creative commons
COMMONS DEED

저작자표시 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.
- 이차적 저작물을 작성할 수 있습니다.
- 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 이용허락규약(Legal Code)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

Disclaimer

dCollection

치의학 석사학위 논문

치아 미백이 심미 수복재의 표면 자유 에너지에 주는 영향

The effect of bleaching on the surface free energy of the esthetic restorative materials

2013년 2월

서울대학교 치의학대학원
치의학과

박 영 순

치아 미백이 심미 수복재의 표면 자유 에너지에 주는 영향

The effect of bleaching on the surface free energy of the esthetic restorative materials

지도교수 이 진

이 논문을 치의학석사학위논문으로 제출함

2012년 10월

서울대학교 치의학대학원

치의학과

박 영 순

박영순의 석사학위논문을 인준함

2012년 11월

위 원 장 임 범 순 (인)

부 위 원 장 이 진 (인)

위 원 양 형 철 (인)

국문초록

치아 미백이 심미 수복재의 표면 자유 에너지에 주는 영향

서울대학교 치의학대학원 치의학과
(지도교수 이 진)

박 영 순

심미성에 대한 현대인의 관심과 더불어 심미치료가 강조되고 있다. 치과치료에 있어서 자연치아와 색조 및 물성이 비슷한 심미수복재의 사용과 치아 자체를 직접적으로 하얗게 만드는 미백치료의 관심과 수요도 늘어나고 있다. 현재 주로 사용되는 미백제는 다양한 분해 반응 과정을 통해서 형성된 산소 자유라디칼이 치아 및 수복재료에 작용하게 된다. 치아의 법랑질은 반투명한데 색상을 띄는 유체나 이온이 반투과성인 법랑질을 통과하여 침착하여 변색이 일어난다. 산소 자유 라디칼은 침착된 변색 요인들을 저분자 물질로 분해하여 미백효과를 나타낸다. 기존 연구에 의하면 수복재의 특성이 수복물 표면의 세균 부착에 영향을 줄 수 있고, 특히 표면 거칠기는 치태 침착, 색소 침착, 2차 우식 등과 매우 밀접한 연관이 있다고 한다. 수복물 표면 부착에 대해 영향을 주는 또 다른 변수는 표면 자유 에너지인데 이에 대한 연구는 미약한 실정이다. 따라

서 이번 연구에서는 치아 미백 처리가 다양한 종류의 심미수복재의 표면 자유 에너지의 변화에 어떤 영향을 주는지 알아보려 한다. 표면 자유 에너지는 수복물 구성원의 원자간 결합 특성에 의해 형성되는 것으로 자체 구성 성분에 의해서 결정되며 높은 표면 자유 에너지는 다른 물질의 표면 부착이나 침착의 용이성을 나타내는 지표이다. 이는 다양한 액체에 대한 접촉각을 측정함으로서 간접적으로 알 수 있다.

시중의 심미 수복재를 콤포지트 레진을 microhybrid : Filtek Z250(N=10), microfilled : Metafil CX(N=10), nanofilled : GrandiO(N=10)로 나누어 35% hydrogen peroxide를 함유한 전문가용 미백제(SHINY, Multi Function Polishing Gel)를 사용하여 일반적인 전문가 미백시술에 준하여 하루 1시간 씩, 일주일 간격으로 4회, 총 3주 동안 미백처리를 한다. 접촉각 측정기(Phoenix 300x, SEO, Korea)를 통해서 미백처리 전, 미백처리 후 : 1회(즉시), 2회(7일), 3회(14일), 4회(21일) 심미수복재의 표면 자유 에너지를 측정한다. 통계처리는 Tukey multiple comparison test를 이용하였다.($p=0.05$)

1. 모든 시편에서 미백 처리를 한 후 미백 처리 전에 비해 표면 자유 에너지가 증가 하였다. ($P<0.05$)
2. 모든 시편에서 2회 미백 처리 시 까지는 표면 자유 에너지를 증가시키지만 이후 약간 감소시키거나 변화하지 않는다. ($P<0.05$)
3. nanofilled를 사용한 레진(GrandiO)이 다른 종류의 레진에 비해 표면 자유에너지가 높은 경향을 보인다.($P<0.05$)
4. 미백처리 전, 후 표면자유 에너지의 증가는 nanofilled를 사용한 레진(GrandiO)이 다른 종류의 레진에 비해 크다.

주요어 : 미백, 심미 수복재, 레진, 표면 자유 에너지
학 번 : 2009-22684

목 차

Ⅰ. 서론 ——— 1

Ⅱ. 연구 재료 및 방법 ——— 3

Ⅲ. 연구 결과 ——— 5

Ⅳ. 고찰 ——— 9

Ⅴ. 결론 ——— 15

Ⅵ. 참고 문헌 ——— 17

Ⅰ. 서론

심미성에 대한 현대인의 관심과 더불어 치과 분야에 있어서도 심미치료가 강조되고 있다. 따라서 치과치료에 있어서 자연치아와 색조 및 물성이 비슷한 심미수복재의 사용이 증가하고 있으며, 치아 자체를 하얗게 만들어 심미성을 증진시키는 심미치료의 관심과 수요도 늘어나고 있다.

현재 주로 사용되는 미백제는 hydrogen peroxide, carbamide peroxide, sodium perborate를 주요 성분으로 하고 있고 다양한 분해 반응 과정을 통해서 형성된 산소 자유라디칼이 치아 및 수복재료에 작용하는 것을 실제 치료에 이용한다. [1] 치아의 법랑질은 반투명한데 색상을 띄는 유체나 이온이 반투과성인 법랑질을 통과하여 침착하기 때문에 변색이 일어난다. 위의 미백제에 의해 형성된 산소 자유 라디칼은 고분자로 존재하는 침착된 변색 요인들을 저분자 물질로 분해하여 미백효과를 나타내는 것이다. [2]

미백 치료에 의한 자연 치아나 기타 연조직에 미치는 영향으로는 치아지각 과민증, 치은·점막의 염증, [3] 무정형 법랑질의 소실로 나타나는 법랑질의 표면 변화 등이 있다. [4] 그러나 미백 치료 시 사용되는 고농도의 hydrogen peroxide의 전신적인 영향은 미미한 것으로 나타났다. [5]

심미 수복재의 사용과 미백 치료의 증가는 미백 치료가 자연치아 뿐만 아니라 심미 수복재에 미치는 영향에 대한 연구도 많이 진행되도록 하였다. 표면 미세 강도의 영향, 표면 거칠기 변화의 영향, 이에 따른 변색의 영향 등 미백치료에 의한 재료 물성의 변화가 연구 되었으며 이에 대한 결과도 다양하게 나타나고 있다. 표면 미세 강도의 영향은 미백 처리에 의해 심미수복재의 기계적 강도가 약화되어 쉽게 떨어져 나가거나 파절될 것을 우려하여 이에 대한 결과를 예측해 보기 위한 연구이고, 표면 거칠기 변화 연구는 일반적으로 표면이 거친 치아나 수복물의 경우 기타 색소 침착이나 치태 침착에 취약하다는 점을 근거로 하여 미백치료가 어떠한 영향을 미치는 가에 대한 의문에서 시작된 것이다.

기존 연구에 의하면 수복재의 특성이 수복물 표면의 세균 부착에 영향

을 줄 수 있고, 특히 표면 거칠기는 치태 침착, 색소 침착, 2차 우식 등과 매우 밀접한 연관이 있다고 한다.[6] 수복물 표면 부착에 대해 영향을 주는 또 다른 변수는 표면 자유 에너지인데 미백 처리에 의한 수복물의 표면 자유 에너지 변화에 대한 연구는 미약한 실정이다. 따라서 이번 연구에서는 치아 미백 처리가 다양한 종류의 심미수복재의 표면 자유 에너지의 변화에 대해서 알아보려 한다. 표면 자유 에너지는 수복물 구성원의 원자간 결합에 의해 형성되는 것으로 자체 구성 성분에 의해서 결정되며 높은 표면 자유 에너지는 다른 물질의 표면 부착이나 침착의 용이성을 나타내는 지표이다.[7] 이는 다양한 액체에 대한 접촉각을 측정함으로서 간접적으로 알 수 있다.[8]

본 연구의 목적은 치아 미백 처리가 다양한 종류의 심미수복재의 표면 자유에너지의 변화에 어떠한 영향을 미치는지 알아보는데 있다. 시중의 심미 수복재를 콤포지트 레진의 구성 유형별로 (microhybrid : Filtek Z250, microfilled : Metafil CX, nanofilled : GrandiO) 나누어 35% hydrogen peroxide 를 함유한 전문가용 미백제(SHINY, Multi Function Polishing Gel)을 사용하여 미백처리를 하였다. 일반적인 전문가 미백시술법에 준하여 하루 1시간 씩, 일주일 간격으로 3회, 총 2주 동안 실험을 진행 한 뒤, 추가적인 심미수복재의 표면 자유에너지 변화양상을 확인해 보기 위해 1주일 후 1회 더 시행 하였다. 심미수복재의 표면 자유 에너지는 접촉각 측정기(Phoenix 300x, SEO, Korea)를 통해서 측정하였으며 이를 통해서 심미 수복재의 표면 부착 특성의 변화를 알아보았다.

Ⅱ. 연구 재료 및 방법

1) 시편 제작

심미 수복재를 microfilled(Metafil CX), microhybrid(Filtek Z250), nanofilled(GrandiO)으로 나누어 각각 하나씩 총 3종의 레진을 선정 해당 재료별로 10개, 총 30개의 시편을 제작하였다. 테프론 판 몰드를 이용하여 직경 10mm, 두께 1.2mm로 제작하는데 아래와 위를 유리판으로 눌러 여분의 레진을 제거하고 윗면에는 플라스틱 필름을 덮고 할로겐 광중합기(Elipar 2500, 3M ESPE, USA)를 이용하여 40초 동안 광중합하였다. 일정한 두께를 지니는 유리를 덮고 광중합 시 중합 효율이 감소되므로 두께가 거의 없는 플라스틱 필름을 사용하였다.

Table 1. Esthetic restoratives materials used in this study.

Material	Filler type	Composition
Metafil CX Sun medical	Microfilled	UDMA, TMTP, micro silica(1~100μm, 54 vol%)
Filtek Z250 3M ESPE	Microhybrid	Bis-GMA, Bis-EMA, UDMA, TEGDMA, zirconia/silica(0.01~3.5μm, 60 vol%)
GrandiO Voco	Nanofilled	Bis-GMA, TEGDMA, Glass ceramic(micro filler, 1μm), silica(nanofiller, 20~60nm, 71.4 vol%)

2) 표면 처리

표면 거칠기 표준화를 위해서 각 시편을 SiC 연마지 2000번(대성연마,

Korea)을 이용하여 표면 처리를 하였다. 표면 처리 후 각 시편은 에탄올과 증류수로 수세하여 마모된 잔여물을 제거 하였다.

3) 미백 처리

표면 처리를 통해서 표면 거칠기를 표준화 시킨 각 시편들을 미백 처리를 하기 전에 재료별 모든 시편의 표면 자유 에너지를 측정하였다. 이번 실험에 사용된 미백제는 35% hydrogen peroxide 를 함유한 전문가용 미백제(SHINY, Multi Function Polishing Gel)이고 in office bleaching 사용법에 준하여 1주일에 한번 1시간씩 2주 동안 미백 처리를 하고, 추가적인 표면 변화 양상의 변화를 실험적으로 확인해 보기위해 1주일 후 1회를 더 시행, 전체 3주 동안 총 4회 진행 하였다. 미백 처리 하지 않는 나머지 시간 동안은 증류수에 담가 보관하였다.

4) 표면 자유 에너지의 측정

미백처리 전, 미백처리 후 : 1회(immediate), 2회(7일), 3회(14일), 4회(21일)의 시편을 접촉각 측정기(Phoenix 300x, SEO, Korea)를 이용하여 표면 자유 에너지를 측정하였다. 해당 시편을 각각 distilled water, formamide, 1-bromo-naphthalene 액체를 micro syringe를 이용하여 시편에 점적한 후 영상을 얻고, Image XP ver 5.6 (SEO, Korea)을 이용하여 영상에서 접촉각을 측정하였다. 각 시약 점적에 의한 접촉각 측정 시에는 시편을 알코올과 증류수로 충분히 수세한 후 완전히 건조 시키고 진행 하였다. 얻어진 접촉각을 Lifshiz-van der waals/acid-base (LW/AB) 방법을 사용하여 계산 [9], 표면 자유 에너지를 측정하였다.

통계 처리는 SPSS를 이용하여 각각의 평균값과 표준 편차를 구하고, 재료별로 미백 횟수에 따른 표면 자유 에너지의 변화가 유의한 차이가 있는지는 Tukey multiple comparison test를 통해서 확인하였다. (p=0.05)

Ⅲ. 연구 결과

미백 처리에 의한 심미수복재의 표면 자유 에너지의 변화는 Table 2와 Fig. 1, 2 에 나타나 있다.

Table 2. 를 확인해 보면 해당 재료별로 미백 처리를 한 후 미백처리하기 전에 비해 표면 자유 에너지의 변화가 유의미한 수준에서 증가하는 것을 확인해 볼 수 있다 ($p<0.05$). 그리고 미백 처리 횟수에 의해서는 1회 미백 처리 시 확실히 유의미한 증가를 확인 할 수 있었다. 2회 이상 처리 시 부터는 각 재료 별로 상의한 변화를 보이기는 했지만 대체로 유의미한 변화가 없거나 유의미한 소폭의 감소를 보였다. 결론적으로 전문가 미백에서 권장하는 미백 처리 기간인 2주 까지는 유의미한 변화를 보이나 이 기간이 지난 3주째 에는 유의미한 변화를 보이지 않았다 ($p<0.05$).

각 재료별 차이를 비교해 보면 미백 처리 전(SiC polishing #2000)에는 microfilled(Metafil)이 다른 microhybrid(Z-250)이나 nanofilled(GrandiO)에 비해 유의미하게 높은 표면 자유 에너지를 보인다($p<0.05$). 그리고 미백 처리 전, 후 표면자유 에너지의 증가는 nanofilled(GrandiO)가 다른 종류에 비해 크고 microhybrid(Z-250), microfilled(Metafil) 순으로 감소한다. 결과적으로 미백 처리 3회(14D) 후 부터는 nanofilled(GrandiO)가 다른 microfilled(Metafil)나 microhybrid(Z-250)에 비해 유의미하게 높은 표면 자유 에너지를 보인다($p<0.05$).

Table 2. Surface free energy(SFE) of experimental esthetic restoratives materials(mN/m).

Specimen	Without bleaching (SiC polishing #2000)	With bleaching			
		1 time (immediate)	2 times(7D)	3 times(14D)	4 times(21D)
Metafil (Microfilled)	46.01±1.24^{a,2}	50.83±1.39^{b,1}	50.85±0.50^{b,1}	48.27±1.68^{a,b,1}	48.41±1.25^{a,b,1}
Z-250 (Microhybrid)	42.90±3.76^{a,1}	50.40±0.91^{b,1}	51.97±0.80^{b,12}	49.59±1.23^{b,1}	50.29±1.68^{b,1}
GrandiO (Nanofilled)	40.47±3.33^{a,1}	50.94±1.14^{b,1}	54.44±0.73^{c,2}	53.36±1.15^{b,c,2}	53.76±0.80^{c,2}

Note : the same superscript letters within the same row are not significantly different, the same superscript numbers within the same column are not significantly different.($p>0.05$)

Fig. 1. Surface free energy distribution (X-axis : bleaching , Y-axis : surface free energy ; mN/m)

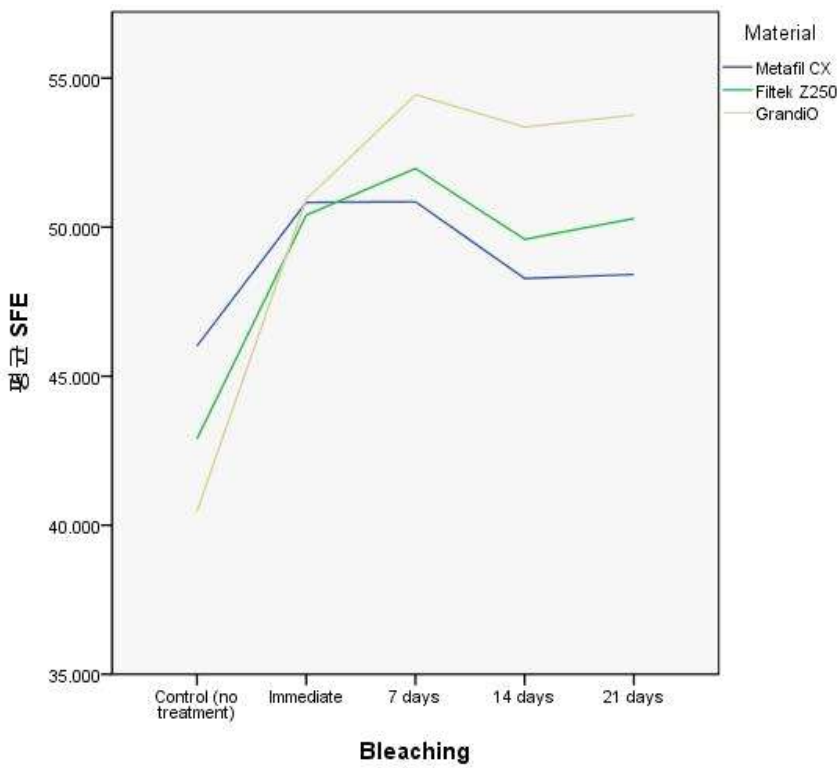
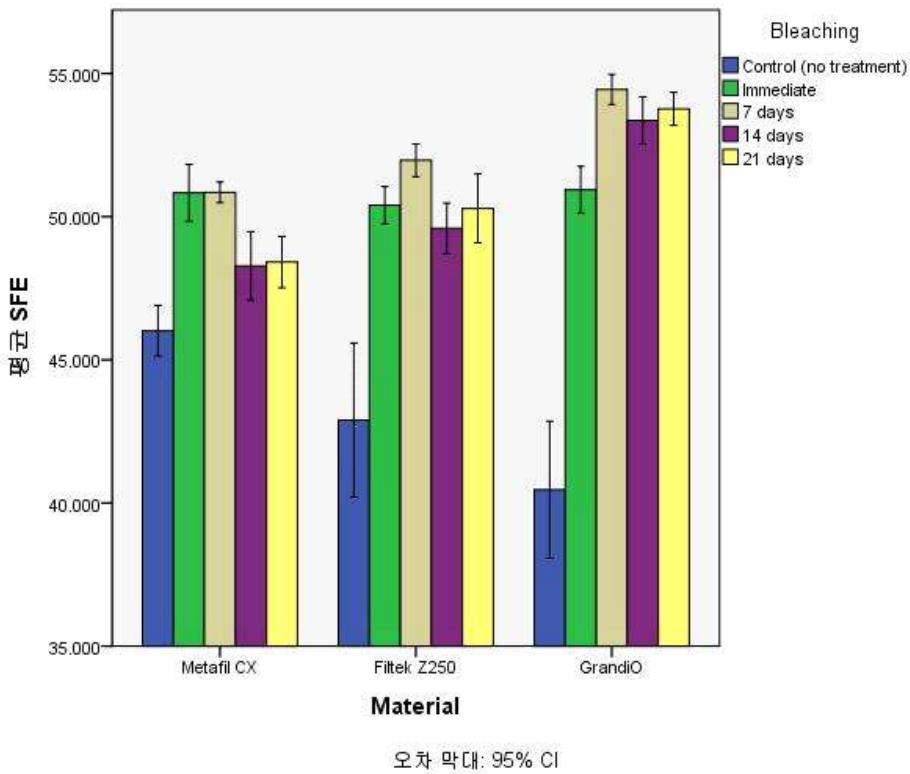


Fig. 2. Surface free energy distribution (X-axis : material, Y-axis : surface free energy ; mN/m)



Ⅳ. 고찰

구강 내에서 사용되는 심미 수복재의 표면 자유 에너지는 해당 표면의 미생물 침착에 영향을 줄 수 있다. 표면 자유 에너지가 증가 할수록 미생물 침착이 용이 해지고 그 양도 많아지게 되는 반면, 표면 자유 에너지가 감소할수록 미생물 침착이 줄어들고 결합력도 감소하는 것으로 나타난다. [7] 특히 심미 수복제가 주로 사용되는 곳인 치은 연상의 경우 표면 자유 에너지가 증가 할수록 미생물의 집락과 치태의 성숙을 가속화 시키게 되어 치주 질환의 이환의 위험성을 증가시키게 된다. [6]

본 연구에 의하면 모든 시편에서 미백 처리를 한 후 미백 처리 전에 비해 표면 자유 에너지가 증가 하였다. ($P<0.05$) 이에 대한 원인을 알아보기 위해서는 미백 처리가 심미 수복재의 표면에 작용하는 물리, 화학적인 변화를 고찰해 보아야한다. 그리고 변화가 일어나는 곳을 재료의 구성성분에 따라 레진 기질과 필러, 레진-필러 간의 경계로 나눌 수 있다.

먼저 레진 기질에 대한 영향을 살펴보면 미백 처리에 의한 화학적인 영향으로 표면 거칠기가 증가 하고, 레진 기질을 연화시키고 균열이 생기도록 한다. 이러한 위해적인 변화는 법랑질과 레진간의 상호작용에 더욱 부정적으로 작용한다.[10] 또한 미백제는 주로 레진 기질에 영향을 미친다는 연구도 있다.[11]

이러한 미백처리에 의한 레진 기질의 영향은 완전히 중합되지 않고 남은 단량체의 이중 결합 구조에 hydrogen peroxide 자유 라디칼이 반응하여 -OH기가 첨가됨으로써 발생하는 화학적 구조식의 변화로 설명 할 수 있다. 직접적인 화학 구조식의 변화가 심미수복재의 표면 구성 성분을 변화를 일으키며 이는 결과적으로 표면자유 에너지의 변화의 원인으로 작용한다. 실제 표면자유 에너지의 값은 실험에 의해 결정되는 값이지만 고분자의 경우 분자를 구성하는 원자의 종류에 따라 예측이 가능하고 분자 구성 원자의 변화에 따른 표면자유 에너지의 이론적인 계산이

가능하다.[12)]

고분자의 표면 자유 에너지계산은 parachor를 이용한 다음 식으로 가능하다.

$$\gamma = (\frac{Ps}{V})^4 , \quad V = \frac{M}{\rho} \qquad (1)$$

γ = surface free energy
Ps = group contribution (experimental data)
V = the molar volume
M = the molecular weight
ρ = the density

Table 3. Group contribution value(Ps) : experimental data[12)]

Unit	Value	Unit	Value
CH2	40.0	Br	68.0
C	9.0	I	90.3
H	15.5	Double bond	16.3-19.1
O	19.8	Triple bond	40.6
O2 (in esters)	54.8	Three-membered ring	12.5
N	17.5	Four-membered ring	6.0
S	49.1	Five-membered ring	3.0
F	26.1	Six-membered ring	0.8
Cl	55.2	Seven-membered ring	4.0

미백 처리에 의한 레진 기질 고분자의 분자식 변화는 완전히 중합되지 않은 1개의 이중결합 $=CH_2$기에 2개의 -OH기가 첨가 될 경우, Table 3.

에 의해서 Ps 값이 증가하게 되고 결과적으로 표면 자유 에너지가 증가하게 된다. 물론 위의 결과는 molar volume(V)의 변화를 무시한 경우에 가능하다. 심미수복제의 미백 처리에 의한 영향은 표면에 국한된 것으로 전체 체적의 변화와는 무관한 것으로 본다.

위의 관계를 정량화하고 더욱 정확한 관계 설정을 위해서는 미백 처리에 의한 -OH기의 첨가는 완전히 중합되지 않은 이중결합에 작용한다는 가정 하에서 각 재료의 중합률을 표준화 할 필요가 있고, 각 재료의 구성 성분 및 각 parameter에 대한 변화 data가 필요하다. 따라서 상용 레진을 기준으로 진행된 이번 실험은 표준화되지 못한 시편으로서의 한계가 존재한다. 추후 시편의 구성 성분, 중합률 등을 표준화 하여 진행한다면 더욱 확실한 관계 설명이 가능할 것으로 본다.

다음으로 미백 처리에 의한 무기질 필러에 대한 영향을 살펴보면 extremely acidic 환경에서 무기질 필러는 반응성이 없다는 연구가 있다.[13] 이와는 대조적으로 미백 처리 후 표면 형태의 변화에 대한 연구에서는 microfilled와 microhybrid 복합 레진에서 표면 거칠기와 다공성이 증가 하는 경향을 SEM과 profilermeter를 통해서 확인되었다. 추가적으로 surface spectral 분석에 의하면 SiO_2 성분의 감소를 나타내었으며 이는 미백 처리가 무기질 필러에 영향을 주었음을 의미한다.[14] 상반된 연구의 결과는 미백 처리에 의한 무기질 필러의 영향이 오차 범위 정도 내외에서 일어나는 것으로 큰 영향을 주지는 못한다는 것을 의미한다.

마지막으로 미백 처리에 의한 레진-필러 간의 경계에 의한 영향에 대한 연구도 있다. 미백 처리 후 표면 강도의 변화에 관한 문헌에 의하면 복합 레진에서 강도가 낮아지는 메카니즘에 대해서 다음과 같이 설명한다. 강한 반응성 이외에 확산성을 지니는 hydrogen peroxide가 중합체 고리의 산화적 분화를 야기하거나 레진-필러의 경계를 공격해서 경계 사이의 분리를 일으킬 수 있고 이는 미세 균열을 의미하고 표면 거칠기의 증가와 표면 강도의 저하에 영향을 미친다는 것이다.[15]

레진-필러 경계부에서의 반응은 상대적으로 작은 필러를 함유하고 필러 함유량이 많은 재료에서 경계부의 면적은 늘어나므로 이와 같은 현상이 더욱 잘 일어난다. 이러한 결과는 시편의 미백처리 전, 후의 표면 자유 에너지 증가량 차이가 nanofilled(GrandiO, 71.4%)가 다른 종류에 비해 크고 microhybrid(Z-250, 60%), microfilled(Metafil, 54%) 순으로 감소하는 것을 설명한다.

미백 처리 전, 표면 처리(SiC #2000)를 통한 표면 거칠기 표준화를 한 후의 각 시편 간 표면 자유에너지의 차이는 구성 성분에 의한 차이로 예상해볼 수 있다. 심미수복재를 구성하는 대표 성분의 표면 자유 에너지는 Table 4.와 같다. 성분 분포 상으로는 무기질 필러(zirconia, silica)의 표면 자유 에너지가 레진 기질(PMMA, Bis-GMA/TEGDMA)에 비해서 큰 값을 보이므로 필러 함량이 높을수록 표면자유 에너지가 커야 한다. 그러나 실험 결과는 필러 함량이 낮은 microfilled(Metafil)이 다른 microhybrid(Z-250)이나 nanofilled(GrandiO)에 비해 유의미하게 높은 표면 자유 에너지를 보인다. 이는 필러 함량의 증가에 따른 표면 마모 저항성의 증가가 초기 표면 처리 시에 영향을 미친 것으로 판단된다.[16] 마모 저항성의 증가가 같은 표면 처리에 의한 표면 거칠기 표준화가 이루어지지 않고 상대적으로 매끈한 표면 상태를 이루었기 때문에 표면 자유 에너지가 작게 된 것이다.

Table 4. Surface free energy of resin matrix and inorganic filler.

Material	Surface free energy(mN/m)
Zirconia[17]	42.04~42.75
Silica[18]	42.92
PMMA[19]	39.1±0.8
Bis-GMA/TEGDMA[19]	42.5±0.8
PHEMA[19]	44.6±0.5

표면 자유 에너지와 표면 거칠기의 관계에 대한 연구에 의하면 표면 거칠기가 0.1μm 이하인 경우, 접촉각 측정에 영향이 없다. 이는 표면 자유 에너지에도 영향이 없다는 것을 의미한다. 그리고 초기 접촉각이 60°보다 작으면 표면 거칠기가 증가 할수록 접촉각을 감소시키고 초기 접촉각이 86°보다 크면 표면 거칠기가 증가 할수록 접촉각이 증가시킨다. 초기 접촉각이 60-86°일 경우에는 표면 거칠기 증가가 접촉각을 변화시키지 않는다. [20] 이번 실험에서 시편의 측정값은 대부분 60°보다 작았으며 표면 거칠기가 증가 할수록 접촉각은 감소하게 되고 표면 자유 에너지는 증가하게 된다. 미백처리 후 복합레진의 표면 거칠기 변화에 관한 연구에서 microfilled는 변화가 없고 microhybrid는 증가하였다. [21] 따라서 미백 처리에 의한 표면 자유 에너지 변화의 주된 요인은 재료 표면의 화학적인 변화로 설명될 수도 있지만, 물리적 변화인 표면 거칠기의 증가에 의한 표면 자유 에너지의 증가로도 설명된다.

심미 수복재에 미백 처리 횟수를 증가시킴에 따라 2회까지는 유의미한 변화를 보이며 증가하는 경향을 보이지만, 3회 이후부터는 유의미한 변화로 소폭 감소하거나 변화가 없고 4회 부터는 유의미한 변화를 보이지 않았다. 횟수가 증가함에 따라 변화 폭이 점차 줄어들고 결국 유의미한 변화를 보이지 않는 것은 레진 기질이나 레진-필러 경계에 존재하는 작용기들이 미백제에 의해 거의 모두 반응하여 반응 포화 상태에 이르렀기 때문이다. 3회 처리 시 소폭 감소하는 것은 실험상의 오차일 가능성이 아니라는 가정 하에서는 무기질 필러 부분이 과도한 미백제에 의한 영향으로 표면 거칠기와 다공성이 극도로 증가하여 과형성된 표면 입자 조각들이 표면 균열에 의해서 떨어져 나가 버리게 되면서 오히려 표면을 매끄럽게 만드는 작용을 한 것으로 볼 수 있다.

위에서 살펴본 바와 같이 미백 처리가 심미수복재의 다양한 부분에서 여러 가지 요인이 작용함으로서 표면 자유 에너지가 증가한다는 것을 확인 할 수 있다. 이것은 이미 치료 받은 심미수복재의 표면성질이 미백

치료를 받은 후 치태 침착이나 색소 침착 등의 위해 요소에 더욱 취약해짐을 의미한다. 특히 필러의 크기가 작고 많은 양을 함유한 nanofilled 레진이 더욱 큰 영향을 받는 것으로 보인다. nanofillled 레진의 경우 우수한 투명도와 기계적 강도를 나타내며 심미적인 수복 재료로 현재 각광을 받는 재료이다. 따라서 미백 치료 시술 시 nanofilled 레진에 의한 수복 여부 확인을 통해서 미백치료 후에 일어 날 수 있는 수복물에 대한 부작용을 미리 인지 하고 있어야 하겠다. 정도의 차이는 있지만 다른 심미 수복물의 경우에도 표면 자유에너지 증가가 확인된 만큼 주의해야 한다.

미백 처리에 의한 심미 수복재의 표면 특성 변화는 미백제 자체에 의한 것으로 근본적인 원인을 배제 할 수 없는 상황이다. 그러므로 미백 치료 후 환자에게 적극적인 치태 관리에 의한 치면 세마와 색소 침착 요소를 최대한 피하도록 교육시킴으로서 발생할 수 있는 부작용을 최소한으로 줄일 수 있다. 또한 미백제가 완전히 중합되지 않은 레진 기질의 작용기에 주로 반응한다는 가정에 의하면, 심미 수복재에 의한 수복 치료 시 최대한 완전히 광중합이 일어나도록 하는 방법이 또 하나의 예방법이라고 생각할 수 있다.

Ⅴ. 결론

미백 처리에 의해 심미수복재의 표면 자유 에너지는 증가한다($p<0.05$). 미백제가 재료에 주는 영향은 레진 기질, 레진-필러 경계, 무기질 필러 영역으로 나눌 수 있다. 이중 레진 기질에 대해서는 완전히 중합되지 않은 이중결합 구조에 미백제의 hydrogen peroxide 자유 라디칼이 반응하여 -OH기가 첨가되는 표면의 화학적인 변화에 의해 표면 자유 에너지 증가에 영향을 준다. 레진-필러 경계에 대해서는 미백제의 강한 반응성과 확산성에 의해 중합체 고리의 산화적 분해를 일으켜서 경계 사이의 분리를 일으키고 미세 균열 및 표면 거칠기의 증가가 표면 자유 에너지를 증가시킨다. 무기질 필러에 대한 영향은 상대적으로 작기는 하지만 표면 거칠기 및 다공성을 증가시켜 표면 자유 에너지를 증가에 영향을 준다.

전문가 미백에서 권장하는 미백 처리 기간인 2주 까지는 유의미한 변화를 보이나 이 기간이 지난 3주째 에는 유의미한 변화를 보이지 않았다($p<0.05$). 이는 미백 처리에 의한 표면 자유 에너지 증가의 주된 요인으로 보이는 심미수복재 표면의 레진 기질과 레진-필러 경계의 작용기가 미백제와 거의 모든 반응을 이루며 포화되었기 때문이다.

각 재료별 차이를 비교해 보면 미백 처리 전(SiC polishing #2000)에는 microfilled(Metafil)이 다른 microhybrid(Z-250)이나 nanofilled(GrandiO)에 비해 유의미하게 높은 표면 자유 에너지를 보인다($p<0.05$). 이는 필러 함량의 증가에 따른 표면 마모 저항성의 증가가 초기 표면 처리 시에 영향을 미치기 때문이다.

미백 처리 전, 후 표면자유 에너지의 증가는 nanofilled(GrandiO)가 다른 종류에 비해 크고 microhybrid(Z-250), microfilled(Metafil) 순으로 감소한다. 결과적으로 미백 처리 3회(14D) 후 부터는 nanofilled(GrandiO)가 다른 microfilled(Metafil)나 microhybrid(Z-250)에 비해 유의미하게 높은 표면 자유 에너지를 보인다($p<0.05$). 미백제 처리에 의한 레진-필러 경계에서의 반응이 주된 원인이며, 상대적으로 작은 필러를 함유하고

필러 함유량이 많은 재료에서 경계부의 면적은 늘어나기 때문에 표면 자유 에너지 증가가 커진다.

Ⅵ. 참고 문헌

1) Howell RA. Bleaching discolored root-filled teeth. Br. Dent J. 1980;148:159-162.

2) Oltu U, Gurgan S. Effects of three concentrations of carbamide peroxide on the structure of enamel. J Oral Rehabil. 2000;27(4):332-340.

3) Leonard RH, Haywood VB, Philips C. Risk factors for developing tooth sensitivity and gingival irritation associated with night guard vital bleaching. Quintessence int. 1997;28:527-534

4) Bitter NC. A scanning electron microscope study of the longterm effect of bleaching agents on the enamel surface in vivo. Gen Den 1998;46:84-88.

5) Marshall MV, Gragg PP, Packman EW, Wright PB, Cancro LP. Hydrogen peroxide decomposition in the oral cavity. Am J Dent. 2001;14(1):39-45.

6) Quirynen, M. and C.M. Bollen, The influence of surface roughness and surface-free energy on supra-and sub-gingival plaque formation in man. A review of the literature. J Clin Periodontol. 1995;22(1):1-14.

7) Quirynen M., Marechal M., Busscher H., Weerkamp A., Arends J., Datius P., Van Steenberghe D.. The influence of suface free-energy on planimetric plaque growth in man. Journal of dental research. 1989;68(5):796-799.

8) Co'Kane, R.G. and R.E. Blunden, Surface roughness and droplet contact angle measurement of various orthodontic bonding cements. Journal of Orthodontics. 1993;20:297-305.

9) Nobil Bio Ricerche Strada, Villafranca d'Asti. Acid-base properties of adhesive dental polymers. Dent Mater. 1993;9:375-378.

10) G.A. Crim, Post-operative bleaching: effect on microleakage, Am.

J. Dent. 1992;5:109-112.
11) Bailey S. J., Swift E. J. Jr., Effects of home bleaching products on composite resins. Quintessence Int. 1992;23:489-494.
12) O. R. Quayle, The Parachors of Organic Compounds. An Interpretation and Catalogue, Chem. Rev. 1953;53:439.
13) Kim JH, Lee YK, Lim BS, Rhee SH, Yang HC, Effect of tooth-whitening strips and films on changes in color and surface roughness of resin composites. Clin. Oral Invest 2004;8:118-122.
14) Turker SB, Biskin T. Effect of three bleaching agents on the surface properties of three different esthetic restorative materials. J Prosthet Dent 2003;89:466-73.
15) Christian Hannig, Sebastian Duong, Klaus Becker, Edgar Brunner, Elke Kahler, Thomas Attin, Effect of bleaching on subsurface micro-hardness of composite and a polyacid modified composite. Dental Materials. 2007;23:198-203.
16) Bum-Soon Lee, Jack L. Ferracane, John R. Condon, Jerry D. Adey. Effect of filler fraction and filler surface treatment on wear of microfilled composites. Dental materials. 2002;18:1-11.
17) M. L. Gonz´alez-Martin, B. Ja´nczuk,y L. Labajos-Broncano, J. M. Bruque, and C. M. Gonz´alez-Garcia. Analysis of the Silica Surface Free Energy by the Imbibition Technique. Journal of Colloid and Interface Science. 2001;240:467-472.
18) M. L. Gonz´alez-Martin, L. Labajos-Broncano, B. Ja´nczuk,y, J. M. Bruque, Wettability and surface free energy of zirconia ceramics and their constituents. Journal of material science. 1999;34:5923-5926.
19) Nobil Bio Ricerche Strada, Villafranca d'Asti, Acid-base properties of adhesive dental polymers. Dent Mater. 1993;9:375-378.
20) H.J. Busscher, A.W.J. van Pelt, P. de Boer, H.P. de Jong, J. Arends. The effect of surface roughening of polymers on measured contact angles of liquids. Colloids and Surfaces. 1984;9(4):319-331.

21) Robert E. Langsten, William J. Dunn, Grant R. Hartup, David F. Murchison. Higher-concentration carbarnide peroxide effects on surface roughness of composites. J Esthet Restor Dent. 2002;14:92-96.

- ABSTRACT-

The effect of bleaching on the surface free energy of the esthetic restorative materials

Department of Dentistry, School of Dentistry,
Seoul National University
(Directed by Professor Gene Lee, DDS, PhD)
Young soon Park

As increasing contemporary interest about aesthetics, aesthetic treatment has been emphasized in dental field. Esthetic restorative materials of which the hue and mechanical properties is similar to natural teeth are increased using in dental treatment, and there is increasing of interest and demand in aesthetic treatment like tooth bleaching. The bleaching agents contain mainly hydrogen peroxide, carbamide peroxide and sodium perborate which are using in contemporary. The oxygen free radical that is made by various reaction is acting on tooth bleaching. Enamel of tooth is translucent. Tooth discoloration occur because infiltrating color fluid or ion to semi-permeable enamel. The oxygen free radical that is made by bleaching agent cleaves the discoloration elements into small molecules. The surface property of esthetic restorative materials

effects on the colonization of microorganism and adhesion with their surface. Especially, surface roughness is very closely related in plaque accumulation, pigment staining and secondary caries. Affecting esthetic restorative material attached to the surface another factor is surface free energy. But the effect of bleaching on the surface free energy of the esthetic restorative materials do not study well. So, the purpose of this study was to evaluate the surface free energy of the esthetic restorative materials with bleaching. The surface free energy, which is formed by the restorative materials of the component of the molecular bonding. And the surface free energy is the indicator of the surface adhesion of microorganism or the ease of accumulation. The surface free energy could evaluate indirectly by measuring the contact angles for various liquids.

Three kinds of commercially available esthetic restorative material (microhybrid : Filtek Z250(N=10), microfilled : Metafil CX(N=10), nanofilled : GrandiO(N=10)) were selected to test. These specimen were bleached by 35% hydrogen peroxide (SHINY, Multi Function Polishing Gel) for 3 weeks(1 time for an hour in every week). The surface free energy of each specimen was evaluated using contact angle measuring instrument(Phoenix 300x, SEO, Korea) with Lifshiz-van der waals/acid-base (LW/AB) method (without bleaching : SiC polishing #2000, with bleaching : 1time:immediate, 2times:7D, 3times:14D, 4times:21D). Results were statistically analyzed by Tukey multiple comparison test.(p=0.05)

1. The surface free energy of esthetic restorative materials was increased significantly compared to the energy before the bleaching. ($P<0.05$)

2. The surface free energy of esthetic restorative materials was increased significantly until 2 times bleaching, but slightly decreased

or not changed after 3 times bleaching. ($P<0.05$)

3. The surface free energy of nanofilled composite resin evaluated significantly higher value compared to the other resin type after the bleaching.($P<0.05$)

4. The surface free energy of nanofilled composite resin evaluated the highest increasing value compared to the other resin type after the bleaching.

Key words : bleaching, esthetic restorative materials, resin, surface free energy

Student number: 2009-22684