creative commons
COMMONS DEED

저작자표시-비영리 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.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:

저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.

- 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

[UCI]I804:24011-200000237665

2009년 2월
석사학위 논문

실활치 미백에 대한 Nd-YAG Laser 조사 시간의 영향

조선대학교 대학원

치 의 학 과

강 승 복

실활치 미백에 대한 Nd-YAG Laser 조사 시간의 영향

The effect of the Nd -YAG Laser irradiation time on non-vital tooth bleaching

2009년 2월 일

조선대학교 대학원

치 의 학 과

강 승 복

실활치 미백에 대한 Nd-YAG Laser 조사 시간의 영향

지도교수 민 정 범

이 논문을 치의학 석사학위신청 논문으로 제출함.

2008년 10월 일

조선대학교 대학원

치 의 학 과

강 승 복

강승복의 석사학위논문을 인준함.

위원장 조선대학교 교수 황 호 길 인

위 원 조선대학교 교수 김 진 수 인

위 원 조선대학교 교수 민 정 범 인

2008년 11월 30일

조선대학교 대학원

목 차

표 목차 ····· ii

영문초록 ····· iii

Ⅰ. 서론 ····· 1

Ⅱ. 실험재료 및 방법 ····· 3

Ⅲ. 실험결과 ····· 7

Ⅳ. 총괄 및 고안 ····· 11

Ⅴ. 결론 ····· 15

참고문헌 ····· 17

표 목 차

Table 1. Groups classification by Laser irradiation and application time ……4

Table 2. The vita value-oriented shade guide with 16 shades ranked from the lightest color on the left to the darkest color on the right ……5

Table 3. The design of shade test and shade matching ……5

Table 4. Shade value of each group according to the time (Mean ± SD) ……7

Table 5. Shade changes by 1st shade matching (Mean ± SD) ……8

Table 6. Shade changes by 2nd shade matching (Mean ± SD) ……9

도 목 차

Fig 1. Graphic representation of shade matching by 1st shade matching ……8

Fig 2. Graphic representation of shade matching by 2nd shade matching ……9

ABSTRACT

The effect of the Nd -YAG Laser irradiation time on non-vital tooth bleaching

Kang, Seung Bok
Advisor : Prof. Min, Jeong-Bum
Department of Dentistry,
Graduate School of Chosun University

The purpose of this *in vitro* study was to evaluate the effect of the Nd-YAG laser irradiation time on non-vital tooth bleaching. Forty extracted human mandibular premolars with intact crowns were used. After endodontic treatment of these teeth, the canal filling was removed 2mm below the CEJ and covered with a 2mm thick glass-ionomer. The mixture of sodium perborate and 30% hydrogen peroxide were placed in the pulp chamber. The teeth were randomly divided into 4 groups of 10 specimens and Nd-YAG Laser irradiation treatment was performed differently; Group 1 was not irradiated and Group 2, 3, 4 were irradiated for 10, 20, 60 seconds each.

Fresh bleaching agent was replaced at every 7 days and then, Nd-YAG Laser was also irradiated. Then, shade change was measured at 7, 14, and 21 days. To evaluate the degree of shade change, 1 evaluator recorded the shade of each teeth using Spectrophotometer (Shadepilot, DeguDent, Inc., Hanau, Germany).

To evaluate the effect of Nd-YAG laser irradiation time, obtained shade values were analyzed by two shade matching. The first shade matching was defined as comparison between 2 color values which measured before and 1 week after laser irradiation and the second shade matching was defined as comparison between 2 color values which measured before and right after laser irradiation.

In the first shade matching, irradiated teeth showed brighter shade than the non-irradiated teeth. Though group 2 showed the greatest shade change among the groups, the difference between Group 4 was not significant. The results of second shade matching showed that the teeth shade measured right after initial laser irradiation showed statistically significant changes compared to non-irradiated teeth, but there were no differences after 1 week.

In conclusion, this study demonstrates that Nd-YAG laser irradiation has influence on the degree of shade change of non-vital bleached teeth.

I. 서 론

치아 미백은 최근 환자들의 심미성에 대한 요구증가와 더불어 관심이 집중되고 있는 치과 치료 분야 중 하나이다. 변색된 치아를 치료할 경우 레진 수복, porcelain veneers, 그리고 도재소부전장관과 비교해 볼 때 치아 미백은 가장 보존적이고 안전한 술식이라 할 수 있다. 실활치 변색은 주로 외상이나 우식에 의한 치수 괴사 후 주로 나타나며 불완전한 근관 치료 후에 치수 잔사가 치수각에 남아있거나 근관충전재가 과도하게 치수강에 남을 경우에도 유발될 수 있다.

치아 변색의 해결을 위한 시도는 오래전부터 계속되어 왔는데, 19세기 중반 이후 변색된 실활치에 대한 미백이 처음 보고되었다. 1884년 Harlan[1)]은 미백제로 과산화수소 (H_2O_2)의 사용을 처음 언급했으며, Stewart[2)]는 치수강에 가열된 30% 과산화수소를 적용한 thermocatalytic bleaching technique을 보고한 바 있다. 하지만 thermocatalytic bleaching technique을 적용한 치아의 7%에서 1~8년 후 치경부 외흡수가 발생했다고 언급했다[3)4)]. 1961년 Spasser[1)]는 새로운 미백법을 보고했는데 과붕산나트륨 (sodium perborate /$NaBO_3 \cdot 4H_2O$)과 증류수와 혼합한 미백제를 치수강에 적용하였다. 그 후 Nutting[5)]과 Poe[6)]가 증류수 대신 30% 과산화수소로 대체하여 적용하였는데 이것이 'walking bleaching' 이며 두 산화제가 혼합됨으로써 더욱 효과적인 결과가 나타났다고 하였다[7-10)].

한편, Light (빛) Amplification (증폭) by Stimulated (유도) Emission (방출) of Radiation (복사)라는 단어들의 두음문자인 레이저 (LASER)는 Einstein의 유도방출 이론을 바탕으로 개발되었다. 1960년 Maiman[11)12)]에 의해 루비 레이저가 처음 개발된 이후 다른 종류의 고체 (Nd-YAG, Er-YAG 등의 결정체)는 물론 액체 및 기체 (이산화탄소, 아르곤 등) 등 다양한 물질이 레이저 발생 매체로 활용되며 오늘에 이르고 있다. 현재 레이저는 일상생활은 물론 의학 분야에 있어서도 필수불가결한 도구로 자리 잡았으며 치과 영역에서도 다양한 분야에서 집중적으로 연구되고 있는 상황이다. 치과 영역에서 레이저는 주로 광열작용을 이용하는데 치과용으로 사용되는 대표적인

레이저에는 Nd-YAG 레이저, Er-YAG 레이저, CO_2 레이저가 있으며 각각의 레이저 특성에 따라 쓰이는 용도가 다르다[13].

현재 변색된 실활치를 미백하기 위해 가장 일반적으로 사용되는 방법은 walking bleaching과 thermo/photo bleaching 술식이다. 하지만 앞서 언급한 것처럼 열기구나 전기기구를 이용한 thermocatalytic bleaching technique이 과산화수소의 미백작용을 증진시킬 수 있지만 과산화수소에 열을 과하게 적용하게 되면 산화제인 과산화수소의 상아세관 내 확산을 더욱 촉진시켜 치경부 흡수 위험성이 높아진다[14].

이에 반해 치과용 레이저를 적용할 경우 파장, 조사 출력, pump mode 등의 조절이 가능하고 laser beam이 한 점으로 집중되는 것을 막기 위해 퍼지도록 설계하여 조직 손상의 위험을 감소시킬 수 있다. 또한 일부 연구자들은 레이저 에너지가 미백용액을 일반적인 열원보다 더 빨리 가열하기 때문에 치아 및 치아주위 조직에 영향 받지 않는다고 주장하기도 한다. 특히 Nd-YAG 레이저는 멜라닌과 같은 색소가 존재하는 부위에 더욱 더 효과적으로 작용하는 것으로 알려져 있다. 하지만 아직까지 레이저를 이용한 치아 미백, 특히 실활치 미백에 대해 보고된 연구가 거의 없으며 실활치 미백에 레이저를 적용할 경우 검증된 프로토콜 역시 제시된 자료가 거의 없는 실정이다.

따라서 이 연구에서는 진료실 내 실활치 미백에서 미백제 적용 후 Nd-YAG 레이저를 적용했을 때, 추가적인 레이저 조사가 미백 효과에 미치는 영향을 적용 시간을 달리해 평가해 보고자 한다.

Ⅱ. 실험재료 및 방법

1. 실험 표본의 준비

건전한 치관을 가진 어두운 색상의 (Vita shade A2 이상) 발치된 하악 소구치 40개를 실험 표본으로 사용하였다. 치근면에 붙어 있는 모든 치석과 치주인대 잔사를 제거하기 위해 초음파 스케일러로 치아를 세척하였다. 실활치 상태로 만들기 위해 치수강 개방 후 발수 및 Protaper (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Switzerland) 엔진 구동형 니켈-티타늄 파일을 이용하여 F2까지 근관 확대를 시행하였다. 이후 continuous wave technique을 이용하여 거터퍼쳐로 근관을 충전하였다. 치경부 흡수를 예방하기 위해 치관부를 백악 법랑 경계 (CEJ) 2 mm 하방까지 가열된 plugger로 거터퍼쳐를 제거한 후, 흐름성이 있는 글래스아이오노머를 2 mm 두께로 백악 법랑 경계에 맞추어 기저재로 적용하였다.

2. 실험 방법

(1) 미백 술식

미백제는 과붕산나트륨 (sodium perborate)과 35% 과산화수소를 약 2 g/ml의 powder/liquid 비율로 혼합하여 모든 치아에 동일하게 적용하였다. 혼합된 미백제를 아말감 캐리어로 치수강에 위치시키고 cotton pellet으로 여분의 물기를 제거 후, 미백제가 치수강의 순면으로 압착되도록 하였다. Nd-YAG Laser (SDL-3300EN, B&B system, Seoul, Korea)를 사용하여 wave 1.06, pulse rate 20 Hz, energy 값은 100 mJ, power 값은 2.0 W로 동일하게 설정하여 조사하였다. 미백제 적용 후 레이저를 치수강에서 1cm 떨어져 조사하였다. 치아 및 치아 주위 조직에 온도 상승에 따른 부작용을 최소화시키기 위해 조사되는 시간은 10초로 하고, 추가적으로 10초 간격으로 cooling time을 가졌다. 레이저 조사를 한 후 비교적 경화시간이 빠른 IRM (Dentsply, Milford, USA)을 최소한 3mm 두께로 적용시켜 임시 가봉하였다. 이후 치아

탈수로 인한 변색을 막고 구강내와 동일한 상태로 유지하기 위해 증류수에 보관하였다.

(2) 군 분류

과붕산나트륨 (sodium perborate)과 35% 과산화수소를 혼합한 미백제를 적용한 총 40개 치아들을 레이저 조사 시간에 따라 레이저를 0초, 10초, 20초, 60초 조사한 4개의 군으로 분류하였으며 레이저 조사 시간은 10초로 동일화하였다 (Table 1). 레이저를 20초, 60초 조사한 군은 레이저 조사 후 10초 간격으로 cooling time을 가졌다.

Table 1. Groups classification by Laser irradiation and application time

Group	*Number of teeth(n)*	*Laser irradiation(sec)*
1	10	No Laser irradiation
2	10	10s
3	10	20s
4	10	60s

(3) 색상 측정

색상은 Spectrophotometer (Shadepilot, DeguDent, Inc., Hanau, Germany)를 사용하여 측정하였다[15]. 색상 평가의 조건을 동일화하기 위하여 측정은 18~20시, 형광등 하에서 1명의 평가자에 의해 이루어졌다. 각 치아의 색상 평가는 Vita Value-oriented Shade Guide를 이용하여 가장 밝은 B1에서 가장 어두운 C4로 각 1에서 16까지 수치로 환산하였다[16](Table 2).

미백 효과에 대한 치아 색상 값의 평가는 치료시작 전과 미백제 및 레이저 적용 후 1주, 2주, 3주가 경과한 후를 포함하여 총 7번 시행되었다 (Table 3). 7회의 색상 값 평가 결과는 각각 2번의 매칭을 통해 레이저의 효과를 분석하는 데 쓰였다. 첫 번째 Shade matching은 매주 나타나는 군별 미백 효과를 알아보기 위한 것 (A-B-C)이었고, 두 번째 Shade matching은 각 군에서 주

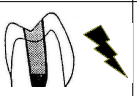
마다 나타나는 레이저 조사 직후의 즉각적인 미백 효과를 알아보기 위한 것(D-E-F)이었다.

Table 2. The Vita Value-oriented Shade Guide with 16 Shades Ranked From the Lightest Color on the Left to the Darkest Color on the Right

B1	*A1*	*B2*	*D2*	*A2*	*C1*	*C2*	*D4*	*A3*	*D3*	*B3*	*A3.5*	*B4*	*C3*	*A4*	*C4*
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

*Vita Shade Guide is manufactured by Vident, Brea, Calif.

Table 3. The design of shade measurement and shade matching

Period	*0 week*				*1 week*				*2 week*				*3 week*
Treat-ment	prepared non-vital teeth	bleaching agent +irradiation	*	*	bleaching agent +irradiation	*	*	bleaching agent +irradiation	*	*
Group 1											
Group 2, 3, 4											
Shade measure-ment	(1)		(2)	(3)		(4)	(5)		(6)	(7)
1st Shade matching	A:(1)-(3)									
				B:(3)-(5)						
							C:(5)-(7)			
2nd Shade matching	D:(1)-(2)			E:(3)-(4)			F:(5)-(6)			

: teeth without bleaching agent

: teeth with bleaching agent

: Laser irradiation

(4) 통계학적 분석

이번 실험에서 평가를 시행한 0, 1, 2, 3주에서 각 군 간의 통계학적 분석을 위해 통계분석 프로그램인 SPSS ver. 16.0을 이용하였으며, 각 실험군 내의 시간에 따른 색상 비교는 Friedman Test와 Wilcoxon Signed Ranks Test를, 각각의 실험군 간 색상 변화량 비교는 Kruskal-Wallis test와 Mann-Whitney Test를 이용하였다.

Ⅲ. 실험결과

(1) 레이저 조사 시간에 따른 미백 효과

3주간의 실활치 미백에 따른 치아의 색상 값의 변화는 Table 4, 5 와 같다. 모든 실험군은 미백제 적용 후 시간 경과에 따라 치아 색상이 밝아지는 것을 관찰할 수 있었다 (Table 4). 레이저 조사 시간에 따른 미백 효과를 알아보기 위해 시행한 1st shade matching 결과, 2군과 4군에서 미백 후 1주, 2주, 3주까지 미백 효과가 지속됨을 알 수 있었지만 시간에 따른 색상 변화량은 점점 감소하는 양상을 보였다 (Table 5, Fig. 1).

또한 레이저 조사시간이 치아 미백에 미치는 영향을 알아보았을 때, 레이저를 조사한 2, 3, 4군 모두 미백제만 적용한 1군에 비해 1주 경과 후 (A) 색상 변화량이 더 많음을 알 수 있었지만 2주 후 (B) 색상 변화량은 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았다 ($p > 0.05$)(Table 5, Fig. 1). 레이저를 조사한 군에서의 변화량을 비교한 경우 전체적으로 2군이 3군, 4군보다 더 큰 변화량을 보이고 있으나 4군과 비교해 볼 때 통계학적으로 유의한 차이를 보이지는 않았다 ($p > 0.05$)(Table 5, Fig. 1).

Table 4. Shade value of each group according to the time (Mean ± SD)

Week / Group	Baseline	1 week	2 week	3 week
1	6.20±2.348^{A}	4.70±1.889^{B}	3.20±1.317^{C}	3.10±1.101^{C}
2	9.50±3.064^{A}	3.50±1.958^{B}	2.50±0.527^{C}	1.80±0.422^{D}
3	6.50±1.780^{A}	2.90±1.197^{B}	2.10±0.316^{C}	2.20±0.632^{BC}
4	8.70±2.627^{A}	4.50±3.206^{B}	3.50±2.550^{C}	2.80±2.098^{D}

Friedman test : $p < 0.05$

The same uppercase letters are not statistically significant.

Capital letters were used to compare duration of treatment in each group.

Table 5. Shade changes by 1st shade matching (Mean ± SD)

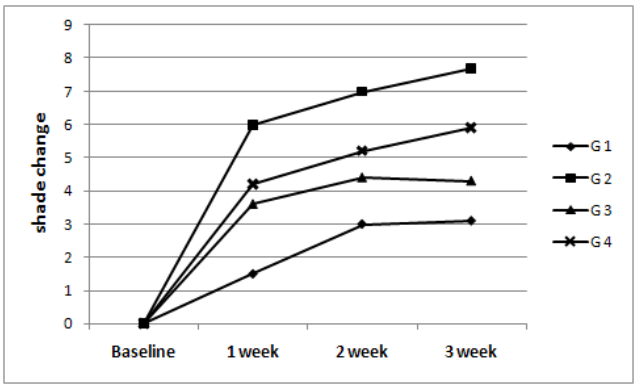
Week / Group	*1 week* (A)	*2 week* (B)	*3 week* (C)	*P*
1	1.50 ± 1.080^{Aa}	1.50 ± 1.581^{A}	0.10 ± 0.738^{Bab}	0.014
2	6.00 ± 1.826^{Ab}	1.00 ± 1.826^{B}	0.70 ± 0.675^{Ba}	0.000
3	3.60 ± 1.838^{Ac}	0.80 ± 0.919^{A}	-0.10 ± 0.568^{Ab}	0.000
4	4.20 ± 2.098^{Abc}	1.00 ± 1.826^{B}	0.70 ± 0.675^{Ba}	0.003
P	0.000	0.551	0.012	

Friedman test and Kruskal-Wallis test: $p < 0.05$

The same uppercase letters are not statistically significantly different.

Capital letters were used to compare duration of treatment in each group and small letters were used to compare groups.

Fig. 1 Graphic representation of shade changes by 1st shade matching



(2) 레이저 조사 직후 치아 미백 효과

레이저 조사 직후 치아 미백 효과를 알아보기 위해 시행한 2nd shade matching 결과, 1군에 비해 레이저를 조사한 2, 3, 4군에서 처음 레이저 적용 직후 (D) 통계학적으로 유의성 있게 변화량이 크게 나타났다 ($p < 0.05$)(Table 6). 하지만 1주 (E), 2주 (F)째 레이저 조사 직후 2, 3, 4군과 1군 간의 색상 변화량은 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았다 ($p >$

0.05)(Table 6). 레이저를 조사한 군 간의 색상 변화량을 비교해 보면 4군에서 처음 미백제 및 레이저 적용 직후 색상 변화를 바로 측정했을 때 (D) 가장 큰 차이를 보였으나 통계학적으로 유의한 차이는 아니었다 ($p > 0.05$)(Table 6, Fig. 2).

Table 6. Shade changes by 2nd shade matching (Mean ± SD)

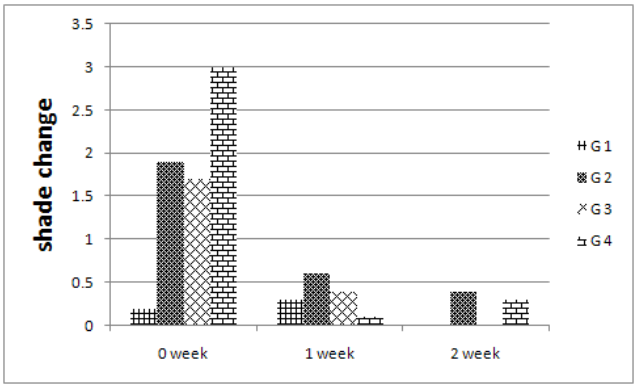
Week / Group	0 week (D)	1 week (E)	2 week (F)	P
1	0.20 ± 0.422^{a}	0.30 ± 0.483	0.00 ± 0.000	0.174
2	1.90 ± 1.792^{Ab}	0.60 ± 0.699^{B}	0.40 ± 0.699^{B}	0.032
3	1.70 ± 1.636^{Ab}	0.40 ± 0.516^{B}	0.00 ± 0.000^{C}	0.003
4	3.00 ± 2.055^{Ab}	0.10 ± 0.316^{B}	0.30 ± 0.483^{B}	0.003
P	0.003	0.243	0.076	

Friedman test and Kruskal-Wallis test: $p < 0.05$

The same uppercase letters are not statistically significant.

Capital letters were used to compare duration of treatment in each group and small letters were used to compare groups.

Fig. 2 Graphic representation of shade changes by 2nd shade matching



IV. 총괄 및 고안

실활치 미백에서 미백제를 활성화시키는 기전은 크게 두 가지로서 Thermocatalysis와 Photolysis이다[17]. 빛이 미백제에 조사되면 빛의 일부가 흡수되어 이 때 발생하는 에너지는 열로 전환된다. 즉 Thermocatalysis란 [H_2O_2+211kJ/mol→2HO˚]의 등식에 따라 전환된 열에 의한 온도 상승 때문에 peroxide에서 hydroxyl-radicals 방출이 가속화되는 것이며 방출된 hydroxyl-radicals의 증가는 미백 효과를 증진시킨다. 또 다른 기전인 photolysis는 과산화수소 (H_2O_2)에서 hydroxyl-radicals의 방출은 광선에 의한 직접적인 자극을 통해서도 가능하다는 것이며 [H_2O_2+hɣ→2HO˚ (h=Planck 상수)]의 등식에 의해 특정 주파수 ɣ의 빛이 흡수되면 과산화수소 (H_2O_2)가 2 hydroxyl-radicals로 결합 분열이 발생할 수 있다. 이 때 요구되는 에너지는 오직 고주파 (248 nm)의 light에 의해 제공 가능하다.

빛은 고유의 파장을 가지고 있으며, 치과용 레이저로 가장 많이 사용되고 있는 Nd-YAG 레이저 (1,064 nm), Er-YAG 레이저 (2,900 nm), CO_2 레이저 (10,600 nm) 역시 각각 다른 파장대를 가지고 있다. 하지만 현재 국내에 시판되는 대부분의 미백제 파장대는 plasma arc lamp (380~580 nm) 또는 LED (430~490 nm)의 광조사 파장대에 맞게 시판되고 있어 위의 세가지 레이저는 파장대가 맞지 않는다. 파장대가 맞지 않더라도 레이저의 발열이라는 특성을 이용해 미백제의 activation을 기대해볼 수 있다. 따라서 이 연구에서 사용한 레이저에 의한 효과는 Photolysis 기전보다는 Thermocatalysis 기전에 좀 더 가깝다고 볼 수 있다. 하지만 Er-YAG 레이저나 CO_2 레이저는 조사시 수분을 강하게 흡수하는 성질이 있어 치아에 조사시 수분을 흡수하여 기화, 건조가 되고 조직이 탈수 있게 되어 치수 및 치아 주위 조직의 손상 가능성도 배제할 수 없기 때문에 생활치 미백이나 실활치 미백에 Er-YAG 레이저나 CO_2 레이저가 부적합한 이유가 된다. 또한 Er-YAG 레이저, CO_2 레이저는 구조상 조사할 때 실활치의 치수강 내부로 직접 적용하기에는 접근성이 좋지 않다. 하지만 Nd-YAG 레이저는 수분을 흡수하지 않으며 파장이 짧아 일정한 색소 (황색)에 흡수되기 쉬워 세포내의 단백질에 흡수되는 것으로 알려져

있으며, 멜라닌과 같은 색소가 존재하는 부위에 더욱 더 효과적으로 작용한다. 게다가 Nd-YAG 레이저는 접촉성 광섬유로 되어 있어 좁은 치수강 내로 Er-YAG 레이저, CO_2 레이저보다 접근하기가 유리하다. 따라서 이 연구에서는 레이저에 의한 치수 손상 가능성으로 인해 생활치가 아닌 실활치를 실험 대상으로 선택하였으며 레이저 역시 치아 및 주위조직에 손상을 최소화할 수 있는 Nd-YAG 레이저를 적용하였다. 물론 Nd-YAG 레이저를 장기간 조사하면 치아 주위조직에 영향을 줄 수 있기 때문에 이 연구에서는 10초씩 조사하여 레이저 조사에 따른 온도 상승을 최소화하고 조사 후 10초의 cooling time을 가져 발열에 따른 상승된 온도가 치아 주위 조직에 주는 영향을 최소화하였다.

미백 약제의 효과를 평가하기 위해 치아 색상 값의 변화 정도를 비교하는 방법을 주로 이용하는데 이 중 Vita shade guide는 색상의 변화 정도를 예측하기 쉽기 때문에 미백치료의 평가에 자주 사용된다[18]. Vita shade를 측정하는 방법에는 Vita shade guide tap을 육안으로 평가하는 방법과 색상 측정기기인 Spectrophotometer나 Colorimeter 등을 이용하여 평가하는 방법이 있다. 이 연구에서는 예비 실험에서 육안으로 평가한 값과 색상 측정기기로 평가한 값 간에 오차가 많아 객관적 평가를 위해 색상 측정기기인 Spectophotometer (Shadepilot, DeguDent, Inc., Hanau, Germany)를 사용하였다.

미백치료는 다른 치료와 달리 치료 후 변화된 정도에 대해 술자와 환자 본인이 만족해야만 성공적인 치료가 될 수 있는 주관적인 특성을 가진다. 일반적으로 현재의 실활치 미백치료는 미백제 적용 후 1주일 단위로 색상 변화를 검사하기 때문에 시간이 걸리며, 성공적인 치료를 위해서는 최소 3~5회를 반복 시행한다. 만약 진료실 내에서 미백제 적용 후 즉시 변화된 정도가 나타난다면 환자의 만족도 및 협조도가 더 좋아질 수 있으며 미백 기간도 단축될 수 있다.

이 연구에서는 처음 미백제를 적용하고 레이저를 조사한 바로 직후 대조군과 비교하여 통계학적으로 유의한 차이를 관찰할 수 있었다 ($p < 0.05$). 이것은 진료실내 실활치 미백을 적용 후 눈에 띌 정도로 치아 색상의 개선 효과가 있음을 첫 내원한 환자에게 제시해 줄 수 있다는 점에서 임상적인 의의가 있다.

Nozaka와 Satoh[19] 등은 사람의 실활치에 직접 미백제 적용 후 Nd-YAG 레이저 (20pps,160mJ/pulse,3.2W로 설정)를 3분간 세 번 적용한 경우 가장 우수한 결과를 보였다고 보고한 바 있다. 그들은 미백 후 변색의 어떠한 재발도 관찰되지 않았고 어떠한 합병증도 발견된 적이 없었다고 하였다. 물론 그들의 연구는 변색 재발 여부 및 합병증을 장기간 관찰한 것이 아니기 때문에 한계가 있지만, 이 연구에서도 레이저 조사 후 시간경과에 따라 모든 치아에서 변색의 재발은 관찰되지 않았기에 이들의 주장과 일치한다. 하지만 3분간 세 번 레이저 조사에 따른 발열은 치아 온도 상승의 가능성을 높이고 향후 치경부 흡수 등의 부작용이 일어날 수 있기 때문에 주의가 요구되는 바이다.

이 연구에서 미백제 적용 후 레이저를 조사한 군 모두에서 레이저를 적용하지 않은 군보다 큰 미백 효과를 보였다. 그 중 레이저를 10초 조사한 경우가 가장 우수한 미백 효과를 보였는데 이 결과는 레이저를 60초 조사한 군과 비교해볼 때 통계학적으로 유의성 있는 차이는 아니었다($p < 0.05$). 하지만 이 결과를 통해 이번 연구에 사용된 치아들의 변색의 원인 및 예후에 따른 오차를 고려하더라도 레이저를 10초만 조사했을 때 60초와 유사한 효과를 얻을 수 있다면 레이저 적용 시간을 최소화하는 것이 환자를 위해 유리한 선택이라고 본다.

또한 3군을 제외한 2군과 4군에서는 미백 후 3주까지 미백 효과가 지속되고 있음을 확인할 수 있었다. 이를 통해 전반적으로 치료 기간내 레이저 조사 횟수에 따라 더 우수한 미백 효과를 보인다고 할 수 있다. 하지만 레이저를 조사 후 즉시 색상을 측정했을 때 1주 후부터는 큰 차이를 보이지 않았다. 이것은 미백 기간 동안 색이 밝아지면서 레이저를 처음 조사해서 얻은 변화값보다 즉시 밝아지는 정도에는 한계가 있기 때문일 것이다.

이 연구에서 레이저를 조사한 실험군이 미백제만 적용한 군과 비교해 볼 때 우수한 미백 효과를 얻을 수 있었지만 실험군 중에서 20초 조사한 군이 10초, 60초를 조사한 군보다 전반적으로 낮은 결과를 보인 것은 주목해 볼 만하다. 총 40개의 치아를 무작위로 네 개의 군으로 분류하여 실험하였는데, 다른 군들은 Vita Value-oriented Shade Guide에서 10 이상 수치를 갖는 어두운 색상의 치아들이 50% 정도 분포하고 있었으나 20초 군은 2개밖에 분포되지 않았다. 즉 다른 군들에 비해 더 밝은 치아가 20초 군에 많이 분포되어

있고 상대적으로 미백 후 색상 변화량이 다른 군들에 비해 적을 수 있다고 생각해 볼 수 있다.

한편, 레이저 조사시간을 줄이면서 동시에 레이저의 미백 효과를 증진시킬 수 있는 방법으로 레이저 광촉매제를 생각해 볼 수 있다. 하지만 이에 대한 연구 역시 미비한 상태이기 때문에 향후에는 레이저를 이용한 미백 효과 증진 및 실용화를 위해 레이저 광촉매제 개발 분야로 연구가 확대되어야 할 것으로 생각된다.

V. 결 론

이 연구는 미백제를 적용한 후 추가적으로 Nd-YAG 레이저 조사에 따른 미백 효과를 평가하기 위해 시행되었다. 건전한 치관을 가진 어두운 색상 (Vita shade A2) 이상의 발치된 인간의 하악 소구치 40개가 본 실험을 위해 사용되었다.

실활치의 조건을 만들기 위해 근관 치료 후 글래스아이오노머를 2mm 두께로 백악 법랑 경계에 맞추어 기저재로 적용하고 무작위로 네 개의 실험군 (각 군당 n=10)으로 분류하였다. 치수강에 과붕산나트륨 (sodium perborate)과 35% 과산화수소를 혼합한 미백제를 적용 후 실험군에 따라 Nd-YAG 레이저를 10초, 20초, 60초 조사하였다.

이번 실험에서 평가를 시행한 0, 1, 2, 3 주에서 각 군 간의 통계학적 분석을 위해 통계분석 프로그램인 SPSS ver. 16.0을 이용하였으며 각 실험군 내에서 시간에 따른 shade 비교는 Friedman Test와 Wilcoxon Signed Ranks Test를, 각각의 실험군 간 shade 변화량 비교는 Kruskal-Wallis test와 Mann-Whitney Test를 이용하였으며 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 미백제 적용 후 레이저를 조사한 군은 미백제만 적용한 군에 비해 전반적으로 우수한 미백 효과를 보였다 ($p < 0.05$).
2. 레이저를 조사한 군들 중에서는 10초를 조사했을 때 가장 우수한 결과 값을 얻었지만 60초를 조사한 군과 통계학적으로 유의성 있는 차이는 없었다 ($p > 0.05$).
3. 처음 레이저를 조사 후 즉시 색상을 측정했을 때 통계학적으로 유의성 있는 변화량이 나타났지만 ($p < 0.05$), 1주 후부터는 큰 차이를 보이지 않았다 ($p > 0.05$).

위의 결과로 미루어 볼 때, 실활치 미백에서 과붕산나트륨(sodium perborate)과 35% 과산화수소를 혼합한 미백제를 적용하는 walking bleaching 술식 후 Nd-YAG 레이저를 조사한다면 좀 더 우수한 미백 효과를 얻을 수 있음을 알 수 있었다.

참고문헌

1. Gianluca P, Laura Buono, Nicola MG, Cornelis HP, Francesco S. Nonvital tooth bleaching: A review of the literature and clinical procedures. *J Endod* 34:394-407, 2008.

2. Kaneko J, Inoue S, Kawakami S, Sano H. Bleaching effect of sodium percarbonate on discolored pulpless teeth in vitro. *J Endod* 26:25-28, 2000.

3. Attin T, Paque F, Ajam F, Lennon AM. Review of the current status of tooth whitening with the walking bleach technique. *Int Endod J* 36:313-329, 2003.

4. Friedman S, Rotstein I, Libfeld H, Stabholz A, Heling I. Incidence of external root resorption and esthetic results in 58 bleached pulpless teeth. *Endod Dent Traumatol* 4:23-26, 1988.

5. Jean C, Helene F, Fatiha I, Christelle R, Imad A. Time-course diffusion of hydrogen peroxide through human dentin: Clinical sinificance for young tooth internal bleaching. *J Endod* 33:455-459, 2007.

6. Nutting EB, Poe GS. A new combination for bleaching teeth. *J South Californian Dent Assoc* 31:289, 1963.

7. Rotstein I, Mor C,Friedman S. Prognosis of intracoronal bleaching with sodium perborate preparations in vitro : 1-year study. *J Endod* 19:10-12, 1993.

8. Nutting EB, Poe GS. Chemical bleaching of discolored endodontically treated teeth. *Dent Clin North Am* 11:655-662, 1967.

9. Serene TP, Snyder DE. Bleaching technique(pulpless anterior teeth). *J South Californian Dent Assoc.* 41:30-32, 1973.

10. Boksman I, Jordan RE, Skinner DH. Non-vital bleaching internal and external. *Aust Dent J* 28:149-152, 1983.

11. Gutknecht N, Kaiser F, Hassan A, Lampert F. Long-term clinical evaluation of endodontically treated teeth by Nd:YAG lasers. *J Clin Laser Med Surg* 14:7-11, 1996.

12. Myers TD, Myers WD. The use of laser for debridement of incipient caries. *J Prosthet Dent* 13:776-779, 1985.

13. Lin CP, Lee BS, Lin FH, Kok SH, Lan WH. Phase, compositional, and morphological changes of human dentin after Nd:YAG laser treatment. *J Endod* 27:389-393, 2001.

14. Martin PD, Bartold PM, Heithersay GS. Tooth discoloration by blood: an in vitro histochemical study. *Endod Dent Traumatol* 12:132-138, 1997.

15. Stefan JP, Andrea P, Luca R, Nicolas P. Conventional visual vs spectrophotomettric shade taking for porcelain-fused-to-metal crowns : A clinical comparison. *Int J Periodontics Restorative Dent* 24:222-231, 2004.

16. Simone D, David NB, Aikaterini P. Clinical evaluation of a combined in-office and take-home bleaching system. *J Am Dent Assoc* 135:628-634, 2004.

17. Wolfgang B, Thomas A. External bleaching therapy with activation by heat,light or laser-A systemic review. *Dental Material* 23:586-596, 2007.

18. Freedman G. Bleaching of vital teeth. *Quintessence Int* 28(6):426-427, 1997.

19. Nozaka K, Satoh T, Namioka H, Hirose Y. Bleaching effect on pulpless tooth with simultaneous use of Nd:YAG laser. *International Congress Series* 1248:237-243, 2003.

20. Kashima TM, Tsujimoto Y, Kawamoto K, Senda N, Ito K, Yamazaki M. Generation of free radicals and/or active oxygen by light or laser irradiation of hydrogen peroxide or sodium hypochlorite. *J Endod* 29:141-143, 2003.

21. Stefan JP, Andrea P, Luca R, Nicolas P. Conventional visual vs spectrophotometric shade taking for porcelain-fused-to-metal crowns : A clinical comparison. *Int J Periodontics Restorative Dent* 24:222-231, 2004.

22. Gerald NG, Howard F, Frank LB. Adverse response to vital bleaching. *J Endod* 18:351-354, 1992.

23. Andrew J. The bleaching of teeth : A review of the literature. *Journal of Dentistry* 34:412-419, 2006.

24. Steven PW, Siva R. A combination technique for nonvital bleaching. *Dent Today* 16(5):82,84-85, 1997.

25. 박선아, 김선호, 황윤찬, 윤 창, 박영준, 정선와, 황인남, 오원만. 변색 실활치에 대한 carbamide peroxide gel의 표백 효과. *대한치과보존학회지* 27:441-447, 2002.

26. David AG. Dentist-monitored bleaching : A discussion of combination and laser bleaching. *J Am Dent Assoc* 128(suppl.):26S-30S, 1997.

저작물 이용 허락서

학 과	치의학과	학 번	20077164	과 정	석사
성 명	한글: 강 승 복 한문 : 姜 勝 復 영문 : KANG SEUNG BOK				
주 소	광주광역시 동구 서석동 421 조대부속치과병원 보존과				
연락처	E-MAIL : ksb2103@naver.com				
논문제목	한글 : **실활치 미백에 대한 Nd-YAG Laser 조사 시간의 영향** 영문 : **The effect of the Nd-YAG Laser irradiation time on non-vital tooth bleaching**				

본인이 저작한 위의 저작물에 대하여 다음과 같은 조건아래 조선대학교가 저작물을 이용할 수 있도록 허락하고 동의합니다.

- 다 음 -

1. 저작물의 DB구축 및 인터넷을 포함한 정보통신망에의 공개를 위한 저작물의 복제, 기억장치에의 저장, 전송 등을 허락함.
2. 위의 목적을 위하여 필요한 범위 내에서의 편집·형식상의 변경을 허락함. 다만, 저작물의 내용변경은 금지함.
3. 배포·전송된 저작물의 영리적 목적을 위한 복제, 저장, 전송 등은 금지함.
4. 저작물에 대한 이용기간은 5년으로 하고, 기간종료 3개월 이내에 별도의 의사표시가 없을 경우에는 저작물의 이용기간을 계속 연장함.
5. 해당 저작물의 저작권을 타인에게 양도하거나 또는 출판을 허락을 하였을 경우에는 1개월 이내에 대학에 이를 통보함.
6. 조선대학교는 저작물의 이용허락 이후 해당 저작물로 인하여 발생하는 타인에 의한 권리 침해에 대하여 일체의 법적 책임을 지지 않음.
7. 소속대학의 협정기관에 저작물의 제공 및 인터넷 등 정보통신망을 이용한 저작물의 전송·출력을 허락함.

동의여부 : 동의(○) 조건부 동의( ) 반대( )

2008년 11월 일

저작자: 강승복 (서명 또는 인)

조선대학교 총장 귀하