

미백 후 유예 기간에 따른 상아질과 레진의 결합 강도의 변화

송신재¹ · 김선종³ · 노영신¹ · 류재준^{2*}

고려대학교 임상치의학대학원 심미수복학과, ¹대학원생, ²교수, 고려대학교 구로병원 보철과, ³부교수

연구목적: 본 연구에서는 35% 과산화수소를 사용하는 전문가 미백 술식에서 레진 접착제의 접착력 회복을 위한 유예 기간을 비교하고자 한다.

연구 재료 및 방법: 3M사의 Single Bond와 Z350을 이용하여 미백 직 후, 1일 후, 2일 후, 일주일 후의 시간 차이를 두고 상아질에 접착된 복합 레진의 전단 결합 강도를 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

결과: 미백 처리 직 후의 상아질 전단 결합 강도는 다른 군에 비해 유의하게 낮았으며 ($P < .05$), 미백 처리 전에 비해 약 78%의 결합력 감소를 보였다. 미백 처리 1일 후의 상아질 결합 강도는 미백 직 후 감소된 결합력의 51%에 이르는 회복을 보였으며, 2일 경과한 시편에서는 감소된 결합력의 63%가 회복되었다. 두 군은 미백 직 후에 비해 유의하게 큰 회복력을 보였으나, 두 군 간에는 유의한 차이가 없었다 ($P > .05$). 미백 처리 후 결합력의 회복은 초기 24시간 이내에 급격히 일어나며 그 이후에는 서서히 일어나는 것으로 사료된다. 미백 일주일 후의 시편은 미백 처리 전에 비해 97%에 이르는 결합력을 보이며 두 군 간에는 유의한 차이가 없었다 ($P > .05$).

결론: 그러므로 35% 과산화수소를 적용하는 전문가 미백 술식에서는 1주일간의 유예기간을 두고 복합 레진 접착술을 시행하는 것이 적절할 것으로 사료된다. (대한치과보철학회지 2009;47:174-81)

주요단어: 미백, 상아질 접착, 35% 과산화수소, 결합 강도

서론

치아 미백은 생활수준의 향상과 함께 심미 치과 분야에 대한 높은 관심과 더불어 성장해 왔다. 변색 되고 손상된 전치부 치아는 포세린 비니어 라미네이트, 전부도재관 및, 금속 도재관과 같은 수복물로 치료 될 수 있으나 이러한 치료는 환자가 작은 손상 부위의 수복을 희망할 경우 광범위하고 비가역적인 방법이 될 수도 있다. 법랑질 및 상아질과 복합 레진의 접착법은 많이 향상되어 최근 신뢰성이 높은 결과를 획득 할 수 있으며 미백 치료와 복합 레진 수복물을 통한 복합적 치료는 치아 구조에 최소한의 손상을 주는 보존적인 접근이 될 수 있다. 하지만 미백 치료는 치아의 기계적, 화학적인 물성에 영향을 줄 수 있으며 이는 미백제의 적용 후 복합 레진의 수복 시 치질과의 결합력을 감소시킬 수 있을 것이다.¹⁰⁻¹⁴

미백제는 주로 과산화요소, 과산화수소, 과불산염 등의 과산화물을 주재료로 하며 이들은 결국 과산화수소로 전환되어 물과 산소로 분해되고 짧은 기간 동안의 자유기를 가진 활성산소를 만든다. 활성 산소는 매우 반응

성이 강하고 뛰어난 산화력을 가지며 치아 구조의 다공성과 투과성으로 인해 법랑질과 상아질을 자유롭게 이동한다.¹ 치아를 착색시키는 착색 물질들은 탄소 이중결합으로 구성되어 있으며 활성 산소 즉 자유기는 이들 착색 물질의 탄소 이중 결합을 분해하여 치아 변색을 산화시킨다.

미백 치료는 크게 자가 미백술 (Home bleaching), 전문가 미백술 (In-office bleaching) 그리고 실험치 내부 미백술 (Walking bleaching) 등의 세 가지 술식으로 분류할 수 있다. 자가 미백술은 환자 개개인에 맞는 개인 트레이를 제작하고 저 농도의 미백제를 사용하여 4-6주간 매일 미백하는 방법으로 주로 수면을 취하는 동안 야간에 미백술을 시행했기 때문에 최초의 용어는 Night guard vital bleaching이었다.²

전문가 미백술 또는 강력 미백술은 치과 진료실에서 전문가에 의해 직접 시행되는 방법으로 고농도의 미백제를 사용하며 미백 효과를 촉진하기 위해 열, 광, 레이저 등의 활성원을 사용하기도 하며, 일회에 10-30분간 미백 치료를 실시하며, 약 4-6회에 걸쳐 미백술을 시행한다.

교신저자: 류재준

425-707 경기도 안산시 단원구 고잔1동 고대안산병원치과 031-412-5370; e-mail, koprosth@umitel.co.kr

원고접수일: 2008년 9월 17일 / 원고최종수정일: 2008년 10월 23일 / 원고채택일: 2009년 4월 17일

강한 농도의 미백제는 연조직 손상, 치은염증, 조직화상 등을 일으킬 수 있으므로 이를 막기 위해 점막 보호 장치를 사용하는 것이 바람직하다.

실활치 내부 미백술은 근관 치료 후 치수강 내에 미백제를 넣어 실제 생활하는 동안에 적용시키며, 일정 시간이 지난 후 내부의 미백제를 제거하는 방법이다.

어떠한 방법을 사용하더라도 미백에 사용되는 과산화물은 다양한 부작용을 낳을 수 있다. 미백제의 적용은 법랑질과 상아질의 표면 성질이나 구조에 손상을 주며, 미백 치료를 받은 상아질이나 법랑질 모두에서 표면 강도가 감소할 수 있다고 한다.³⁵ 뿐만 아니라 미백제를 치아가 아닌 복합 레진 수복물에 적용 시에도, 자가 미백술과 전문가 미백술 모두에서 복합 레진 수복물의 표면 강도에 감소를 일으킨다고 보고 된 바 있다.⁶

미백제에 의한 치수 손상의 잠재성을 미백제의 법랑질과 상아질 투과 및 상아세관과 치수로의 침투에 의한 것으로 볼 수 있다.¹⁷ 치경부와 치근의 외흡수는 실활치 내부 미백 술식에서 종종 보고 되는데, 후반의 연구에서는 대부분의 외흡수 치아가 외상과 관련되어 있고, 외상 때문에 치아가 흡수되는지 또는 이것이 미백제의 영향에 의한 것인지 불명확하다고 하였다.^{8,9}

미백제의 적용에 의한 부작용은 미백 후 접착 수복 시에도 작용하여 치질과 복합 레진과의 결합력에 영향을 줄 수 있으며, 미백 후 접착 치료가 요구되는 경우에는 미백을 완료하고 접착 치료를 계획하는 것이 바람직하다고 볼 수 있다.

변색된 전치의 심미성을 회복하는데 있어서 치아 색상의 개선뿐 아니라 치아 구조의 질적인 보존과 치아의 수명까지 고려되어야 한다. 미백과 복합 레진 수복물의 복합적인 접근은 보존적일 뿐만 아니라, 경제적으로도 큰 이득을 제공하며, 수리 및 교체에 있어서도 더 용이하다.

하지만 여러 연구에서 미백 직후 접착된 치아의 접착 강도가 크게 감소한다는 것을 보여주었다.¹⁰⁻¹⁴ 미백제가 복합 레진과 치아의 결합력에 영향을 주는 기전은 미백제의 작용에 의한 무기질의 감소 및 표면 거칠기의 변화 등에 의한다고 하기보다는 과산화수소 화합물에 의한 활성 산소의 잔류에 의한 것으로 판명되었다.¹⁵ 산소가 존재하는 환경에서 레진 접착제는 최적의 중합을 달성할 수 없으며, 이는 미백제의 적용 직후 뿐만 아니라 근관 소독제인 10% 차아염소산 나트륨의 사용 후에도 관찰된다고 보고 되었다.¹⁶ 이러한 결합력의 감소는 항산화제인 아스코베이트 나트륨에 의한 활성 산소의 환원으로 회복되기도 하지만, 항산화제의 임상적 적용은 현재 그 안정성 때문에 좀 더 연구되어야 할 것으로 사료된다.¹⁵⁻¹⁸

미백 치료 후 활성 산소는 항산화제의 적용이 없이도 시간이 경과됨에 따라 제거되며, 어느 정도의 시간을 경과시킨 후에 복합 레진의 접착력이 회복되는가에 대한 많은 연구들이 진행되어 왔다.^{19,22} 그러나 그 결과는 실험 방법과 조건에 따라 차이가 있기는 하겠지만, 24시간에서 서부터 3주에 이르기 까지 다양하여 일반적이고 보편화된 기준으로 삼기에는 어려움이 있을 것으로 사료된다.

본 연구는 35% 과산화수소를 사용하는 전문가 미백 술식에서 미백 치료 후 증류수에 보관하여 다양한 유예 기간을 준 다음 상아질과 복합 레진의 전단 결합 강도를 측정하여 가장 이상적인 유예 기간을 알아보고자 하는 것이다. 또한 실제 임상에서는 법랑질만이 미백제에 직접 노출되는 경우가 많지만, 실제 심미 수복 치료는 상아질에서 수복제 또는 접착제의 결합이 일어나게 된다. 이런 이유로 본 실험에서는 실제 임상에서의 적용성을 알아보고자 미백제를 법랑질에 적용한 후, 제거하여 상아질에 대한 결합력을 측정하였다. 또, 보관액으로 인공 타액 대신 증류수를 사용함으로써 미백 후 치아가 주변 용액으로부터 받을 수 있는 영향을 배제하고자 하였다.

연구 재료 및 방법

1. 연구 재료

치아 우식증 및 충전물이 없이 발거된, 20 - 30대 환자의 건전한 제 3대구치 50개의 치근을 절단하여 치관 부위만을 생리식염수에 보관하였고, 이를 임의로 각각 10개씩 대조군 (Group A), 미백 직후 접착군 (Group B), 1일 후 접착군 (Group C), 2일 후 접착군 (Group D), 일주일 후 접착군 (Group E)의 5개의 군으로 나누었다.

치아 미백제로는 전문가 미백 술식에 쓰이는 35% 과산화수소의 Power Bleaching Gel을 사용하였다.

상아질 접착제로는 Single Bond를 사용하였고, 광중합 복합 레진은 전구치부 검용의 A2 shade Z350을 사용하였다.

Table I. Materials used in this study

	Name	Manufacture
Bleaching agent	Power Bleaching Gel	ORATECH, USA
Dentin bonding agent	Single Bond	3M ESPE, USA
Composite resin	Z350	3M ESPE, USA
Self-curing resin	SNAP	PARKELL, USA
Pumice	Zircate Prophypaste	DENTSPLY, USA

2. 연구 방법

1) 치아 시편 제작

치아를 포매하기 위해 중앙에 지름 1.3 cm, 깊이 1 cm의 홈이 있는 지름 2.5 cm, 높이 2 cm의 아크릴릭 레진 원통을 주문 제작하였다. 여기에 치아의 협면이 위를 보는 상태로 원통 위로 약 2 mm 정도 올라오도록 자가 중합형 레진을 이용하여 포매하였다.

2) 미백처리

치아 연마제로 치아 표면을 세척한 후 대조군을 제외한 4개군 40개의 시편에 미백제를 균일하게 도포하고 10회에 걸쳐 30초간 광조사 한 다음 그대로 두었다가 10분 후 흐르는 물에 1분간 수세하여 증류수에 보관하였다. 이를 일주일 간격으로 약 4회 반복 하였으며, 증류수는 용출되는 과산화 수소에 의한 영향을 최소화하기 위하여 매일 교체하였다.

3) 복합 레진 접착

대조군 및 일정기간(미백 처리 완료 직 후, 1일, 2일, 1주일) 증류수에 보관한 치아의 상아질을 노출하기 위해 법랑질을 절삭한 후 #600 grit silicon carbide paper로 연마하여 세척하였다.

산 부식 및 수세 과정 후 Single Bond를 제조사의 설명에 따라 도포하고, 지름 3 mm, 높이 2 mm의 원통형 플라



Fig. 1. Specimen after composite resin bonding (Resin block was carefully bonded to dentin only).

Table II. Mean value and Standard deviation of shear bond strength

Group	shear bond strength (MPa)
A - control (no bleaching)	20.11 ± 3.54
B - immediate after bleaching	6.36 ± 1.42
C - 1 day after bleaching	13.46 ± 3.43
D - 2 days after bleaching	15.00 ± 3.16
E - 7 days after bleaching	19.22 ± 3.40

스틱 주형을 치아 중앙에 놓고 A2 shade Z350을 충전한 후 광조사하여 치아에 접착하였다 (Fig. 1).

4) 전단결합 강도 측정

인스트론 만능 실험기 (Model 4200, Instron Co. Canton, USA)를 이용하여 상아질과 복합 레진 간의 전단결합강도를 1분당 1 mm의 crosshead speed의 전단력을 가하여 측정하였다 (Fig. 2).

5) 통계처리

대조군 (group A), 미백 직 후 접착군 (group B), 1일 후 접착군 (group C), 2일 후 접착군 (group D), 일주일 후 접착군 (group E)의 각 10개 치아의 5개 군의 전단 결합 강도 값은 SPSS 12.0 버전으로 ANOVA를 이용하여 분석하였으며 (Table III), 사후검정은 Tukey multiple comparison test ($P = .05$) 로 분석하였다 (Table IV).

결과

각 군의 평균값과 표준 편차는 Table II와 Figure 3에서 이를 도식화하여 나타내었으며, 각 군의 값을 비교, 분석하기 위해 통계 처리한 결과는 Table III, IV와 같았다.

미백 처리를 하지 않은 치아 (group-A)의 평균 전단 결합 강도는 20.11 MPa를 보였고, 미백 처리한 직 후 접착군 (group-B)의 전단 결합 강도는 6.36 MPa를 보여 미백 처리



Fig. 2. Specimen in Instron machine (Bonding failure were conformed to measure shear bond strength between resin block and dentin).

Table III. Results of ANOVA for shear bond strengths

	Sum of squares	df	Mean square	F value	P value
Between groups	1207.972	4	301.993	31.544	.000 (*)
Within groups	430.813	45	9.574		
Total	1638.785	49			

*: significantly different between groups at 95% confidence level.

전에 비해 약 78%의 결합력 감소를 보였으며, 다른 실험군에 비해 유의하게 낮은 결과를 보였다 ($P < .05$).

미백 처리 1일 후 (group-C) 측정된 전단 결합 강도는 13.46 MPa로 미백처리 직 후에 비해 유의하게 증가하여 ($P < .05$), 미백 직 후 감소된 결합력의 51%에 이르는 회복을 보였으며, 2일 경과한 시편에서는 감소된 결합력의 63%가 회복되었다. 그러나 2일 후 측정 (group-D)한 전단 결합 강도는 1일 후 측정된 전단 결합 강도와 유의한 차이가 없었다 ($P > .05$).

미백 처리 일주일 후에 측정된 실험군 (group-E)은 19.22 MPa로 다른 실험군에 비해 유의하게 증가하여 미백 처리

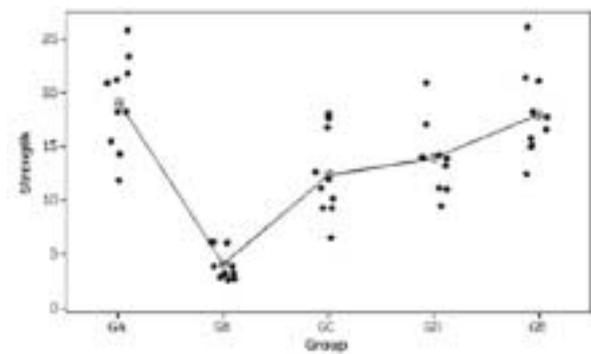


Fig. 3. Individual and mean value of shear bond strength (GA-Group A, GB-Group B, GC-Group C, GD-Group D, GE-Group E).

Table IV. Results of Tukey Multiple comparisons for shear bond strengths

Group	Comparison	Mean Difference	Standard error	P value
A	B	13.7500	1.3837	0.000 (*)
	C	6.6500	1.3837	0.000 (*)
	D	5.1100	1.3837	0.005 (*)
	E	0.8900	1.3837	0.967
B	A	-13.7500	1.3837	0.000 (*)
	C	-7.1000	1.3837	0.000 (*)
	D	-8.6400	1.3837	0.000 (*)
	E	-12.8600	1.3837	0.000 (*)
C	A	-6.6500	1.3837	0.000 (*)
	B	7.1000	1.3837	0.000 (*)
	D	-1.5400	1.3837	0.799
	E	-5.7600	1.3837	0.001 (*)
D	A	-5.1100	1.3837	0.005 (*)
	B	8.6400	1.3837	0.000 (*)
	C	1.5400	1.3837	0.799
	E	-4.2200	1.3837	0.030(*)
E	A	-.8900	1.3837	0.967
	B	12.8600	1.3837	0.000 (*)
	C	5.7600	1.3837	0.001 (*)
	D	4.2200	1.3837	0.030 (*)

* : significantly different between groups at 95% confidence level.

를 하지 않은 대조군에 비해 97%에 이르는 결합력을 보였으며, 두 군 간에는 유의한 차이가 없었다 ($P > .05$).

고찰

생활치아의 미백술은 19세기부터 시작 되었으며 많은 발전을 거듭하여 현재에 이르렀다. 미백 치료가 점차 보편화됨에 따라 치료 후 가능한 부가적 치료 계획에 미백 치료가 미치는 영향에 대한 고려가 필요하다.

현재 시판되어 임상에 적용되고 있는 미백제의 화학적 성분 및 농도는 매우 다양하며, 치아 미백 효과는 저 농도로 장시간 적용한 경우가 고 농도 미백제로 단시간 적용한 경우보다 우수하다고 한다. Sulieman 등²³은 미백제 적용 초기에는 미백제의 농도와 치아색 변화가 관련이 있었으나 미백효과는 결국 농도보다는 시간이 관여하며 고농도 미백제의 장시간 사용은 지각과민증을 초래할 수 있다고 하였다.

현재 상용중인 치아 미백제는 미백제의 농도와 화학성분, pH, 그리고 적용 시간에 따라 치질 및 구강조직에 주는 영향에 차이가 있다. 특히 치질 표면에서 유기질 및 무기질 구성 성분의 변화, 표면 거칠기의 증가, 표면 강도의 감소, 복합레진 접착시 형성되는 레진 태그의 감소 및 결합력의 감소, 미백제의 상아세관 및 치수로의 침투로 인한 지각 과민증, 실험치 미백 후의 치근 흡수, 부식성 미백제가 일으키는 치은의 과민 반응 등이 보고되고 있다.^{4,7,8,22,24-26}

Bishara 등²⁸은 미백 처리한 법랑질 표면을 주사 전자 현미경으로 관찰한 결과, 미백제가 약한 산-부식 효과를 주는 것을 관찰 하였으며 과산화수소의 농도가 높은 미백제를 사용하는 전문가 미백 술식이 자가 미백 술식 보다 산-부식 효과가 더 크다고 하였다.

Jiang 등²⁷은 과산화수소가 상아질의 유기질 및 무기질 구성 성분을 공격하며 이는 과산화수소의 산화력 때문이라고 했다.

미백제가 일으키는 치아 표면강도의 변화는 35% 과산화수소를 사용한 전문가 미백 술식과 10% 카바이드 과산화물을 사용한 자가 미백 술식에서 모두 일어났으며 고농도의 미백제를 사용하는 전문가 술식에서 표면 강도 감소가 더 컸다.⁴ 두 술식 모두에서 저 농도의 불소 적용으로 표면 강도의 회복이 일어났다.⁵ 이러한 표면 강도의 감소는 미백제를 적용한 치아에서 뿐 아니라 미백제를 적용한 복합 레진에서도 일어났다고 보고 되었다.⁶

무기질과 유기질의 감소나 이에 따른 표면 거칠기의 변화 및 치아 표면 강도의 변화가 복합 레진의 접착력에

영향을 준다고 하기는 어려울 것으로 사료된다. 그 이유는 본 연구를 포함한 여러 실험에서 미백 후 증류수를 사용하여 치아를 보관한 경우에도 일정한 유예 기간이 지나면 결합력이 다시 회복되었기 때문이다.

미백제는 레진 접착제와 치아의 레진 태그 형성을 방해하며 이로 인해 결합력의 감소가 발생한다. Renato 등²²은 미백제의 적용에 의한 레진 접착제의 레진 태그 형성의 감소 및 레진 접착력 감소에 대해 보고하였다. 그는 미백 후 즉시, 미백 후 1주일, 2주일, 3주일의 접착력 변화 및 레진 태그의 형성을 연구하여, 본 연구와 같이 미백 후 1주일이면 미백치료 이전 수준으로 접착력이 회복된다고 하여 본 실험과 유사한 결과를 보였으며, 그 원인으로 미백 후 즉시 접착군에서 다른 실험군에 비해 짧고 불분명한 레진 태그가 형성되었음을 보고하였다.

미백 치료 후 복합 레진 접착 시 결합력 감소에 대한 연구는 오랜 동안 진행되어 왔다. 초기의 연구에서 Titley 등^{11,13}은 35% 과산화수소를 적용한 치아의 레진-법랑질 계면에서의 미백 실패가 일어난다고 보고하였고, 후에 이 현상이 10% 카바이드 과산화물을 적용한 경우에도 일어난다고 하였다. Toko 등¹¹은 미백제의 적용 후 상아질에서의 결합력 감소에 대하여 보고하였다. 그러나 이러한 초기의 연구들은 아직 미백제의 적용 후 복합 레진과 치아의 결합력 감소 원인 및 해소 방안에 대해서는 제시하지 못하였으며, McGukin¹⁴은 레진 접착제의 결합력 회복과 시간의 경과가 약간의 상관관계가 있다고 언급하였다.

Dishman 등¹⁹은 25% 과산화수소를 적용한 실험에서 미백 직후를 제외한 미백 후 약 1일 후부터 접착 강도가 회복되었다고 보고하였다. 그는 또한 주사 전자 현미경을 이용하여 치아와 복합 레진의 접착 계면을 관찰하였으며, 미백 직후 접착군에서 레진 태그의 존재가 현저하게 줄어들었다고 보고하였다. 이는 본 실험과는 차이가 있는 결과로 본 실험에서는 감소된 결합 강도의 약 50%가 미백 1일 후에 회복되었지만 미백 처리 이전의 결합력과 는 차이를 보였다.

Spyrides 등²⁰은 35% 과산화수소, 35% 카바이드 과산화물 그리고 10% 카바이드 과산화물을 각각 30분, 30분, 6시간 적용한 후 Z100과 Single Bond를 사용하여 접착 후 결합 강도를 측정하였으며, 보관액으로 인공 타액을 사용하였다. 미백 직후 접착한 군에서는 약 71 - 76% 범위의 결합력 감소가 발생하여 본 실험과 유사한 결과를 보였으나, 미백 후 일주일간 보관한 군에서는 대조군에서도 53%의 결합력 감소를 보였을 뿐 아니라, 10% 카바이드 과산화물을 적용한 군에서는 미백 직후와 결합력 변화를 보이지 않았다. 이는 본 연구를 포함한, 미백제 적용

후, 유예 기간이 복합 레진 결합력에 미치는 영향에 대한 타 연구들과도 상이한 결과이다. 그 이유는 인공 타액의 영향으로 사료되며, 이에 본 연구에서는 보관액에 의한 영향을 최소화하고자 증류수를 보관액으로 사용하였으며, 24시간 마다 교체하여 보관액에 용출된 과산화수소가 다시 치아에 영향을 미치지 못하도록 하였다.

Cavalli 등²¹은 당시 시판 중이던 16%와 20%의 카바이드 과산화물을 사용하여 미백 처리 후 상아질과 법랑질에 각각 복합 레진을 접착하고 전단 결합 강도를 측정하였으며, 과산화물의 농도에 관계없이 본 실험 결과에 비해 상당히 긴 약 3주간의 유예기간을 둘 것을 추천하였다.

Basting 등³⁰은 10%에서 22%에 이르는 7종의 카바이드 과산화물을 42일간 매일 8시간씩 적용한 후 14일간 인공 타액에 보관한 다음 결합 강도를 측정한 결과 미백 치료 전과 유사한 전단 결합 강도를 측정할 수 있었다고 하였다. 그들은 미백 치료에 의해 낮아진 여러 무기 이온이 인공 타액으로부터 치아로 흡수되어 감소했던 결합 강도를 회복시킬 수 있었다고 하였으나, 본 연구에서는 인공 타액이 아닌 증류수를 보관액으로 사용하였음에도 결합 강도의 회복이 일어났다. 그러므로 미백 치료 후 결합 강도의 감소는 무기 이온 변화에 의한다고 보기 어려울 것으로 사료된다.

Unlu 등³¹은 10% 카바이드 과산화물과 35% 과산화수소를 사용하여 각각 미백 직후, 미백 후 1일, 1주, 2주간의 유예기간을 둔 후 측정된 법랑질과 복합 레진의 전단 강도 실험에서 10% 카바이드 과산화물에서는 1일의 유예기간을, 그리고 35% 과산화수소 미백제를 사용할 때에는 1주일간의 유예 기간을 둘 것을 제안하여 본 연구와 유사한 결과를 보였다.

미백 치료 후 복합 레진 접착 시 접착력 감소를 회복하기 위해 적절한 유예 기간 두는 것 외에 좀 더 적극적인 방법들이 연구, 보고 되어 왔다. 이러한 접착력의 감소는 앞서 언급했듯이 활성 산소의 잔류에 의한 것으로, 2002년 Lai 등¹⁵은 10% 카바이드 과산화물 적용 후 10분간 각각 10% 아스코베이트 나트륨과 증류수에 보관 후 복합 레진을 접착하여 항산화제 적용 군에서의 결합력이 회복되는 것을 보고하였다. 그는 또한 접착 계면을 주사 전자 현미경으로 관찰하여 항산화제 적용 군에서의 활성 산소의 현저한 감소를 관찰하였다. 그러나 항산화제의 임상에서의 사용은 그 안정성 문제에 있어서 좀 더 연구가 필요하리라 사료된다.

미백 치료 후 유예 기간을 두는 것은 결합 강도의 회복 뿐만 아니라 다른 관점에서도 필요하다. Gegauff 등³²은 카

바마이드 과산화물을 사용한 미백 술식 에서 치료 완료 약 1주일 후 치아 색상의 경미한 복귀가 일어난다고 보고 하였다. 그러므로 미백 완료 후 유예기간을 두는 것은 복합 레진의 접착력 회복이라는 측면 뿐 아니라, 미백 완료 후 일어나는 경미한 색상의 복귀를 상쇄하는 의미에서도 필요하다고 할 수 있다. 복합 레진 치료에 있어서 수복 물과 색상의 조화는 매우 중요하므로 미백 치료 후 레진 접착치료를 위한 색상을 선택하기에 앞서 최소 1주일은 기다려야 하며, 미백 치료 직후 치아와 일치하는 색상을 선택하는 경우, 색상 평형이 일어난 후에는 치아와 레진 색상의 부조화가 일어날 것이기 때문이다.

미백치료 후 복합 레진 치료 전에 유예기간을 두는 것은 활성 산소 제거와 접착력의 회복이라는 측면에서 뿐 아니라 색상의 조화를 위한 심미 치료의 관점에서도 필요하다고 사료된다.

연구 방법과 실험 조건에 따른 결과의 차이는 있지만, 미백제의 적용은 레진 접착제의 침투와 레진 태그의 형성을 저해하여 결국 레진과 상아질의 결합력에 영향을 주며, 이는 무기 염류나 유기질 조성 성분의 변화에 의해서 라고 하기 보다는 활성 산소의 잔류에 의한 것으로 일정한 유예 기간을 두면 활성 산소가 점차 제거되어, 레진 접착제의 접착력이 회복된다. 이에 적절한 기간을 많은 논문들에서 제시하고 있으며, 본 연구에서는 35% 과산화수소를 적용하는 전문가 미백 술식에서 1주일의 기간을 둘 것을 추천한다.

결론

35% 과산화수소를 사용하여 미백 치료를 완료한 후 각각 다른 기간을 두고 상아질에 복합 레진을 접착시켜 진단 결합 강도를 측정할 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 미백 처리 직 후의 상아질 진단 결합 강도는 다른 군에 비해 유의하게 낮았으며 ($P < .05$), 미백 처리 전에 비해 약 78%의 결합력 감소를 보였다.
2. 미백 처리 1일 후 및 2일 경과한 군은 미백 직 후에 비해 유의하게 큰 회복력을 보였으나, 두 군 간에는 유의한 차이가 없었다 ($P > .05$).
3. 미백 일주일 후의 시편은 미백 처리 전에 비해 97%에 이르는 결합력을 보이며 두 군 간에는 유의한 차이가 없었다 ($P > .05$).

미백 처리 후 결합력의 회복은 미백 처리 1일 이전에 급격히 일어나며, 그 이후에는 서서히 일어나는 것으로 사료되며, 1주일 후에는 미백 처리 이전과 유사한 결합 강도를 보인다. 이상의 결과로 볼 때, 35% 과산화수소를 적

용하는 전문가 미백 술식에서는 1주일간의 기간을 두고 복합 레진 접착술을 시행하는 것이 임상 적용에 적절할 것으로 사료된다.

참고문헌

1. Camargo SE, Valera MC, Camargo CH, Gasparoto Mancini MN, Menezes MM. Penetration of 38% hydrogen peroxide into the pulp chamber in bovine and human teeth submitted to office bleach technique. *J Endod* 2007;33:1074-7.
2. Haywood VB. History, safety, and effectiveness of current bleaching techniques and applications of the nightguard vital bleaching technique. *Quintessence Int* 1992;23:471-88.
3. Sasaki RT, Barbosa MC, Flório FM, Basting RT. Enamel microhardness and shear bond strength after treatment with an 18% carbamide peroxide bleaching varnish. *Am J Dent* 2007;20:324-8.
4. Basting RT, Rodrigues AL Jr, Serra MC. The effects of seven carbamide peroxide bleaching agents on enamel microhardness over time. *J Am Dent Assoc* 2003;134:1335-42.
5. Lewinstein I, Fuhrer N, Churaru N, Cardash H. Effect of different peroxide bleaching regimens and subsequent fluoridation on the hardness of human enamel and dentin. *J Prosthet Dent* 2004;92:337-42.
6. Taher NM. The effect of bleaching agents on the surface hardness of tooth colored restorative materials. *J Contemp Dent Pract* 2005;15;6:18-26.
7. Benetti AR, Valera MC, Mancini MN, Miranda CB, Balducci I. *In vitro* penetration of bleaching agents into the pulp chamber. *Int Endod J* 2004;37:120-4.
8. Heller D, Skriber J, Lin LM. Effect of intracoronal bleaching on external cervical root resorption. *J Endod* 1992;18:145-8.
9. Amato M, Scaravilli MS, Farella M, Riccitiello F. Bleaching teeth treated endodontically: long-term evaluation of a case series. *J Endod* 2006;32:376-8.
10. Shinohara MS, Peris AR, Pimenta LA, Ambrosano GM. Shear bond strength evaluation of composite resin on enamel and dentin after nonvital bleaching. *J Esthet Restor Dent* 2005;17:22-9.
11. Titley KC, Torneck CD, Smith DC, Adibfar A. Adhesion of composite resin to bleached and unbleached bovine enamel. *J Dent Res* 1988;67:1523-8.
12. Titley KC, Torneck CD, Ruse ND. The effect of carbamide-peroxide gel on the shear bond strength of a microfil resin to bovine enamel. *J Dent Res* 1992;71:20-4.
13. Torneck CD, Tittley KC, Smith DC, Adibfar A. The influence of time of hydrogen peroxide exposure on the adhesion of composite resin to bleached bovine enamel. *J Endod* 1990;16:123-8.

14. McGuckin RS, Thurmond BA, Osovitz S. Enamel shear bond strengths after vital bleaching. *Am J Dent* 1992;5:216-22.
15. Lai SC, Tay FR, Cheung GS, Mak YF, Carvalho RM, Wei SH, Toledano M, Osorio R, Pashley DH. Reversal of compromised bonding in bleached enamel. *J Dent Res* 2002;81:477-81.
16. Vongphan N, Senawongse P, Somsiri W, Harnirattisai C. Effects of sodium ascorbate on microtensile bond strength of total-etching adhesive system to NaOCl treated dentine. *J Dent* 2005;33:689-95.
17. Muraguchi K, Shigenobu S, Suzuki S, Tanaka T. Improvement of bonding to bleached bovine tooth surfaces by ascorbic acid treatment. *Dent Mater J* 2007;26:875-81.
18. Bulut H, Turkun M, Kaya AD. Effect of an antioxidizing agent on the shear bond strength of brackets bonded to bleached human enamel. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006;129:266-72.
19. Dishman MV, Covey DA, Baughan LW. The effects of peroxide bleaching on composite to enamel bond strength. *Dent Mater* 1994;10:33-6.
20. Spyrides GM, Perdigão J, Pagani C, Araújo MA, Spyrides SM. Effect of whitening agents on dentin bonding. *J Esthet Dent* 2000;12:264-70.
21. Cavalli V, Reis AF, Giannini M, Ambrosano GM. The effect of elapsed time following bleaching on enamel bond strength of resin composite. *Oper Dent* 2001;26:597-602.
22. Sundfeld RH, Briso AL, De Sá PM, Sundfeld ML, Bedran-Russo AK. Effect of time interval between bleaching and bonding on tag formation. *Bull Tokyo Dent Coll* 2005;46:1-6.
23. Sulieman M, MacDonald E, Rees JS, Newcombe RG, Addy M. Tooth bleaching by different concentrations of carbamide peroxide and hydrogen peroxide whitening strips: an *in vitro* study *J Esthet Restor Dent* 2006;18:93-101.
24. Al-Salehi SK, Wood DJ, Hatton PV. The effect of 24h non-stop hydrogen peroxide concentration on bovine enamel and dentine mineral content and microhardness. *J Dent* 2007;35:845-50.
25. Elkhatib H, Nakajima M, Hiraishi N, Kitasako Y, Tagami J, Nomura S. Surface pH and bond strength of a self-etching primer/adhesive system to intracoronal dentin after application of hydrogen peroxide bleach with sodium perborate. *Oper Dent* 2003;28:591-7.
26. Leonard RH Jr, Garland GE, Eagle JC, Caplan DJ. Safety issues when using a 16% carbamide peroxide whitening solution. *J Esthet Restor Dent* 2002;14:358-67.
27. Jiang T, Ma X, Wang Y, Zhu Z, Tong H, Hu J. Effects of hydrogen peroxide on human dentin structure *J Dent Res* 2007;86:1040-5.
28. Bishara SE, Oonsombat C, Soliman MM, Ajlouni R, Laffoon JF. The effect of tooth bleaching on the shear bond strength of orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2005;128:755-60.
29. Toko T, Hisamitsu H. Shear bond strength of composite resin to unbleached and bleached human dentine. *Asian J Aesthet Dent* 1993;1:33-6.
30. Basting RT, Rodrigues JA, Serra MC, Pimenta LA. Shear bond strength of enamel treated with seven carbamide peroxide bleaching agents. *J Esthet Restor Dent* 2004;16:250-60.
31. Unlu N, Cobankara FK, Ozer F. Effect of elapsed time following bleaching on the shear bond strength of composite resin to enamel. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2008;84:363-8.
32. Gegauff AG, Rosenstiel SF, Langhout KJ, Johnston WM. Evaluating tooth color change from carbamide peroxide gel. *J Am Dent Assoc* 1993;124:65-72.

Effect of post-bleaching time intervals on resin in dentin bonding strength

Shinjae Song¹, DDS, Sunjong Kim³, DDS, MSD, PhD, Yongseon Ro¹, DDS, MSD, Jaejun Ryu^{2*}, DDS, MSD, PhD

¹Graduate student, ²Professor, Department of Esthetic Restorative Dentistry,

³Associate Professor, Graduate School of Clinical, Dentistry, Korea University

Statement of problem: There is a reduction of dentin bonding strength when the bonding procedure is carried out immediately after bleaching with peroxides. **Purpose:** The aim of this study is to evaluate a proper time interval for in-office bleaching technique using 35% hydrogen peroxide. **Material and methods:** Fifty extracted non-carious human third molars were used in this study. Buccal enamel of each tooth was removed and polished by 600 grits silicone carbide paper. They were randomly divided into five groups and bleached 35% hydrogen peroxide except control group. All groups were bonded with Single Bond/Z 350 after each time intervals; Group-A: control, no bleaching treatment. Group-B: resin bonding immediately after bleaching. Group-C: resin bonding 1 day after bleaching. Group-D: resin bonding 2 days after bleaching. Group-E: resin bonding 7 days after bleaching. Shear bond strengths were measured with a cross-head speed of 1.0 mm/min using an Instron machine. The data of results were statistically analyzed by analysis of variance (ANOVA) and Tukey multiple comparison test. ($P = .05$) **Results:** There were significant decreases in mean shear strength in immediately bonding group after bleaching. The reduction of bond strengths was 78% compared with the group of no bleaching treatment. Group C showed the recovery of 51%, and Group D showed recovery of 63%. Both of them have no statistical difference with non-bleaching group. Group E showed no statistical difference with no bleaching treatment group. **Conclusion:** Dentin bonding strength is significantly reduced when bonding is performed immediately after bleaching for in-office bleaching regimens using 35% hydrogen peroxide, and increases as time goes by. One week of elapsed time between bleaching and resin bonding significantly increases bonding strengths for the in-office bleaching technique.

Key words: bleaching, dentin bonding, 35% hydrogen peroxide, bonding strength

Corresponding Author: **Jae-Jun Ryu**

Korea University Ansan Hospital, Gojan 1-Dong, Danwon-Gu, Gyeonggi-Do, 152-707, Korea

+82 31 412 5370: e-mail, koprosth@unitel.co.kr

Article history

Revised September 17, 2008 / Last Revision October 23, 2008 / Accepted April 17, 2009