S.D	0.34		0.05		0.15		9.00		0.31	
Contents in hairs after 1-perm.	$\bar{X}$	2.80	2.65	0.20	0.20	2.70	2.76	273	279	8.85	11.61
	S.D	0.21	0.53	0.03	0.08	0.13	0.11	11.00	8.00	0.17	0.28
	F-value	0.21		0.01		0.37		0.58		633.58***	
	Duncun	a	a	a	a	a	a	a	a	b	a
Contents in hairs after 2-perm.	$\bar{X}$	3.25	2.70	0.50	0.70	2.82	3.18	305	281	9.95	12.10
	S.D	0.98	0.57	0.08	0.05	0.76	0.29	8.00	9.50	4.98	0.14
	F-value	0.71		13.48*		4.40		10.58*		0.56	
	Duncun	a	a	b	a	a	a	a	b	a	a
Contents in hairs after 3-perm.	$\bar{X}$	2.80	4.35	1.05	2.00	3.02	3.31	305	291	9.90	14.00
	S.D	0.39	1.11	0.07	0.13	0.24	0.51	11.00	6.51	0.31	0.17
	F-value	5.21		124.20***		0.78		3.77		412.91***	
	Duncun	a	a	b	a	a	a	a	a	b	a
Total	F-value	0.67		92.27***		3.17		4.53*		14.44**	
	Duncun	a	a	b	a	a	a	a	b	a	b
F-value		2.09	5.77*	123.80***	298.50***	3.51	3.40	18.45***	9.41**	1.04	290.84***
Duncan Test	pre	b	b	c	c	b	b	b	b	a	d
	1	ba	b	c	c	b	ba	b	a	a	c
	2	a	b	b	b	ba	ba	a	a	a	b
	3	ba	a	a	a	a	a	a	a	a	a

Note; S : Cysteine Perm Agents T : Thioglycolic Acid Perm Agents
*p<0.05 **p<0.01 ***p<0.01
Value is perm Agents×25 and hairs50

오글리콜산계 제1제가 2.30 ppm, 제2제가 1.50 ppm으로 나타나 시스테인계가 치오글리콜산계 펌제보다, 그리고 제2제가 제1제보다 납의 함량이 적은 것으로 나타났다.

시술 전 모발에 납의 함량은 2.11 ppm으로 조윤승 등(1989)이 보고한 평균 7.57 ppm보다는 비교적 낮은 값을, 홍은주(1995)의 0.92 ppm보다는 높은 값을 보였다. 이는 두발에 함유된 납의 축적량은 식이나 환경에 따라 큰 변동이 생기며, 비록 정상인이라 할지라도 개인차가 클 뿐 만 아니라 정규분포를 따르지 않아 납과 카드뮴양은 나라와 지역 및 개인에 따라 차이가 있어 모발내의 납과 카드뮴의 함량이 외부 환경의 납 및 카드뮴 오염의 지표가 된다는 선행연구(손부순 등, 1997)와 일치하였다.

시술에 따른 납의 함량 변화율은 시스테인계 1회 펌 후에는 2.80 ppm으로 0.69 ppm 증가하여 32.70%의 변화를, 2회 후에는 3.25 ppm으로 1.14 ppm 증가하여 54.02%의 변화를, 3회 후에는 2.80 ppm으로 0.69 ppm 증가하여 32.70%의 변화를 나타내었으나, 횟수에 따른 유의한 차이는 인정되지 않았다.

치오글리콜산계 1회 펌 후에는 2.62 ppm으로 0.51 ppm 증가하여 24.17%의 변화를, 2회 후에는 2.70 ppm으로 0.59 ppm 증가하여 27.96%의 변화를, 3회 후에는 4.35 ppm으로 2.24 ppm 증가하여 106.16%의 변화로 횟수에 따른 유의한 차이가 $p<0.05$ 수준에서 인정되었다. Duncan 검정결과 3회 펌부터 유의차가 인정되어 납에 의한 피해를 입을 수 있는 것으로 나타났다.

김홍진(1985)은 정신분열병 척도에서 이상자군의 두발 중 평균 납 함량이 13.05 ppm으로 정상아 두발 중의 납 함량보다 유의하게 높게 나타났다고 보고하였고, Lockitich(1993)은 저농도의 납에 폭로되는 경우에 임산부에 있어서는 유산·사산이 많고, 영아도 1년 이내 사망하는 경우가 많으며 장애성 신경행동적인 발달과 어린이들에게 있어 성장을 감소시킨다고 보고하였다. 본 연구의 결과에서도 치오글리콜산계로 펌을 자주 할 경우에는 뇌와 중추신경계에 치명적인 손상은 아닐지라도 시술

횟수의 증가로 인한 두발의 납의 축적은 어느 정도의 유해효과를 나타낼 것으로 추정되므로 임산부와 어린이들에게 단순히 아름다움을 위한 펌 시술은 자제해야할 것으로 생각된다.

3.2. 카드뮴

카드뮴은 부드럽고 유연한 은백색의 금속으로 아연과 같이 산출되고, 공해물질 중에서도 최고로 독성이 강한 것으로 알려져 있다. 출생 시에는 인체에 거의 존재하지 않지만 환경오염의 폭로정도에 따라 점차적으로 체내에 축적되며, 정상인의 1일 흡수량은 2.8 μg 정도이다(Fassett, 1980). 또한 카드뮴은 금속결합 단백질류와 강하게 결합하여 해독되고 주로 신장과 간장 등에 축적되며 체표에서는 모발 등에 특이적으로 축적된다(Weiss *et al.*, 1972).

급성중독은 고농도의 경구적 흡수에 의한 것으로 구토를 동반하는 설사와 급성위장염이 일어나며 두통, 금속중독증, 금속성 맛, 근육통, 복통, 체중감소, 착색 요가 나타나고, 간 및 신장 기능장애가 온다. 이외에도 저농도의 만성적 중독은 신장장해, 만성폐쇄성 호흡기질환 및 폐기종을 일으키며, 심혈관계와 골격계 장해로서 이타이이타이병에 간접적으로 작용한다. 어린이 발육에 있어서는 지능지수와 학업성적을 낮게 하므로 이에 대한 많은 주의가 요구된다.

Table 1에 나타난 카드뮴의 함량은 시스테인계 제1제가 0.03 ppm, 제2제가 0.03 ppm으로 나타났고, 치오글리콜산계 제1제가 0.05 ppm, 제2제가 0.02 ppm으로 나타나 시스테인계가 치오글리콜산계 펌제보다, 그리고 제2제가 제1제보다 카드뮴의 함량이 적은 것으로 나타났다.

시술 전 모발의 카드뮴 함량은 0.25 ppm으로 홍은주(1995)의 0.38 ppm 보다는 낮은 함량을 보였으나, 김형석(1996)의 보고에서 카드뮴의 정상 함량치는 0.1~1.0 ppm이라 보고하였으므로 본 실험에서의 모발에 카드뮴 함량은 정상치라고 할 수 있다.

카드뮴의 함량 변화율은 시스테인계 1회 펌 후에는 0.20 ppm으로 0.05 ppm 감소하여 20.00%의 변화를, 2회 후에는 0.50 ppm으로 0.25 ppm 증가하여 100.00%의 변화를, 3회 후에는 1.05 ppm으로 0.80 ppm 증가하여 320.00%의 변화로 횟수에 따른 유의한 차이가 $p<0.001$ 수준에서 인정되었다. Duncan 검정결과 2회 이상부터 그 유의차가 인정되었다.

치오글리콜산계 1회 펌 후에는 0.20 ppm으로 0.05 ppm 감소하여 20.00%의 변화를, 2회 후에는 0.70 ppm으로 0.45 ppm 증가하여 180.00%의 변화를, 3회 후에는 2.00 ppm으로 1.75 ppm 증가하여 700.00%의 변화로 횟수에 따른 유의한 차이가 $p<0.001$ 수준에서 인정되었다. Duncan 검정결과도 시스테인계 펌제와 마찬가지로 1회 시술로는 차이가 없고 2회, 3회 시술 횟수가 더해갈수록 그 유의차가 인정되었다.

펌제에 따른 유의한 차이는 1회에서는 차이가 없었으나, 2회에서는 $p<0.05$ 수준에서, 3회에서는 $p<0.001$ 수준에서 유의한 차이가 인정되어 카드뮴에 의한 폭로영향이 클 것이므로, 펌제에서 카드뮴에 대한 허용농도 수치의 재설정에 대한 규정이 필요함을 알 수 있었다.

정혜영(1995)의 연구에 따르면 철분 결핍시와 보강 후에는 납과 카드뮴의 함량치가 유의적인 차이가 있는 것으로 보고하였는바, 본 연구의 결과에서 카드뮴의 경우 시스테인계와 치오글리콜산계 모두 횟수에 따른 유의한 차이가 크게 인정되었으므로 철분의 결핍이 심하게 나타나는 임산부나 성장기에 있는 아동에게는 납과 카드뮴 폭로에 의한 피해가 훨씬 더 크게 나타날 것으로 추정된다.

또한 권영택(1990)은 중금속 오염인자인 자동차 매연, 페인트, 머리염색과 펌, 세발 등에 의하여 모발내의 중금속 함량이 다르고, 여자가 남자에 비하여 모발내의 중금속 함량이 높은 것은 장발에 의한 축적과 여러 미용 시술로 인해 모발 내의 중금속 함량이 높다고 하였다. 본 연구에서도 펌 시술에 따른 납과 카드뮴 함량의 유의차가 인정되었으며, 시술 횟수에 따른 유의차도 인정되어 선행연구와도 일치하였으므로 펌 시술에 따른 중금속의 만성적인 저농도의 폭로 피해를 줄이기 위해서는 잦은 펌 시술의 자제와 함께 납과 카드뮴의 체내 축적 농도를 줄일 수 있도록 철분의 함유가 많은 음식물의 섭취를 권장하고자 한다.

김홍진(1985)은 납과 카드뮴은 두뇌의 물질대사 기능에 유해효과를 발휘하여 인성특질 중 특히 정신 분열병 척도에 많은 영향을 미친다고 하였고, Capel *et al.*,(1982)은 정상아와 난독증 아동 사이에 두발 중 납과 카드뮴 함량을 조사한 결과 난독증 아동군이 높다 하였다. Millar *et al.*,(1970)은 납과 카드뮴이 두뇌 및 중추 신경계에 미치는 유해효과에 대한 보고에서 납은 소뇌에서 유해효과를 나타내며 매우 낮은 농도에서도 뇌 효소 활동의 지표가 되는 δ-ALAD 효소의 활동을 억제하고 이것은 카드뮴과 흡연에 의해서도 저해되며 뇌 세포내 미토콘드리아의 호흡작용 또한 억제한다고 하였다. 본 연구 결과의 납과 카드뮴에서 시술 횟수에 따른 유의차가 인정되었으므로, 호르몬과 감정의 변화가 많은 사춘기 · 학령기 학생들에 대한 잦은 염색과 펌의 유해효과에 대해서도 다시 한번 더 심각하게 생각해 볼 문제이며 이에 대한 지도교육이 필요하다고 생각된다.

3.3. 니켈

니켈은 화산 등 특수한 경우를 제외하면 그 대부분이 인위적 활동에 의해 발생되는 것으로 주로 취식, 흡입, 피부접촉을 통해 체내로 들어온다. 정상인에서의 니켈 총함량은 6~10 mg으로 장기에서는 폐, 늑골, 피부, 소장에 많으나 특별히 대량 축적하는 장기는 없으며, 모발 중의 니켈은 남녀의 차가 없이 평균 0.22 μg/g이라는 보고가 있다.

사람에 대한 니켈의 영향은 40년 전부터 악성종양의 주범으로 알려져 있고 폐나 비강의 발암작용, 호흡기장해와 전신중독, 만성중독, 비중격천공, 비접촉성 피부염 등을 유발하며, 특히 Nickel carbonyl은 상온에서 증발하기 쉬운 가장 독성이 강한 액체 화합물로서 생체에 흡인되면 두통, 흉통, 호흡곤란, 현기증, 혈담과 중추신경장해를 유발할 뿐 만 아니라 급성중독 및

폐암 발생으로 인하여 발암물질로서 독성이 충분히 인식되고 있다.

또한 여성에게 있어서는 접촉성 · 감작성 피부염의 첫 번째 원인물질이기도 하여 귀걸이, 팔지, 목걸이 등에 의해서 구진이나 농포를 형성하거나, 대부분의 세제와 청결제품에 의해 주부습진 등 넓게 퍼지는 피부염을 초래하는 원인으로 보고되고 있다(이영환 등, 1993).

Table 1의 니켈 함량은 시스테인계 제1제가 0.05 ppm, 제2제가 0.09 ppm으로 나타났고, 치오글리콜산계 제1제가 0.05 ppm, 제2제가 0.16 ppm으로 나타나 시스테인계와 치오글리콜산계 펌제가 동일한 함량을 나타내었고 제1제가 제2제보다 니켈의 함량이 적은 것으로 나타났다.

시술 전 모발의 니켈 함량은 2.62 ppm으로 권혁희(1988)의 2.00 ppm보다는 높은 값을, 이영환 등(1993)의 3.96 ppm보다는 낮은 값을 나타내었으나, 김형석(1996)의 보고에 따르면 니켈의 정상 함량치는 0.3~2.5 ppm이라 보고하여 본 실험에서의 모발에 니켈 함량은 정상치라고 할 수 있다.

니켈 함량 변화율에서는 시스테인계 1회 펌 후에는 2.70 ppm으로 0.08 ppm 증가하여 3.05%의 변화를, 2회 후에는 2.82 ppm으로 0.2 ppm 증가하여 7.63%의 변화를, 3회 후에는 3.02 ppm으로 0.40 ppm 증가하여 15.27%의 변화를 나타내었으나 횟수에 따른 유의한 차이는 인정되지 않았다.

치오글리콜산계 1회 펌 후에는 2.76 ppm으로 0.14 ppm 증가하여 5.34%의 변화를, 2회 후에는 3.18 ppm으로 0.56 ppm 증가하여 21.37%의 변화를, 3회 후에는 3.31 ppm으로 0.69 ppm 증가하여 26.34%의 변화를 나타내었으나 횟수에 따른 유의한 차이와 펌제에 따른 유의한 차이가 인정되지 않았다.

김보경 등(2000)은 미용실 실내의 오전과 오후의 납과 니켈에 대한 함량이 $p<0.05$ 수준에서 유의한 차이가 인정되었다고 보고하였고, 나영순(1999)은 미용관련 종사자별 신체별 자각증상의 호소도가 눈과 귀, 호흡기계, 피부(특히 손), 소화기계 계통에서 높게 나타났는데, 이는 업무의 특성상 화학물질의 사용과 밀폐된 공간에서의 장시간 작업 등 열악한 근무환경과 작업조건에 기인한 것이라 하였다. 따라서 미용실은 다양한 연령층과 사람들이 모이는 공간임과 동시에 수많은 펌과 염색 등의 미용시술이 이루어지는 공간임을 감안할 때 납과 니켈 그리고 카드뮴에 의한 폐, 피부, 위장에 대한 유해영향을 조금이나마 감소시킬 수 있도록 미용실 실내의 환기 및 미용시술 시 미용관련 종사자의 손을 보호할 수 있는 장갑을 착용하는 것과 고객의 두피나 피부에 미용시술 용제의 과다사용이나 직접적인 접촉이 일어나지 않도록 유의할 필요가 있다고 할 수 있다.

3.4. 아연

아연은 지각 중에 흔히 존재하고 있으며 체중의 약 3.33% 정도의 양이 체내의 어디에서나 존재하는 필수 원소이다. 아연의 장관 흡수는 십이지장에서 주로 일어나지만 위, 소장, 대장에서도 흡수된다. 아연 배설의 주 경로는 대변이며, 정상인은 요를 통하여 1일 500 μg의 아연을 배설한다(이영환 등, 1993).

체내 필수금속으로 시상하부 하수체계, 췌장 기타 내분비선에서 호르몬 합성 · 분비에 영향을 주는 것으로 체내 결핍시에는 성장지연 · 정지 및 발육부진, 감각기능(미각, 후각, 시각)과 성기능, 창상치유의 저하, 신경 · 정신의 이상증상(기면, 우울증, 분열증, 학습능력저하), 태아의 조산, 유산, 사산, 기형 등을 볼 수 있기 때문에 미국과 WHO에서도 1일 아연 섭취량을 권고하고 있다. 그러나 다른 원소들보다 낮은 독성을 가지고 있다하여도 과량 섭취시에는 독성을 나타내어, 급성중독의 경우 전신권태, 건반사 지연, 혈성 장염, 백혈구수 감소, 중추신경계 억제, 사지마비, 우울현상 등이 나타난다는 보고가 있다.

아연의 만성중독에 관해서는 일정한 견해가 없으나 소화기 증상, 체중 감소, 기면, 전신권태, 용혈성빈혈 등을 볼 수 있고(이영환 등, 1993), 저농도의 아연 폭로와 어린이의 학습장애에 대해서 Pihl *et al.*,(1977)은 아연 폭로의 정도를 모르는 학습지진아군에서 정상아군보다 두발 중 아연의 농도가 더 높게 나타났다고 하였으며, Lin-Fu(1973)는 기능항진과 같은 행동장애와 주의력 감소 등이 저농도의 아연에 장기간 폭로된 어린이에게서 많았다고 보고하고 있다.

Table 1의 아연의 함량은 시스테인계 제1제가 15.45 ppm, 제2제가 9.05 ppm으로 나타났고, 치오글리콜산계 제1제가 13.05 ppm, 제2제가 8.00 ppm으로 치오글리콜산계가 시스테인계 펌제보다, 제2제가 제1제보다 아연의 함량이 적은 것으로 나타났다.

시술 전 모발의 아연 함량은 256 ppm으로 권혁희(1988)의 187 ppm 보다는 높은 함량을 보였으나, 김형석(1996)의 보고에서 아연의 정상 함량치는 160~250 ppm이라 하여 본 연구 결과에서의 카드뮴 함량은 정상치라고 할 수 있었다.

아연 함량의 변화율은 시스테인계 1회 펌 후에는 273 ppm으로 17 ppm 증가하여 6.64%의 변화를, 2회와 3회 후에는 305 ppm으로 49 ppm 증가로 19.14%의 변화를 나타내어 횟수에 따른 유의한 차이가 $p<0.001$ 수준에서 인정되었으며, Duncan 검정결과 2회부터 차이가 인정되었다.

치오글리콜산계 1회 펌 후에는 279 ppm으로 23 ppm 증가하여 8.98%의 변화를, 2회 후에는 281 ppm으로 25 ppm 증가하여 9.77%의 변화를, 3회 후에는 291 ppm으로 35 ppm 증가하여 13.67%의 변화로 횟수에 따른 유의한 차이가 $p<0.01$ 수준에서 인정되었다. Duncan 검정결과 1회에만 차이가 인정되었을 뿐 그 이후로는 차이가 없는 것으로 나타났다.

펌제에 따른 유의한 차이는 2회에서만 $p<0.05$ 수준에서 차이가 인정되었고, 다른 중금속에서의 경우와는 달리 시스테인계 펌제에서 유의하게 나타났다.

3.5. 구리

구리는 인류생활 중에서 가장 오래 사용되어 온 인체내 필수금속 중의 하나로서 생체내에 함유되어 있는 철의 대사와 관련하여 철의 흡수나 골수의 세포형성에 관여하는 것으로 알려

져 있으나 그 생리적 작용에 대해서는 완전히 규명되지 않았다. 성인의 경우 각 조직내에 존재하며(Lockitich, 1993), 과다 섭취시에는 구토, 위통, 설사를 유발할 수 있고 알러지성 접촉피부염, 비출열, 금속맛, 호흡기자극, 금속열, 간장해, 용혈 등의 장애가 있는 것으로 알려져 있다(이영환 등, 1993).

Table 1의 구리의 함량은 시스테인계 제1제가 0.86 ppm, 제2제가 0.65 ppm으로 나타났고, 치오글리콜산계 제1제가 0.65 ppm, 제2제가 0.85 ppm으로 나타나 치오글리콜산계가 시스테인계 펌제보다 구리의 함량이 적은 것으로 나타났으며, 시스테인계에서는 제2제가, 치오글리콜산계에서는 제1제가 구리의 함량이 적은 것으로 나타났다. 시술 전 모발의 구리 함량은 8.45 ppm으로 권혁희(1988)의 13.5 ppm 보다는 낮은 함량을 보였다.

구리 함량 변화율에서 시스테인계 1회 펌 후에는 8.85 ppm으로 0.40 ppm 증가하여 4.73%의 변화를, 2회 후에는 9.95 ppm으로 1.50 ppm 증가하여 17.75%의 변화를, 3회 후에는 9.90 ppm으로 1.45 ppm 증가하여 17.16%의 변화를 나타내었으나 횟수에 따른 유의한 차이가 인정되지 않았다.

치오글리콜산계 1회 펌 후에는 11.61 ppm으로 3.16 ppm 증가하여 37.40%의 변화를, 2회 후에는 12.10 ppm으로 3.65 ppm 증가하여 43.20%의 변화를, 3회 후에는 14.00 ppm으로 5.55 ppm 증가하여 65.68%의 변화로 횟수에 따른 유의한 차이가 $p<0.001$ 수준에서 인정되었으며, Duncan 검정결과 단 1회만으로도 유의한 차이가 인정되었을 뿐만 아니라 그 이후로도 횟수가 가해질수록 유의한 차이가 인정되어 치오글리콜산계 펌제에 의한 유해효과가 입증되었다. 펌제에 따른 유의한 차이는 2회를 제외한 1회와 3회에서 $p<0.001$ 수준으로 차이가 인정되었다.

권혁희(1988)의 연구보고에 따르면 고혈압증을 나타내는 환자군에서는 두발 중 구리와 아연의 함량이 높게 나타나 구리, 구리/아연과 혈압치와는 유의적인 부의 상관관계를 보였는데, 이로 미루어볼 때 비록 본 연구결과에서의 함량이 정상범위에 속할지라도 반복되는 시술에 의한 아연과 구리의 함량이 유의적인 차이로 증가한다는 것은 인체에 중금속에 의한 유해한 영향을 끼칠 수 있음을 시사하였다.

이상에서 미용시술 용제의 동물실험과 실험실에서 조사한 바에 의하면 치오글리콜산계 펌제에 함유된 화합물과 영구적?반영구적(코팅제) 염모제에 함유된 aromatic, nitroso 및 amino 화합물이 돌연변이 또는 발암성이 있다(Kinlen *et al.*, 1985)라고 하여 지난 20년 동안 이의 제거와 개선을 위한 많은 연구가 있었으나 아직까지도 발견되고 있다. 뿐 만 아니라, 미용시술 용제 중에는 납, 카드뮴, 니켈, 아연, 구리, 크롬, 마그네슘, 코발트 등의 중금속들이 미량 검출되고 있어(Robert *et al.*, 1995) 이와 같은 중금속이 함유된 미용시술 용제를 계속해서 사용할 경우 중금속의 농도에 따라 흡수정도는 다르나 인체로 흡수될 경우 수포, 습진, 다형홍반, 육아종, 구진, 소양증 등을 동반한 알러지나 접촉성 피부염 뿐 만 아니라(Fowler, 1989) 여러 암을 초래할 수도 있으므로 이를 사용하는 일반인들의 관심의 대상이 될 수밖에 없다.

본 연구의 결과에서도 시판 펌제에서 인체에 유해한 중금속들이 검출되었으며, 펌 시술 전·후의 모발 중금속 함량도 유의한 차이가 인정될 만큼 흡수되는 것으로 나타났다. 만일 이들 중금속들이 미용시술 용제의 과다사용이나 잘못된 시술로 인해 모발에만 흡수되는 것으로 끝내지 않고 두피와 호흡기를 통해 체내에 흡수될 경우 여러 가지 병환을 동반한 알러지나 접촉성 피부염, 기타 질병 등을 초래할 뿐 만 아니라 암을 유발할 수도 있는 요인이 될 것으로 보인다.

따라서 중금속 환경에 노출된 체로 여러 미용시술 용제를 사용하는 현대인들의 건강관리 관점에서 볼 때, 이러한 펌제의 중금속 함량에 대한 허용농도 재설정 및 펌제의 적정 사용량에 대한 규제설정 등의 대책 마련이 시급한 것으로 생각되며 이후로도 계속하여 이와 관련된 분야에서의 많은 연구가 수행되어야 할 것으로 생각된다.

4. 결 론

본 연구는 만 19세 여성의 모발을 대상으로 현재 시판중인 펌제 중의 중금속 함량과 시술 전·후 및 횟수에 따른 중금속 함량을 정량하여 시술에 따른 중금속 폭로 정도에 대한 과학적인 분석으로 이를 이용하는 사람들의 모발 중금속 노출에 대한 예방과 개선 및 새로운 기준의 제안을 위한 기초자료를 제시하고자 하였으며 이에 얻은 결론은 다음과 같다.

1. 모발 중 중금속의 함량은 2.11 ppm(Pb), 0.25 ppm(Cd), 2.62 ppm(Ni), 256 ppm(Zn), 8.45 ppm(Cu)이다. 펌의 환원제가 시스테인계인 경우 중금속 함량은 1.50 ppm(Pb), 0.03 ppm(Cd), 0.05 ppm(Ni), 15.45 ppm(Zn), 0.86 ppm(Cu)이였고, 치오글리콜산계의 경우에는 2.30 ppm(Pb), 0.05 ppm(Cd), 0.05 ppm(Ni), 13.05 ppm(Zn), 0.65 ppm(Cu)이였다. 산화제가 시스테인계의 경우에는 1.40 ppm(Pb), 0.03 ppm(Cd), 0.09 ppm(Ni), 9.05 ppm(Zn), 0.65 ppm(Cu)이였고, 치오글리콜산계 경우에는 1.50 ppm(Pb), 0.02 ppm(Cd), 0.16 ppm(Ni), 8.00 ppm(Zn), 0.85 ppm(Cu)이였다.

2. 납의 평균 함량은 시스테인계의 경우 시술에 따른 변화를 보였으나 유의한 차이는 인정되지 않았고, 치오글리콜산계의 경우에는 3회에서부터 횟수에 따른 유의한 차이($p<0.05$)가 인정되었으며, 펌제에 따른 유의한 차이는 인정되지 않았다.

3. 카드뮴의 평균 함량은 시스테인계와 치오글리콜산계 모두 2회에서부터 횟수에 따른 유의한 차이($p<0.001$)가 인정되었고, 펌제에 따라서도 2회부터 유의한 차이($p<0.05$, $p<0.001$)가 인정되었다.

4. 니켈의 평균 함량은 시스테인계와 치오글리콜산계 모두 시술에 따른 변화를 나타내었으나 횟수와 펌제에 따른 유의한 차이가 인정되지 않았다.

5. 아연의 평균 함량은 시스테인계는 2회부터 횟수에 따른

유의한 차이($p<0.001$)가 인정되었고, 치오글리콜산계는 1회에서만 횟수에 따른 유의한 차이($p<0.01$)가 인정되었으며, 펌제에 따른 유의한 차이($p<0.05$)도 인정되었다.

6. 구리의 평균 함량은 시스테인계에서는 횟수에 따른 변화를 나타내었으나 유의한 차이는 인정되지 않았고, 치오글리콜산계는 1회부터 횟수에 따른 유의한 차이($p<0.001$)가 인정되었으며, 펌제에 따른 유의한 차이($p<0.001$)도 인정되었다.

참고문헌

권영택 (1990) 한국, 소련, 일본, 미국인의 모발중 중금속 함량에 관한 비교연구. *경남대학교 부설 환경연구소 연구보고*, **12**, 65-77.

권혁희 (1988) 두발 중 미량원소와 만성병환과의 상호관계에 관한 연구. 성신여자대학교 대학원 박사학위논문.

김보경 · 조미영 · 문덕환 (2000) 부산지역 미용실의 중금속 오염도에 관한 연구. *한국미용학회지*, **6**(2), 335-343.

김수정 · 이원수 · 최웅호 · 안성구 (1996) 모발염색으로 인한 각피의 손상과 재생-시간경과에 따른 형태학적 변화. *대한피부과학지*, **34**(2), 257-263.

김형석 (1996) 모발분석에 의한 독성금속 및 미네랄 평형에 관한 고찰. 경희대학교 지구환경연구소 논문집, **7**, 186-198.

김홍진 (1985) 두발중 납, 카드뮴, 아연 함량과 MMPI와의 관련성. 경북대학교 대학원 박사학위논문.

나영순 (1999) THI에 의한 미용사의 자각증상에 관한 연구. 원광대학교 산업대학원 석사학위논문.

손부순 · 홍은주 · 김윤신 (1997) 모발중 미량 금속 함량에 관한 조사 연구. *한국산업위생학회지*, **7**(2), 233-244.

이영환 · 정문호 공역 (1993) "금속과 사람". 신광출판사, 서울, pp.47-56, 69-91, 119-187, 270-288, 317-346.

장남순 (2002) 퍼머넌트 웨이브제의 중금속 함량에 관한 연구. 대구가톨릭대학교 디자인대학원 석사학위논문.

정혜영 (1995) 철분의 구강투여가 철분부족 아동의 혈중 철분지표와 적혈구, 머리카락, 소변의 납과 카드뮴의 수준변화에 미치는 영향. 가톨릭대학교 대학원 석사학위논문.

조윤승 · 한상욱 · 조태웅 (1989) 인체내 미량금속 함량에 관한 조사 연구. *국립환경연구소보고서*, **11**, 153-170.

최영진 (1998) 시판중인 모발 염색약 중의 중금속 농도에 관한 연구. 인제대학교 대학원 석사학위논문.

홍은주 (1995) 성인의 모발 중 미량금속 함량에 관한 조사 연구. 한양대학교 대학원 석사학위논문.

황지영 (2000) 여성의 모발건강실천과 건강증진행위 연구. 중앙대학교 사회개발대학원 석사학위논문.

新榮養編集部 (1981) "毛髮分析入門". サンロード出版社, 東京, pp.2-5, 16-18, 20-21.

Capel I.D., Dorrell M.H., Williams D.C. and Grant E.C. (1981) Comparison of Concentrations of some trace, bulk, and toxic metals in the hair of nomal and dyslexic children. *Clin. Chem.* **27**(6), 879-881.

Fassett D.W. (1980) "Metal in The Environment". Academic Press, New York.

Fowler J.F. (1989) Allergic contact dermatitis from nikel in eyeshadow. *Contact Dermatitis*, **20**, 380-381.

Kinlen L., Wald N.J. and Doll R. (1985) "Hair dyes-Epidemiologic Evidence; Interpretation of Negative Epidemiological Evidence for Carcinogenicity". International Agency for Research on Cancer.

Lin-Fu J.S. (1973) Vulnerability of children to lead exposure and toxicity. *The New England J. of Med.*, **289**, 1289-1293.

Lockitich G. (1993) Perspectives on lead toxicity. *Clin-Biochem*, **26**(5), 371-381.

Millar J.A., Battistini V., Cumming R.L. and Caswell F. (1970) Lead and delta aminolevulinic acid dehydratase level in mentally retarded children and in lead-poisoned suckling rats. *Lancet*, **2**, 695-698.

Pihl R.O. and Pares M. (1977) Hair element content in learning disabled children. *Science*, **198**, 204-206.

Robert L. and Joseph F. (1995) "Fisher's Contact Dermatitis". Williams & Wilkins, p.808.

Weiss D., Whitten B. and Leddy D. (1972) Lead content of hair. *Science*, **178**, 69-70.

(2002년 5월 12일 접수)