

가시광선과 아르곤 레이저로 복합레진 중합시 미세누출에 관한 비교 연구

서울대학교 치과대학 소아치과학교실

장기택 · 정태련 · 김종철

Abstract

MICROLEAKAGE OF COMPOSITE RESINS POLYMERIZED WITH ARGON LASER AND VISIBLE LIGHT

Ki-Taeg Jang, D. D. S., Ph. D., Tae-Ryun Chung, D. D. S., Ph. D.,
Chong-Chul Kim, D. D. S., Ph. D.

Dept. of Pediatric Dentistry, College of Dentistry, Seoul National University

For the purpose of evaluation of microleakage of class V resin restoration, 64 extracted bovine teeth were filled with two kinds of light curing composite resins(Z-100, Clearfil) and polymerized with 40 seconds of visible light and with 10 seconds of argon laser. After 1000 thermocycling(5°C/55°C), specimens were placed in 1% methylen blue dye solution for 72 hours in 37°C water bath. The specimens were sectioned at center of filling body and the degree of dye penetration was observed with a stereomicroscope.

The following results were obtained,

1. Differences of the microleakage of resin restorations polymerized with 10 seconds of argon laser and 40 seconds of visible light were statistically insignificant.
2. There was more microleakage in Z-100 than clearfil and there was a statistical significancy ($p < 0.05$).

Key words : Microleakage, Composite resin, Argon laser

I. 서 론

레이저는 Einstein이 발표한 광양자론과 복사유도론에 그 기본원리를 두고 개발된 새로운 광선으로 Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation의 약자이다. 즉 어느 물질에 에너지를 가하였을때 그 물질로부터 방출되는 빛의 입자를 한 방향으로 모아서 증폭시킨 일종의 전자기파로서 단일 주파수로 구성되고 고도의 규칙성을 가지고 있으며 에너지효율이 높아 여러 분야에 널리 이용되고 있는 광선이다.^{1,2)}

1962년 Bennet에 의해 처음 개발된 Argon Laser는 광스펙트럼의 청녹색부위인 488nm와 514.5nm의 가시광선 파장의 레이저를 방출한다. 이러한 이중파장의 빛은 물과 투명한 조직에는 거의 영향을 주지않고 투과하지만 헤모글로빈이나 멜라닌, 기타 색소성물질에는 잘 흡수되어²⁾ 색소화된 하부구조물을 치료하기위한 안과와 피부과에서 이상적이다. 치과분야에서는 구강점막이나 치은조직의 절단, 응고 등에 효과가 있다.³⁾ 아르곤 레이저의 다른 레이저와 다른 특징은 비외과적으로 사용될 수 있다는 점으로, Alfano등과 Bjelkhagen등이 치아우식부위를 찾아내는데 아르곤 레이저가 유용함을 보고하였고,^{4,5)} 이후 치과용 광중합 레진이나 Glass ionomer등을 중합시키는 성질에 관한 연구에 의해 가시광선에 의한 중합보다 중합요구시간이 적게 들고 재료의 물리적 성질이나 접착력이 강화된다고 보고되고 있다.^{6,7)}

광중합형 복합레진은 일반적으로 camphoroquinone과 tertiary amine initiator가 첨가되어서 가시광선의 푸른빛, 특히 470-480nm⁸⁾의 파장에 민감하므로 정확한 파장과 출력 그리고 적절한 중합시간이 필수적이다. 그러나 임상적으로 사용되는 가시광선 중합기에서 방출되는 광선은 전압이나 램프의 상태에 따라 변화가 심하고 반사경, 광섬유의 파괴 등으로 방출광선의 광도가 감소될 수 있으며⁹⁾ 와동의 위치, 복합레진의 두께, 색깔 등에 의해서도 중합정도에 영향을 미칠 수 있다. 수복물질의 물리적

성질을 향상시키기 위해 얇은 층으로 쌓아올려 중합시키는 방법이 추천되지만 임상적으로 어려운 경우가 많다.¹⁰⁾ 광중합형 재료의 중합이 불완전하게 된 경우 물성감소, 변색, 탈락을 야기하는데¹¹⁾ 단색이며 고도의 규칙적인 에너지를 가지는 동시에 작은 크기의 beam으로 만들 수 있으며 광섬유로 전달이 가능한 아르곤 레이저는 광중합형 수복재료에 조절된 에너지를 전달하여 짧은 시간에 깊은 부위까지 효과적으로 중합시킬 수 있으므로 가시광선에 의한 단점을 극복할 수 있으리라 사료된다.¹¹⁻¹⁴⁾

특히 많은 보고에서 일반 가시광선에 의한 중합보다 25%의 시간만으로도 더 좋은 결과를 얻었으며 물리적 성질을 개선시킬 수 있다고 하였고 치면 열구전색제를 레이저로 중합하였을 때 미세누출도 감소하였다는 보고가 있다.¹⁵⁾ 그러나 레진의 종류에 따라서는 중합에 있어 레이저의 시간감소 효과가 크지 않은 것도 있고,¹⁶⁾ 중합시간을 25%로 했을때 물리적성질이나 접착력도 큰 차이가 없었다는 보고도 있으며¹⁷⁾ 레이저에 의한 레진수복에 관한 미세누출의 연구는 거의 없는 편이다. 이에 저자는 광중합 레진을 아르곤 레이저와 가시광선 조사기로 중합시켜 미세누출을 비교하여 보고하는 바이다.

II. 연구재료 및 방법

1. 연구재료

광중합형 복합레진은 A3 shade의 Z-100(3M)과 Clearfil APs(Kuraray)를 사용하였고 광조사기는 3M Visilux와 ILT 5500 Multiline Argon laser를 사용하였다. 치아는 육안으로 우식과 마모가 없고 건전한 어린 소의 전치를 이용하였다.

2. 시편제작

우치의 순면에 #330 bur를 사용하여 3×3×2(mm)의 와동을 형성하고 제조회사의 지시에 따라 산부식하고 primer와 bonding agent를 도포한 후 다음과 같이 균을 나누어 각 군당 16개의 치아를 수복하였으며 레진의 중합시간은

가시광선의 경우 40초, 아르곤 레이저는 10초로 하였다.

- 1군 : Z-100을 수복하고 레이저로 중합한 군.
- 2군 : Z-100을 수복하고 가시광선으로 중합한 군.
- 3군 : Clearfil을 수복하고 레이저로 중합한 군.
- 4군 : Clearfil을 수복하고 가시광선으로 중합한 군.

3. Thermocycling 과 색소침투

충전이 끝난 각 군의 시편은 37°C 증류수에 24시간 보관한 후, 구강 내의 온도변화 환경을 부여하기 위해서 5°C와 55°C에 각각 1분간의 계류시간을 주어 1000회의 thermocycling을 시행하고 건조시킨 후 수복물과 외동변연 1mm 연장부위를 제외하고 nail varnish를 도포하였다. 시편은 1% methylen blue 용액에 담그어 37°C의 항온수조에 72시간 보관하여 색소 침투를 시행하였다.

4. 시편의 절단과 관찰

색소 침투 후의 시편은 수복물의 중심부위를 diamond microtome으로 절단하고 Sic paper #800까지 연마하였다. 색소침투 정도는 stereo microscope를 이용, 25배로 관찰하고, 사진 촬영하여 다음과 같이 점수를 주어 미세누출 정도를 평가하였다.

- 0 : no penetration
- 1 : 색소침투가 외동깊이의 1/3 이내인 경우
- 2 : 색소침투가 외동깊이의 1/3 이상이나 외동깊이의 2/3 이내인 경우
- 3 : 색소침투가 외동깊이의 2/3 이상이나 외동저를 침범하지 않은 경우
- 4 : 색소침투가 외동저를 침범한 경우

Table 1. Dye penetration score

group	score				mean ± SD
	1	2	3	4	
1	0	3	11	2	2.88 ± 0.62
2	2	8	3	3	2.43 ± 0.96
3	5	7	4	0	1.93 ± 0.77
4	5	8	4	0	1.88 ± 0.72

5. 통계처리

각 군간의 미세변연누출을 비교하기위해 Mann-Whitney U-Wilcoxon Rank sum W test로 통계분석 하였다.

III. 연구성적

각 군 시편의 미세누출도를 점수로 표시한 것이 Table 1이며 이것을 비교하여 통계 분석하여 유의성(p<0.05)을 나타내면 Table 2와 같다. 레이저와 가시광선간의 비교 분석은 Table 3과 같고 레진종류에 따른 비교는 Table 4에 나타나 있다.

Z-100을 레이저로 10초간 중합한 1군이 Clearfil을 중합한 3군과 4군에 비해 유의성 있게(p<0.05) 높은 변연누출도를 나타내었으며(Table 1, 2) 레이저와 가시광선에 의한 중합방법에 따른 변연누출도는 통계적으로 유의한 차이가 없었다(Table 3). 중합방법에 상관없이 레진에 따른 차이에 있어서는 Z-100이 Clearfil보다 통계적으로 유의성 있게(p<0.05) 높은 변연누출도를 나타내었다(Table 4).

IV. 총괄 및 고안

레이저가 치의학 분야에 도입된 후 조직을

Table 2. Comparison between groups, p value (Mann-Whitney U-Wilcoxon Rank Sum W Test)

	1군	2군	3군	4군
1군		0.1074	0.0016*	0.0006*
2군			0.1587	0.0994
3군				0.8228

* : p<0.05

Table 3. Comparison between curing lights (Mann-Whitney U-Wilcoxon Rank Sum W Test)

Mean Rank	Cases	Corrected for ties		
35.48	32 CURING=1 Laser			
29.52	32 CURING=2 Light			
U	W	Z	2-tailed P	
416.5	1135.5	-1.3611	.1735	

Table 4. Comparison between resins (Mann-Whitney U-Wilcoxon Rank Sum W Test)

Mean Rank	Cases	Corrected for ties		
39.95	32 RESIN=1 Z-100			
25.05	32 RESIN=2 Clearfil			
U	W	Z	2-tailed P	
273.5	1278.5	-3.3992	.0007	

자르거나 구멍을 뚫거나 지혈을 시키는 등 기존에 쓰이던 각종 기구를 점진적으로 대체하고 있다. 임상적으로 근관내 절제편 제거, 우식 예방 및 삭제, 치주치치, 마취, 지각과민 상아질의 처리, 연조직 절제 등 다양한 용도로 여러 종류의 레이저가 응용되고 있다.

수복치과분야에서는 치질의 삭제에 Nd:YAG 레이저나 Er-YAG 레이저의 이용이 보고되고 있지만 아직은 drill을 대체할만큼 효과적이지 못한 반면 아르곤 레이저가 광중합형 레진수복체의 중합에 이용되고 있다.^{18,19)}

아르곤 레이저는 광스펙트럼의 청녹색 부위인 488nm와 514nm의 레이저광을 방출한다. 이러한 이중파장의 빛은 물과 투명한 조직에 거의 영향을 주지 않고 투과하지만 헤모글로빈이나 멜라닌, 기타 색소성 물질에는 잘 흡수되어 레이저 에너지가 이런 물질을 충분히 함유한 조직에 조사되면 조직표면에서 흡수된다. 이러한 특성 때문에 고출력을 요하지 않으면서 에너지가 조직액과 조직을 지나서 색소화된 하부 목표 구조물을 치료하는 안과나 피부과에서 이상적이다. 아르곤 레이저의 파장은 표준화된 수정광섬유를 통해 전달될 수 있으며 빛 자체로 가시광선영역에 속하므로 He-Ne조준광이 필요치 않다. 치과용으로 개발된 아르곤 레이저는 주로 수복 치과학에서 치아우식증의 인식이나

광중합 레진의 중합에 이용되고 있다.¹⁸⁾

광중합형 레진은 일반적으로 halogen lamp에서 나오는 청색 가시광선에 의해 중합반응을 일으키고 중합에 필요한 initiator로 이온 free radical을 만드는 tertiary amine과 같은 reducing agent와 함께 camphoroquinone과 같은 diketone absorber를 사용하고 470nm에서 최고의 흡수를 보인다.²⁰⁾ 아르곤레이저도 450-550nm사이의 파장을 가진 광선으로 레진의 중합에 적합하며 광섬유를 통해 시술부위로 전달되며 spot size는 0.1-4.0mm까지 조절할 수 있다.³⁾ 이번 실험에 사용된 ILT사의 multiline argon laser는 최고 800mw의 강도를 나타내는데 이는 일반 가시광선 중합기가 방출하는 에너지의 2배가 되는 것이다.²¹⁾

레진과 관계된 레이저의 이용은, Stern과 Sognmaes가 루비레이저를 이용하여 교합면 치면 열구전색을 한 후²²⁾ Liberman등이 CO₂ 레이저로 법랑질을 전 치치하면 복합레진수복시 접착강도와 미세변연누출의 감소를 보고하였고²³⁾ Helium레이저를 사용해서 레진을 중합할 경우 레진이 보다 homogenous해지고 void가 감소한다고 하였다. William등은 아르곤레이저가 일반가시광선보다 시간 및 강도에 있어서 우수하다고 하였다²⁴⁾. 반면 Wigdor는 50mW, 480nm의 아르곤레이저로 중합한 군과 485nm의

일반가시광선으로 중합한 균간의 중합깊이를 비교한 결과 큰 차이가 없었음을 보고하였으며 중합효과의 향상을 위해 더 강력한 레이저를 이용한 연구가 필요하다고 하였다. 또한, Blankenau 등은 교합면의 치면열구를 아르곤레이저로 중합한 실험에서 기존의 가시광선을 이용한 방법에 비해 약간 우수하거나 비슷한 인장강도를 나타냈지만 시간은 1/2 또는 1/4로 효과적이었음을 보고하였다.

본 연구결과도 레진에 관계없이 레이저 10초군과 가시광선 40초 중합군 간에는 미세변연 누출도에 있어 차이가 없어 레이저가 가시광선에 비해 중합시간을 줄이고 레진의 임상적 이용을 간편화 할 수 있음을 보여주었다. 이번 연구에서는 두 종류의 레진을 사용하였는데 이는 저자의 기 연구에서 중합정도가 모든 재료에 있어 레이저로 중합한 경우가 1/2~1/4 정도 짧은 시간에 가시광선 중합군과 비슷한 중합정도를 나타내어 여타의 보고와 부합되지만 각 재료마다 약간의 차이가 있음을 알 수 있었고 그 중 레이저 10초 중합군과 가시광선 40초 중합군의 중합정도의 차이가 없는 재료를 선택한 것으로 미세경도에 의한 중합정도의 평가와 치아에 직접 충전하여 미세누출정도를 평가한 것이 서로 배치되지 않음도 알 수 있었다.

수복물의 임상적 응용에 있어 가장 중요한 것은 재료의 인체내 친화성과 더불어 치질과의 미세 변연누출정도이다. 이러한 미세누출을 평가하는 방법으로는 색소 침투법, 방사선 동위원소법, bacteria, 공기압력, marginal percolation, SEM, neutron activation analysis 등이 있고²⁵⁻²⁸⁾ 이 중 유기색소를 이용하는 방법이 수복물 주위의 미세누출을 평가하는 간편한 방법으로 널리 사용되고 있으며 Strange와 Hembree²⁹⁾ 등은 여러 변연 미세누출 측정법 사이에 유의한 차이는 없다고 하였다.

색소는 1% methylen blue를 사용하였으며 색소를 침투시키기 전에 구강내 조건과 유사한 한계적 온냉의 변화를 반복시켜 수복물과 치아의 열팽창변화를 유도하기 위해 실험적으로 thermocycling을 시행하였는데 Wendt 등³⁰⁾은

온도범위에서 최저 4-8°C, 최고 45-60°C의 온도가 적당하다고 하였으며 60°C 이상에서는 교원섬유의 변화를 야기하므로 과도한 온도변화는 임상적 의의가 적다는 보고도 있다³¹⁾. 온도변화시 물의 순환조건에 관해 Ben-Amar 등³²⁾은 1분이 적절하다고 하였으며 Crime 등³³⁾은 변연누출의 경우 thermocycling을 시행한 경우와 않은 경우 간에 분명한 차이가 있으나 그 횟수에는 큰 차이가 없다고 하였다. 본 연구에서는 5°C와 55°C에서 계류시간 1분의 조건으로 1000회의 thermocycling을 시행하였다. 실험 결과 색소 침투에 의한 미세누출도가 전반적으로 크게 나타난 것은 1000회의 thermocycling을 시행하고 색소 침투시간을 72시간으로 길게 실시한 것 때문으로 사료된다.

레진 수복재의 변연 누출에 영향을 주는 요인으로는 중합시간 및 방법과 더불어 bonding system을 들 수 있는데 본 연구에서는 중합방법에 있어서 레이저 10초 중합군과 가시광선 40초 중합군간에서는 통계적인 차이는 없었지만 Z-100의 경우는 레이저로 중합했을 때 약간 더 큰 미세누출을 보여 레이저로 중합했을 때 미세누출이 더 적었다고 보고한 Blankenau 등¹⁵⁾과는 약간의 차이가 있었으며 두 종류의 레진 중에서 Clearfil이 Z-100보다 더 적은 미세누출을 보인 것은 중합정도의 차이이기 보다는 bonding system의 차이라고 생각된다. 본 실험에 사용한 Clearfil APs는 산부식과 상아질 primer의 도포가 동시에 이루어지는 bonding system으로 이에 대한 연구는 앞으로도 계속 되리라고 믿는다.

미세변연 누출의 평가 실험에서는 수복물의 모든 부위에서 정량적으로 측정하는 것이 바람직할 것으로 사료되며 색소를 이용한 변연누출 평가의 임상적 응용은 색소분자의 크기와 세균의 크기가 차이가 있으므로 구강 내에서의 미세변연누출을 그대로 재현한다고 보기는 어려우므로 앞으로 개량된 in vivo 실험을 기대하는 바이다.

V. 결 론

저자는 2종의 광중합 레진을 우치의 5급와동에 충전하고 아르곤 레이저 10초와 가시광선 40초로 중합시켜 색소 침투에 의한 미세누출을 비교하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 레이저와 가시광선에 의한 중합방법에 따른 미세누출도는 통계적으로 유의한 차이가 없었다.
2. 중합방법에 상관없이 Z-100이 Clearfil보다 통계적으로 유의성 있게($p < 0.05$) 높은 미세누출도를 나타내었다.

참고문헌

1. Kutsch, V.K. : Lasers in dentistry : Comparing wavelengths. JADA, Vol.124, February, p49-52, 1993.
2. Miserendino, L.J. and Pick, R.M. : Laser indentistry, Quinte. Publishing Co.Inc. 1995
3. Mcburney, E.I. : Clinical usefulness of the argon laser for the 1990s. J Dermatol Surg Oncol. ; 19 : 358-362, 1993.
4. Alfano RR. Yao SS. Human teeth with and without dental caries studied by visible luminescence spectroscopy J dent Res 60, 120-122, 1981
5. Bjelkhagen H, Sunderstrom F, Angmer-Mansson B, et al. Early detection of enamel caries by luminescence excited by visible laser light. Swed dent J 2 : 52-61, 1982
6. Blankenau, R., Ellis, G.L., Powell and Schouten, J. : Argon laser vs visible light polymerization of glass ionomer restoratives. J Den Res. 74(AADR Abstracts) # 1749, 1995.
7. Blankenau, R.J., Powell, G.L., kelsey, W.P., Anderson, K.N. : A comparative study of the diametral tensile strength values of pit and fissure sealants polymerized with an argon laser and an incandescent light source. J Clin laser Med & Sur. Vol.12, No. 2, p75-78, 1994.
8. Kelsey, W.P., Blankemau, R.J., Powell, G.L., Barkmeier, W.W., Stormderg, E.F. : Power and time requirements for use of the Argon laser to polymerize composite resins. J Clin laser Med & Sur. Vol. 10, No. 4, p273-278, 1992.
9. Stern, R.H., Renger, H.L., and Howell, F.V. : Laser effects on vital dental pulps, Br. Dent. J., 127 : 26-28, 1969.
10. Barghi, N., Berry, T., Hytton, C. : Evaluation intensity output of curing lights in private dental offices. JADA, Vol. 125, July, p992-995, 1994.
11. Eick, J.D., Welch, F.H. : Polymerization shrinkage of posterior composite resins and its possible influence on postoperative sensitivity. Quint. Int. Vol.17, No.2 p103-111. 1986.
12. Ferracane. J.L., Moser, J.B. and Greener, E.H. : Color stability of unfilled bis-GMA resins under UV exposure. AADR Progr & Abstr. 62 : No. 453, 1993.
13. Blankenau, R.J., Kelsey, W.P., Powell, G.L., Shearer, G.O., Barkmeier, W.W., Cavel, W. T. : Degree of composite resin polymerization with visible light and argon laser. Am. J Dent. 4 : p40-42, 1991.
14. Blankenau, R.J., Powell, G.L., Kelsey, W.P., Barkmeier, W.W. : Postpolymerization strength values of an argon laser cured resin. Laser Surg Med. 11 : 471-474, 1991.
15. Powell, G.L., Kelsey, W.P., Blakenau, R.J., Barkmeier, W.W. : The use of an Argon laser for polymerization of composite resin. Esthetic Dentistry. p78-81, 1989.
16. Blankenau, R.J., Powell, G.L., Barkmeier WW. Microleakage of dental sealants cured with an argon laser(abstract). J Dent

- Res 1990a : 228-959.)
17. 장기택, 이광수, 이상훈 : 아르곤 레이저와 가시광선의 복합레진 및 glass ionomer 중합에 관한 연구, 대한소아치과학회지 : 23(1), 136-144, 1996.
 18. 전상연, 김용기 : 가시광선과 아르곤 레이저에 의한 복합레진 중합효과의 비교연구, 대한소아치과학회지 : 23(2), 327-346, 1996.
 19. 김여갑 : 치과용레이저의 종류와 물리적 특성, 대한치과의사협회지 34(1) : 26-31, 1996
 20. 김현철 : 치과용레이저의 임상응용, 대한치과의사협회지 34(1) : 46-52, 1996
 21. Ko Hinoura, Masashi Miyazaki and Hideo Onose : Influence of Argon laser curing on resin bond strength ; Am. J. Dent. 6(2) : 69-71, 1993
 22. Cipolla, A.J. : Laser curing of photoactivated restorative materials
 23. Stern, R.H., Sognmaes, R.F. : Laser Beam Effect on Dental Hard Tissues ; J Dent Res, 43 (Suppl. to No. 5) : 873, Abstract # 307, 1964
 24. Liberman, R., Sesal, T.H., Nordenberg, D., Serebro, L.I., Adhesion of composite materials to enamel : comparison between the use acid & lasing as pretreatment. Lasers Surg Med. 4 : 323-327, 1984
 25. William, P.K., Richmond, J.B. et al : Enhancement of physical properties of resin restorative materials by laser polymerization : Lasers Surg Med. 9 : 623-627, 1989.
 26. Going, R.E : Microleakage around dental restoation : a summering review, JADA, 84 : 1349-1357, 1972
 27. 이선희, 최형준, 손홍규 : 수중 치과재료의 제1급와동에서의 변연 누출에 관한 실험적 연구, 대한소아치과학회지.23(1) : 178-188, 1996.
 28. 김병태, 최병재, 이제호, 이종갑 : 유구치 아말감 수복물에서 레진 접착성 이장재의 미세 변연 누출에 관한 연구, 대한소아치과학회지.23(2) : 401-414, 1996.
 29. Mortensen, D.W., Boucher, N. E. Ruge, G. : A method testing for marginal leakage of dental restorations with bacteria. J. Dent Res., 44 : 58-63, 1965.
 30. Stange, D.E. and Hembree, J.H. : Comparison of three technique of measuring micro leakage of restorative material. J.Dent. Res., 66 : abs 1494, 1987.
 31. Wendt S.L. : A laboratory and clinical evaluation of a heat-cured composite resin inlay. Birmingham, university of Alabama, school of Dentistry, 1988.
 32. Swift, E.J. : An update on glass ionomer cements. Quintessence int., 19 : 125-130, 1988.
 33. Ben-Amar A., Liberman R., Nordenberg D., Renert H. and Gorden M. : The effect on marginal microleakage of using a combination of cavity varnishes and calcium hydroxide intermediary base : an in vitro study. Quinte. Inter. 12 : 821, 1985.
 34. Crim, G. A. and Garcia-Godoy, F. : Microleakage : the effect of storage and cycling duration., J. Prosthet. Dent., 57 : 574-576, 1987.