

“Veneer Resin의 색안정성에 관한 연구”

서울대학교 치과대학 보존학교실

김영해

Abstract

“STUDY ON THE COLOR STABILITY OF VENEER RESIN”

Yung - Hai Kim

Department of Conservative Dentistry, College of Dentistry, Seoul National University

The purpose of this study was to investigate the color stability of 2 light -polymerized veneer resins and 3 heat -polymerized veneer resins. Five specimen discs of each brand were immersed in distilled water at 37°C, in darkroom for 120 days. The distilled water was changed on every third day to prevent contamination from micro -organisms. The color characteristics of all the samples were measured by computer controlled spectrophotometer. The appearance was characterized by means of the L*, a* and b* uniform color space(CIELAB) and total color difference was calculated.

The following results were obtained

- 1) ΔE^*ab -value in all brand except IS is were greater than 1 perceptable in visual evaluation.
 - 2) ΔE^*ab -value in VI, IS and VG were lower than upper limit of acceptability(3.3 in ΔE^*ab).
- DC was the worst in color stability and was changed into yellow color.

I. 서 론

Acrylic resin은 crown bridge 제작시 veneer 재료로서 procelain 대용으로 사용되어왔다. 초기에 사용된 acrylic resin은 가격이 저렴하고 조작이 간편한 장점을 갖고 있으나, 물리적 성질이 열등하고 수분흡수, 열팽창계수가 커서 구조체와 접합에 어려움이 있어 veneer 변연부위에 변색이 발생될 수 있다.

Acrylic resin의 단점을 보완하기위해 BIS-GMA와 미세한 quartz 입자나 silica 등 filler를 첨가한 복합레진이 충전이나 veneer에 사용 되었으며, 중합방법에 있어서도 재래의 자기중합과 열중합 이외에도 광중합을 이용한 재료들이 최근 많이 사용되고 있다.

수복용 복합레진이나 veneer 레진은 색의 안정성이 결여되어 수복후 시간이 경과됨에 따라 초기 수복시의 색상을 유지하기 어렵다. 보존 영역에서 3급이나 5급와동에 사용되는 수복용 레진보다 금관이나 계속가공의치의 veneer에 사용되는 레진의 색안정성은 더욱 중요하다. Leinfelder 등(1)은 레진 충전후 전, 구치에서 임상적 평가를 하였으며 Cook 등(2)은 레진의 색안정성에 관하여 보고한 바있다.

레진의 변색은 내적요소(intrinsic factor)와 외적요소(extrinsic factor)로 나눌 수 있다. 내적요소로는 레진의 기질, 기질과 filler 결합면의 변화를 들 수 있으며, amine 반응 촉진제, polymer matrix나 미반응한 pendant methacrylate군의 산화를 들 수 있다(3,4,5,6). 외적요소로는 색소의 침착이나 수

* 본연구 논문은 서울대학교병원 1990년도 임상연구비에 의하여 이루어졌음.

Table 1. heat and light -polymerized crown and bridge materials investigated.

Brand, name	Shade and batch no. code	Manufacturer	Polymerization mode	Light source	Curing time (sec)
Vitapan monopast	Enamel material A1 1763	Vita Zahnfabrik VI FRG	heat, glycerol 100°C, 6 bar	—	900
Isosit	Incisal material S3 831074	Ivoclar IS Liechtenstein	heat, water 120°C, 6 bar	—	420
Biodent	Enamel material S13	Detrey Dentsply BI	heat, water	—	1200
K+B Plus	Powder : 34/1 Liquid : 172	FRG	95°C, 6 bar		
Visio - gem	Color system V, E70 P238	VG ESPE, FRG	light	Espe Visio Alfa Espe visio Beta with vacuum pump	78 900
Dentacolor	Incisal material SA10 46	DC Kulzer, FRG	light	Dentacolor XS	360

분이 흡수되는 예이다. 레진의 소수성(hydrophobicity), 연마상태(7) 등이 변색에 주영향을 준다. 유색용액(8), 커피와 홍차(9), nicotine(10), 음료수(11, 12), 등에 의한 변색이 보고된 바 있고, 구강내에서 레진의 변색증상기 기술한 외적요소들은 환자의 기호식품과 밀접한 관계가 있다.

수복재료의 색변화에 대한 측정은 반사광을 이용하여 측정하는 기계적 장치나 육안을 통해 측정하는 방법이 주로 사용되어왔다. 국제적으로 통용되는 color order system에는 CIE(International Commission on Illumination) system과 Munsell system이 있다. CIE system은 spectrum의 가시영역에서 reflectance data를 수집하고, tristimulus colorimetry에 의해 data를 3차원의 색공간에서 좌표화하여 대상물체의 색을 규정하는 것이다(13, 14). Munsell system은 표준화된 색을 이용하여 육안 비교로써 색을 규정하는 것이다. 수복용 레진의 색변화에 대한 연구는 주로 육안적 비교방법이 이용되었으나, 최근에는 기계적 장치를 이용하거나 기계적장치와 육안비교를 동시에 이용하는 방법이 소개되고 있다.

본 연구는 수종의 광중합 veneer 레진과 재래식 열중합 veneer 레진을 대상으로하여 증류수에 장기간 저장하여, 색의 안정성을 spectrophotometry로 관찰하여 다소의 지견을 얻은 바 있어 이에 보고

하는 바이다.

II. 실험재료 및 실험방법

시편제작 : 본실험에 사용된 veneer resin은 Table 1과 같다. 금속주형을 이용하여 두께 1.4mm 지름 35mm의 레진 시편을 한 제품에 대하여 5개씩 하여 도합 25개의 시편을 제작 하였다. 각 제품의 취급은 각 제조회사의 지시에 따라 사용함을 원칙으로 하였고 각시편은 기포가 생기지않도록 최대의 주의를 기울였다. 3종의 열중합레진인 VI, IS와 BI는 Ivomat IP3 curing machine(Ivoclar AH, Liechtenstein)에서 Table 1에 주어진 조건으로 중합시켰다. 광중합 레진인 VG는 가시광선중합기 Visio-alfa unit의 광선원으로부터 5mm 거리에서 시편을 중합시키고 기포발생을 줄일 수 있는 vacuum pump가 부착된 Visio-bata unit에서 최종적으로 중합시켰다. DC의 예에서도 기포발생을 줄이기 위해서 금속주형에 레진을 주입하고 나무 Roller를 이용하여 충전하고 Dentacolor XS unit에서 중합시켰다. 중합반용된 시편은 Struers water proof silicon carbide paper 120, 550c, 1200 그리고 최종적으로 2400 (Struers Scientific Instruments, Denmark)에서 시편의 양면을 수주하에 연마하여 그 후경이 1.3+0.02mm의 시편을 제작하였다. 최종 연마된 5종의 25

Table 2. Color difference ΔL^* , Δa^* , Δb^* , and total color difference ΔE^* ab expressed as means and standard deviation ($X \pm SD$)

	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE^*ab
Vitapan	3.198(0.132)	-0.059(0.037)	0.769(0.027)	3.290(0.128)
Isosit	-0.151(0.091)	-0.226(0.642)	0.374(0.142)	0.474(0.126)
Biodent	2.932(0.105)	-0.490(0.036)	1.587(0.032)	3.371(0.094)
Visio-gem	2.288(1.427)	-0.581(0.113)	-0.956(0.945)	2.897(0.750)
Dentacolor	-0.232(0.261)	-0.422(0.195)	4.857(0.642)	4.890(0.642)

개의 시편은 Ruyter 등(15)의 색 측정법에 따라 Spectrophotometer(PMQ 3, Carl Zeiss FRG)로 색의 특성을 측정 후 증류수에 침적시키고 광선이 차단된 37°C의 항온저에 보관하고 세균의 증식을 막기 위해 3일마다 증류수를 교환하여 120일간 보관하고 색의 변화량을 측정하기 위하여 다시 Spectrophotometer로 색의 특성을 측정하여 ΔE^*ab 를 계산하였다.

색의 측정: 한 제품당 5개의 시편이 측정되었으며 색의 특성, tristimulus values X, Y, Z과 CIE-LAB가 평가되었다. 시편의 색 특성과 증류수에 침적시킨 후 색의 특성변화(ΔL^* , Δa^* , Δb^* and ΔE^*ab)는 computer system(Apple II, Apple Computer Inc., CA, USA)에 연결된 Spectrophotometer system에 의해서 측정되었다. 시편의 viewing port(RA3, Carl Zeiss, FRG)는 30mm이며 각 시편은 White standard(Carl Zeiss, FRG)접촉하여, 380에서 720 nm 사이를 10nm 간격으로 파장대 반사값(reflectance data)을 tristimulus value(X, Y, Z)와 CIELAB로 환산된다. 이런 일련의 과정은 전산화된 장치로 계산되며 CIELAB에 의한 측정은 시편의 인지할만한 색변화의 양을 계산할 수 있다.

CIELAB에서 L, a, b는 3차원의 색공간에서 색을 나타낼 수 있는 좌표이다.

즉 $L^* = \text{lightness} - \text{darkness}$ (0은 black, 100은 white)

$a^* = \text{red} - \text{green}$ ((+)일 경우는 red, (-)일 경우 green)

$b^* = \text{yellow} - \text{blue}$ ((+)일 경우 yellow, (-)일 경우 blue)

전체적인 색변화(Total color difference) ΔE^*ab 는 다음 식으로 구할 수 있다.

$$\Delta E^*ab = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$$

여기서 ΔL^* , Δa^* , Δb^* 는 각각 L^* , a^* , b^* 수치의

차이를 의미한다.

III. 실험 성적

본 실험에서는 3종의 열 중합레진과 2종의 광 중합레진의 ΔL^* , Δa^* , Δb^* 및 ΔE^*ab 의 값은 Table 2와 같다.

ΔL^* 은 VI, BI, VG에서 증가를 보였고 IS와 DC는 약간의 감소를 보였다. Δa^* 는 모든 제품에서 감소를 보였으며 Δb^* 는 VG를 제외하고 모든 제품에서 증가를 보였고 특히 DC는 현저한 증가를 보였다. ΔE^*ab 는 DC가 가장 크고 BI, VI, VG IS 순위를 나타내었다.

IV. 총괄 및 고안

변색측정은 육안으로 평가하는 방법과 기구를 이용하는 방법이 있다. 육안에 의한 측정방법은 주관적인 인자가 많이 포함되므로 Munsell 색계보다는 Spectrophotometer가 널리 이용되어 왔다. CIELAB system은 1976년 CIE(International Commission on Illumination)에서 채택되었으며 이는 색을 정량적으로 측정할 수 있는 방법으로 육안으로 인지할 수 있는 색변화와 유사한 관계를 가지며 육안비교의 주관적차이를 배제할 수 있다. 심미성이 강조되는 부위를 수복할때에 색안정성이 좋은 재료를 선택하는것은 환자나 술자 모두에게 매우 중요하다. 주조체의 변연적합도나 교합이 만족한다 할 지라도 수복물이 심미성을 잃게 되면 그 존속성에 문제를 줄 수 있다. 보존영역에서 변색된 수복물을 제거하고 재차 수복하는 것은 간단한 시술이지만, Veneer를 다시 수복하는 것은 만족할만한 결과를 얻기 힘들다.

레진이 수분에서 변화하는 과정을 검사하는 것은 기본이 되는 실험으로써 매우 중요한 의미를 갖는다. 복합레진에서 수분흡수는 물리적성질 및 색의 안정성에 나쁜 영향을 미칠것은 주지의 사실이다. 복합레진에 수분흡수는 확산에 의해서 일어나며 주로 filler와 matrix 결합 사이나 resin matrix에서 일어난다. Polymer matrix에 흡수된 물은 filler-matrix 간의 결합을 와해시키거나 filler를 용해시킬 수 있다(16).

물흡수성은 contact angle이 클수록 감소하고, 조성에 있어서 hydroxyl group이 중요한 역할을 한다. Satou 등(8)은 조성상 hydroxyl group이 없는 레진에서 contact angle이 높고, 낮은 물흡수성과 적은 색변화를 보였다고 보고하였다.

레진의 색안정성은 filler의 함유정도나 중합방법에 따라서도 영향을 받는다. 최근의 연구에서 filler 함유량이 많은 재래식 복합레진이 microfill 레진보다 색안정성이 우수한것으로 보고되고 있다. Ruyter(17)와 Germain(18)등은 색안정성에 있어서 filler 양이 적거나 resin matrix 함유량이 많을수록 색안정성에 나쁜 영향을 미친다고 보고하였다.

그러나 Power 등(19)은 레진을 증류수에 장기간(900 hrs) 보관하여 관찰한 결과 재래식 복합레진에 비해 microfill 레진이 색안정성이 우수하며, 이것으 resin matrix의 침식과 filler 입자의 노출이 재래식 복합레진에서 더 잘 일어나기 때문이라고 보고하였다. 본 실험에 사용된 5개의 제품중 VI, IS, VG와 DC는 microfill이며 BI는 filler가 포함되지 않은 레진이지만 다른 microfill과 비교시 ΔE^*ab (total color difference)는 큰 차이는 없었으며, 오히려 DC보다 색안정성이 우수하였다. 이것은 monomer와 polymer의 조성상의 차이라고 사료된다.

중합방법의 차이에 의해서도 색안정성이 영향을 받는다. 자가중합레진의 경우, tertiary aromatic amine의 산화와 peroxide initiator-inhibitor 반응에 의해 변색분해산물이 수복물을 노랗거나 어둡게 한다고 보고했다. 광중합 system을 사용하는 복합레진은 tertiary amine이 포함되어 있지않고 aliphatic amine이 포함되어 있기때문에 변색분해산물의 생성이 적어 색안정성이 우수한 것으로 보고되어왔다(23). 본실험에 사용된 열중합레진(VI, IS, BI)과 광중합레진(VG, DC)간의 ΔE^*ab 는 뚜렷한 차이는 없었으며 오히려 열중합형인 IS가

가장 우수한 색안정성을 나타냈다. 이것은 중합방법보다도 제품의 조성상의 차이가 색안정성에 미치는 영향을 반영한 것으로 사료된다.

치과수복재의 색변화를 육안으로 평가(Visual evaluation)할때 ΔE^*ab 1.0과 3.3 수치는 매우 중요한 의미를 갖는다. ΔE^*ab 3.3은 허용상한선(upper limit of acceptability)이며 $\Delta E^*ab > 1$ 은 색의 변화를 인식할 수 있는 수치이다(15).

본 실험에서 BI와 DC는 ΔE^*ab 에 있어서 허용상한선을 넘는 수치이며, IS는 색의 변화를 인식할 수 없는 값으로 색의 안정성을 갖는 재료임을 알 수 있다. VI, BI 그리고 VG는 증류수속에서 흰색으로 변화하는 양상을 갖고 이것이 E^*ab 를 크게 하는데 큰역할을 했으며 DC는 ΔE^*ab 가 4.890으로 가장 큰 변색을 일으켰으며 Δb^* 가 4.857로 yellow color로 변화됨을 Color-chex(Atlas electric devices company, Chicago III)에서 육안으로 확인되었다. 모든 제품이 미약하나마 Δa^* 가 음의 값을 가져 green color로 변화됨을 인식할 수 있다.

본 실험에 사용된 120일간의 기간은 실제 환자에게 적용한 시간으로 환산하면 그적용시간은 수년에 해당한다. 그러나 본 실험은 임상적용시 생길 수 있는 응력이나 변색물질, 광선노출등 외부적요소를 배제한 채, 단지 물에 저장시 내적요소에 의한 레진의 변색을 관찰한 것이다. 앞으로 각 제품간의 구성성분의 차이가 색안정성에 어떤 영향을 미치는가에 대한 연구가 더 시행되어 내적인 변색요인을 규명하는 것이 중요한 과제라고 사료된다.

V. 결 론

5종의 veneer 레진을 증류수에 침적시켜 37°C의 항온저에 120일간 경과시킨후 spectrophotometer를 사용하여 색변화를 측정한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) IS를 제외한 모든 제품에서 인지할만한 색 변화를 보였다.
- 2) VI, IS와 VG는 색변화허용계선인 ΔE^*ab 값이 3.3 이하였으며 DC는 ΔE^*ab 가 가장 컸고 yellow color로 현저히 변화되었다.

I. 참고 문헌

1. Leinfelder KF, Sluder TB, Sockwell CL, Strickland WD, Wall JT : Clinical evaluation of composite resins as anterior and posterior restorative materials. *J Prosthet Dent* 33 : 407 - 416, 1975.
2. Cook WD, Chong MP : Color stability and visual perception of dimethylacrylate based dental composite resins. *Biomater* 6 : 257 - 264, 1985.
3. Asmussen E : Factors affecting the color stability of restorative resins. *Acta odontol Scand* 41 : 11 - 18, 1983.
4. Marrant GA : Acrylic resin activator systems and associated clinical techniques. *Dent Rec* 73 : 725 - 736, 1953.
5. Bowen RL, Argentar H : Amine accelerators for methacrylate resin systems. *J Dent Res* 50 : 923 - 928, 1971.
6. Venz S, Antonucci JM : Effect of photoaccelerators on curing and discoloration of composites. *J Dent Res* 66(special Issue) : 246(abstr No. 1113), 1987.
7. Hiroyuki et al : In vitro study of discoloration of composite resins. *J Prosthet Dent* 32 : 66 - 69, 1974.
8. Satou N, Khan AM, Matsumae I, Satou J, Shintani H : In vitro color change of composite-based resins. *Dent mater* 5 : 384 - 389, 1989.
9. Gross MD, Moser JB : A colorimetric study of coffee and tea staining of four composite resins. *J Ora Rehabil* 4 : 311 - 322, 1977.
10. Raptis CN, Powers JM, Fan PL, Yu R : Staining of composite resins by cigarette smoke. *J Oral Rehabil* 9 : 367 - 371, 1982.
11. Lee H, Orlowske J, Kobashigawa A : Hand book of dental composites. South E1 Monte, Lee Pharmaceuticals, 99 - 100, 1973.
12. Wozniak WT, Muller TP, Silverman R, Moser JB : Photographic assessment of colour changes in cold and heat-cure resins. *J Oral Rehabil* 8 : 333 - 339, 1981.
13. CIE Publ No. 15, Suppl No.2 : Recommendations on uniform color spaces, color-difference equations, psychometric color terms. Paris, Bureau Central de la CIE, 9 - 12, 1978.
14. Wyszecki G, Stiles WS : Color science Concepts and methods, quantitative data and formulae, ed. 2. NewYork, John Wiley and Sons, Inc, 168, 223, 1982.
15. Ruyter IE, Nilnerk, Moller B : Color stability of dental composite resin materials for crown and bridge veneers. *Dent mater* 3 : 246 - 251, 1987.
16. OYSAED. H, Ruyter. I.E. : Water sorption and filler characteristics of composites for use in posterior teeth. *J Dent Res* 65 : 1315 - 1318, 1986.
17. Ruyter IE, Svendsen SA : Remaining methacrylate groups in composite restorative materials. *Acta odontol Scand* 36 : 75 - 82, 1978.
18. St. Germain H, Swartz ML, Phillips RW, Moore BK, Roberts TA. : Properties of microfilled composite resins as influenced by filler content. *J Dent Res* 64 : 155 - 160, 1985.
19. Powers JM, Dennison JB, Koran A : Color stability of restorative resins under accelerated aging. *J Dent Res* 57 : 964 - 970, 1978.
20. Ameye C, Lambrechts P, Vanherle G : Conventional and microfilled composite resins. I. Color stability and marginal adaptation. *J Prosthet Dent* 46 : 623 - 30, 1981.
21. Asmussen E : A qualitative and quantitative analysis of tertiary amines in restorative resins. *Acta Odontol Scand* 38 : 95 - 99, 1980.
22. Crumpler DC, Heymann HO, Shugars DA, Bayne SC, Leinfelder KF : Five clinical investigation of one conventional composite and three microfilled resins in anterior teeth. *Dent mater* 4 : 217 - 222, 1987.
23. Pollack BF, Blitzer MH : Discoloration in composite and microfill resins. *Gen Dent* 2 : 130 - 133, 1984.