

도재 소성 횟수가 색조변화에 미치는 영향

김 옥 태, 박 창 근*

신흥대학 치기공과, 국군수도병원기공실*

The effects on the color change of dental porcelain due to repeated firing

Wook-Tae Kim, Chang-Keun Park*

Department of Dental Technology, Shinheung College
Dental Lab. of Armed Force Capital Hosital*

[Abstract]

Recently natural characteristics and esthetics have been interested increasing in clinical dentistry. Thus the evaluation of the shade of dental porcelain has become an important part in dental research.

Noritake Super Porcelain EX-3 Vita shade A2 (Noritake, Japan) Vintage HaLo Vita shade A2 (Shofu, Japan), Vita omega 900 Vitapan 3D-master shade 2M2 (Vita, Germany) were conducted for six times for repeated firing in a way to observe the change of color with respect to the number of firing.

The repeated firing was implemented with the vacuum firing and air firing, and by using Shade Eye-EX Chroma meter (Shofu, U.S.A.), the changes in values of shade, value and chroma were compared.

With the above results, the change of color was not noticed only in Vita when repeated firing was applied.

◉Key word : Repeated firing, Dental porcelain, Color.

교신저자	성명	김 옥 태	전화	031-870-3438	E-mail	wrdeul@hanmail.net
	주소	경기도 의정부시 호원동 117 신흥대학 치기공과				

I. 서 론

도재는 구강 연조직에 대한 적합성이 좋고 심미성이 우수하여 현재 치과 임상에서 도재전장주조관, 도재자켓관, 도재라미네이트베니어, 의치용 인공치, 도재인레이 및 임플란트 등의 재료로 다양하게 사용되고 있다. Fauchard에 의해 1728년 도재가 최초로 치과에 소개되었고 1886년에 Land가 전부도재관인 도재자켓관을 최초로 소개하였고, 금속 하부구조에 도재를 전장시킨 도재전장주조관이 개발되어 계속 가공의치로서 도재관의 사용이 가능 보편화되었다. McLean과 Hughes는 aluminous oxide로 보강한 전부도재관을 개발하였으며 국내에서는 1970년대부터 도재전장주조관의 사용이 임상에 보편화되기 시작하였다. 도재전장주조관은 도재의 우수한 내마모성과 색재현성, 그리고 재질의 안정성 및 구강 내 연조직과의 적응성 등의 장점과 금속 하부구조에 의한 강도의 획득으로 현재 고정성 보철물중 가장 널리 사용되고 있다(김용철 등, 2003a).

최근에 이르러 치과 보철치료 영역에 있어서 환자들의 심미적 요소에 대한 기대는 더욱 높아져 가고 있으며, 심미적인 보철물이 되기 위해서는 자연치아를 모방한 치아의 형태, 표면 형태, 광투과성 및 색의 조절이 필수적이다. 그러나 생활 자연치아와는 광선의 반사와 흡수 양상이 달라 색조의 완전한 재현에는 어려움을 갖고 있다(Seghi 등, 1986).

색은 특정한 빛의 파장을 인간의 감각으로 인지하는 것으로 이를 측정하는 방법에는 여러 가지가 있는데 그 중 가장 간단한 방법으로 기준색과 비교하고자 하는 사물의 색을 비교하여 색을 가늠하는 비색법이 있고 이것을 치과 임상에서는 색도표준(shade guide)기법이라고 한다(Culpepper, 1970).

이러한 육안을 이용하여 표준색과 비교하여 판정하는 방법은 간편하지만 주관적이고 술자에 따라서 동일한 객관성이 없다는 단점이 있다. 그러므로 색을 정량화 하여 객관적으로 평가할 수 있는 기구가 필요하게 되었으며, 색을 정량화 할 수 있는 기구로는 분광측색계(Spectrophotometer)나 3자극 색채계(tristimulus colorimeter)가 있으며, 이러한 기구를 이용하여 다양한

조건 하에서의 도재 보철물의 색조 변화를 측정하는 연구들이 있으나 임상적 지침으로 확립된 ΔE 값(색의 차이도)에 대해 설명하기 어려워 임상에서는 사용되고 있지는 않다(정인영 등, 1991 ; Ecker 등, 1985 ; Evans 등, 1990 ; Lund 등, 1985 ; Seghi 등, 1986). 그러나 최근 개발된 ShadeEye-EX Chroma Meter(Shofu, U.S.A)는 임상에서 쉽게 사용할 수 있으며 광원에 영향을 받지 않고 색을 보다 균일하고 정확하게 표현 하는 것이 가능하게 되었다(전혜경, 2002).

도재 수복물 완성 후 형태 수정 및 보완 부위가 발생할 경우 임상에서는 반복 소성을 하게 되며 보다 심미성이나 적합도를 늘리기 위해서는 반복 소성 횟수가 다소 늘어날 수 있다고 판단된다. 반복 소성은 색의 변화나 유리화를 야기할 수 있어 주의가 필요하며, 이러한 반복 소성이 도재 수복물의 색에 미치는 영향을 임상조건에서 평가할 수 있는 방법으로 한 연구는 부족한 실정이다.

본 연구는 임상에서 쉽게 색조 판단에 적용할 수 있는 ShadeEye를 이용하여 도재금속관의 제작에 있어 도재의 반복 소성이 도재의 색에 미치는 영향을 평가하기 위하여 시행하였다.

II. 연구 방법

1. 실험 재료 및 기구

본 실험에서는 다음과 같은 재료 및 기구를 사용하였다.

1) 도재

본 연구를 위하여 ① Noritake Super Porcelain EX-3 Vita shade A2(Noritake., Japan), ② Vintage HaLo Vita shade A2(Shofu., Japan), ③ Vita omega 900 Vitapan 3D-master shade 2M2(Vita., Germany)의 opaque 도재, body 도재, enamel 도재 분말을 사용하였다.

2) Milling Machine

(가) Milling Machine F2 (Degussa, Germany)

시편 측정표면을 일차적으로 다듬는데 사용하였다. 균일한 두께를 위하여 parallel-walled plate를 제작하여

두께가 1.7mm, 2.0mm 되게 각각 만든 후(Fig. 1), 균일한 활택도를 얻기 위하여 Milling Machine F2에 장착된 Konator-Flex-System을 이용하여 시편을 연마하는데 사용하였다(Fig. 2).

(나) Degussa Milling Machine F2 Grinding paper: Grit 120(Degussa, Germany) 다듬어진 시편 측정 표면의 마무리에 사용하였다.

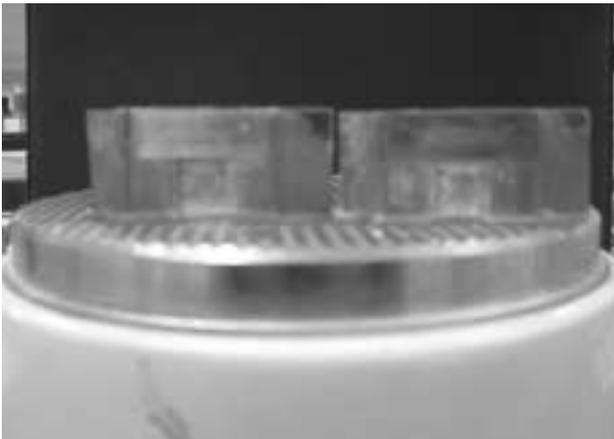


Fig. 1. Parallel-walled plate of thickness



Fig. 2. Konator-Flex System, used for standardization of thickness and surface roughness

3) Digital caliper(CD-6 BS, Mitutoyo, Japan)

금속, opaque 도재, body 도재, enamel 도재의 두께를 측정하기 위하여 1/100mm 단위까지 측정이 가능한 Digital calipers를 사용하였다.

2. 실험 방법

1) 금속시편 제작

24 gauge sheet wax(10×10mm)를 사용하여 각 군마다 10개씩의 wax 주형을 제작하고 지름 3.0mm 플라스틱 주입선(Degussa, Germany)을 부착하였다.

주입선 부착이 끝난 후, 고온에서 견딜 수 있는 인산염계 매몰재인 CB30(Ticonium, U.S.A.)을 진공매몰기를 이용하여 혼합한 후 제조회사의 지시에 따라 매몰·소환하였다. 시편의 금속판은 현재 국내에서 널리 사용되는 Ni-cr계의 비귀금속 합금인 Rexillum V(Pentron, U.S.A.)를 사용하여 Jelenko사의 전기주조기를 이용하여 주조하였다.

주조 후 실온에서 서냉시킨 다음 주입선을 절단하고, 금속시편이 균일한 두께 10×10×0.5mm가 되도록 Konator Flex System을 이용하여 연마를 한 후 Vernier calipers로 금속 시편의 두께를 측정하였다. 이때 금속시편의 두께를 균일하게 하기 위하여 임의로 3부분을 측정하였다. 이후 50 μ m 산화 알루미늄을 분사 한 후에 초음파세정기로 10분간 세정하였다.

2) Plastic 주형의 제작

도재의 균일한 두께와 응축을 위하여 Acrylic plate를 이용하여 body 도재와 enamel 도재 주형을 각각 11×11×2.0mm, 11×11×2.2mm 크기로 제작하였다(Fig. 3).



Fig. 3. Acrylic mold for making of porcelain specimen

3) 도재의 축성

(가) Opaque 도재 축성

제조회사의 지시에 따라 금속시편을 열처리 한 후, 각각의 opaque 도재를 균일하게 도포하여 1, 2차 소성을 한 후 diamond point와 #400grit의 사포로 opaque 도재의 두께가 0.2mm 되도록 균일하게 연마하였다.

(나) Body 도재의 축성

도재 분말과 증류수를 혼합한 다음 주형에서 응축한 후 주형을 제거하고 소성하였다. 분리제인 cyanoacrylate를 도포하여 주형과 도재 분리를 쉽게 하였다. 도재의 균일한 두께를 위하여 Milling machine F2에 parallel-walled plate와 Konator Flex System을 이용하여 총 두께가 1.7 mm가 되게 연마 하였다(Fig. 1, 2).

(다) Enamel 도재의 축성

도재 분말과 증류수를 혼합한 후 몸체 도재에서와 동일한 방법으로 응축, 소성하였다. 도재의 균일한 두께를 위하여 Milling machine에 parallel-walled plate와 Konator Flex System을 이용하여 총 두께가 2.0mm가 되도록 연마 하였다.

위의 방법으로 3종의 도재 분말을 이용하여 20개씩 총 60개의 시편을 제조회사 지시에 따라 제작하였다. Vita는 body 도재를 900℃에서, enamel 도재를 890℃에서 진

공소성 하였으며, Vintage는 body 도재와 enamel 도재를 920℃에서 Noritake는 body 도재와 enamel 도재를 930℃에서 진공 소성 하였다.

4) 색도 측정

각 시편을 재료별로 10 개씩 2 군으로 나누어 총 6 개의 군으로 분류한 후 증류수에서 2분간 세척하고 ShadeEye-EX를 이용하여 각각의 시편에서 3회씩 도재 측정모드에서 반복횟수에 따라 측정하여 색상, 명도, 채도의 값을 구하였다. 측색할 부위의 방향과 위치관계를 일정하게 하기 위하여 central guidance plate를 제작하여 시편 중앙에 측정 팁의 끝을 가볍게 대고 측정 스위치를 누르면 자동적으로 데이터가 출력 되는데 색상은 A 0.5부터 A 5.0 까지 0.5 단위로 표시되며, 명도는 -2부터 +2까지 1 단위로 표시된다. 채도는 R2, R1, STD, Y1, Y2로 표시되거나 통계적 분석을 위하여 각각 -2, -1, 0, +1, +2의 값을 부여 하였다.

5) 도재의 반복 소성

각 도재를 3회에서 6회까지 제조회사의 지시에 따라 반복 소성하였다.

Table 1. General information on firing programs

procedure	Vita		Noritake		Vintage	
	vacuum	air	vacuum	air	vacuum	air
Low temperature (°C)	600	600	600	600	680	680
Preheat time (min)	6	4	5	2	6	5
Temperature rising rate (°C/min)	48	75	55	55	50	50
Vacuum level (cm/Hg)	75	0	75	0	75	0
High temperature (°C)	890	900	930	920	920	910
Hold time (min)	1	2	0	0	0	0

6) 통계처리

enamel 도재 소성 후 6개 시험군의 평균적인 색상은 2.00, 명도는 0.00, 채도는 0.00이였으며 비모수검증법 중 Friedman에 의한 유의성을 검증한 결과 각 군마다 유

의차가 없었다(p>0.05). 3차 소성부터 각 시험군 사이의 색 차이를 검정하기 위해 반복 측정 분산분석(Anova with repeated measurement)을 이용하여 95% 유의수준에서 검증하였다.

III. 연구 결과 및 고찰

도재는 자연치와 유사한 색상의 재현성이 우수하여 전 치 보철의 심미성 회복을 위하여 사용되기 시작하여 현재는 우수한 심미성과 적합성으로 가장 많이 제작되고 있는 치과보철물의 재료로 사용되고 있다.

그러나 도재 보철물의 자연스런 심미성을 회복하기 위해서는 외형(outline form), 표면 형태와 질감(surface form and texture), 광투명도(translucency)와 색조(color)가 자연치와 유사하게 재현되어야 하는데 생활 자연치와는 빛 반사와 흡수의 조건이 달라 완전한 동일한 색조 표현에 한계를 갖고 있다(김웅철 등, 2003b; Seghi 등, 1986).

도재관의 색상 재현은 빛이 물체에 비추어 반사, 분해, 투과, 굴절, 흡수될 때 안구의 망막과 시신경이 자극되어 감각되는 현상으로 색의 특성을 색상(hue), 명도(value), 채도(chroma) 등으로 구분하고 있다. 색상은 10개의 군으로 구분하고 있으며, 명도는 색의 상대적인 밝음이나 어두움, 즉 밝은 색과 어두운 색의 차이이며 광도(brightness), 밝기(lightness), 광택(brillance) 등으로 부른다. 채도는 색상의 강도나 포화량을 나타내며 색의 순수하고 탁하거나 흐린 정도의 차이를 나타내고 있다(김웅철 등, 2003b).

도재와 색조에 관한 많은 연구 중에서 도재의 반복 소성

과 색조에 관한 연구로는 Barghi 와 Goldberg(1977), Barghi와 Richardson(1978), Jorgenson과 Goodkind (1979), Rosensteil과 Johnston(1988)은 반복 소성이 도재의 색조 안정성에 영향을 미치지 않는다는 결과를 보고하고 있으나, Hammad와 Stein(1990, 1991)은 소성 온도와 소성 횟수는 금속과 결합력과 색조에 영향을 준다고 하였으며, Tylman(1970)은 고온의 소성 온도나 소성 횟수는 도재의 색조를 변화시킨다고 하였다.

이러한 연구들은 도재 개발 초기의 자료이며 현재의 많은 물성적 발전을 한 도재 재료의 특성에 따른 검토와 과거의 육안 검사 확인과 분광측색기를 통한 조사가 대부분이어서 그 임상적 활용에는 한계를 갖고 있다고 판단되어 본 연구는 현재 임상에서 가장 많이 사용되고 있는 도재 3종을 선택하여 6회까지의 반복 소성을 하고 색조 변화를 치과용 색조 측정기로 인정받고 있는 ShadeEye를 활용하여 측정하였다.

도재의 종류와 소성 방법(진공, 공기소성)과 횟수에 따른 색상, 명도 및 채도 변화의 차이를 분석하여 다음의 결과를 얻었다.

1. 도재의 소성 횟수에 따른 색상 변화

6개군 색상의 평균값의 변화를 보면 Vita, Noritake, Vintage의 경우 3회~6회까지 모두 동일하게 2.00으로 나타나 변화가 나타나지 않았다.

Table 2. Statistics of shade according to porcelain materials and firing method

Porcelains	Firing method	3rd firing	4th firing	5th firing	6th firing
Vita	vaccum	2.00±0.00	2.00±0.00	2.00±0.00	2.00±0.00
	air	2.00±0.00	2.00±0.00	2.00±0.00	2.00±0.00
Noritake	vaccum	2.00±0.00	2.00±0.00	2.00±0.00	2.00±0.00
	air	2.00±0.00	2.00±0.00	2.00±0.00	2.00±0.00
Vintage	vaccum	2.00±0.00	2.00±0.00	2.00±0.00	2.00±0.00
	air	2.00±0.00	2.00±0.00	2.00±0.00	2.00±0.00

2. 도재의 소성 횟수에 따른 명도 변화

Vita와 Vintage의 경우 3회부터 6회까지 모두 0.00으로 나타나 변화가 전혀 나타나지 않았다. 그러나 Noritake의 진공 소성 시 명도는 5회에서는 -0.40, 6회

에서는 -0.90이었으며, 공기 소성 시 명도는 5회에서 -0.40, 6회에서 -0.80으로 나타났다.

소성횟수에 따라 Noritake의 명도는 유의한 차이를 보였으나 (p<0.05), 소성방법에 의한 명도는 유의한 차이를

보이지 않았다($p>0.05$).

Table 3. Statistics of value according to porcelain materials and firing method

Porcelains	Firing method	3rd firing	4th firing	5th firing	6th firing
Vita	vaccum	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
	air	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
Noritake	vaccum	0.00±0.00	0.00±0.00	-0.40±0.52	-0.90±0.32
	air	0.00±0.00	0.00±0.00	-0.40±0.52	-0.80±0.42
Vintage	vaccum	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
	air	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00

3. 도재의 소성 횟수에 따른 채도 변화 차이분석

Vita와 Noritake의 경우 3회부터 6회까지 0.00으로 나타나 변화가 전혀 나타나지 않았다. 그러나 Vintage의 진공 소성 시 채도는 5회에서는 -0.70, 6회에서는 -1.00이었으며, 공기 소성 시 채도는 5회에서 -0.40, 6회에서

-0.70으로 나타났다.

소성횟수에 따라 Vintage의 채도는 유의한 차이를 보였으나 ($p<0.05$), 소성방법에 의한 채도는 유의한 차이를 보이지 않았다($p>0.05$).

국내에서 가장 많이 사용되고 있는 3종의 도재를 진공

Table 4. Statistics of chroma according to porcelain materials and firing method

Porcelains	Firing method	3rd firing	4th firing	5th firing	6th firing
Vita	vaccum	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
	air	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
Noritake	vaccum	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
	air	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
Vintage	vaccum	0.00±0.00	0.00±0.00	-0.70±0.48	-1.00±0.00
	air	0.00±0.00	0.00±0.00	-0.40±0.52	-0.70±0.48

과 대기소성 환경에서 6회까지 반복 소성하여 색상, 명도, 채도 변화를 ShadeEye를 통해 조사 연구하였다. Noritake에서의 명도 변화, Vintage에서는 채도 변화가 5회 소성부터 나타났으나 그 변화 크기가 작게 나타나 전체적인 색조 변화라고 할 수 있는 정도는 아닌 것으로 판단된다. 그러나 임상에서 도재 보철물의 제작과정에서 반복 소성이 늘어나면 색이 변화하는 느낌을 갖는 경우가 많은데, 본 연구의 결과로는 도재 재료의 색조 변화에는 반복 소성의 횟수보다는 표면 질감의 변화, 형태의 변화 등의 여러 요소가 작용한 결과라고 생각된다. 따라서 앞으로 보다 소성 횟수를 늘리고 다양한 환경에서의 소성 횟수와 색조 변화 관계에 대한 후속 연구가 필요하다고 할 수 있다.

IV. 결 론

본 연구는 임상에서 많이 사용되고 있는 Vita, Noritake 및 Vintage의 도재를 사용하여 진공 소성과 공기 소성의 방법으로 6회까지의 소성 횟수에 따른 각 도재의 색 변화 차이를 평가하고자 하였다. ShadeEye를 이용하여 3회에서 6회까지의 반복 소성하여 색을 측정하고 색상, 명도 및 채도 값을 구하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 진공 및 공기소성을 6회까지 시행한 후 각 도재의 색상을 비교한 결과, 모두 2.00 ± 0.00 으로 나타나 색상의 변화는 관찰할 수 없었다.

2. 진공 및 공기소성을 6회까지각 시행한 후 도재의 명도를 비교한 결과 Vita와 Vintage는 0.00 ± 0.00 으로 나타나 명도의 변화는 없었다. 그러나 Noritake는 5회 소성부터 진공 소성과 공기 소성 모두에서 명도의 변화를 보였으나($p < 0.05$), 진공 소성과 공기 소성간의 차이는 발견되지 않았다($p > 0.05$).
3. 진공 및 공기소성을 6회까지 시행한 후 각 도재의 채도를 비교한 결과 Vita와 Noritake는 0.00 ± 0.00 으로 나타나 채도의 변화는 없었다. 그러나 Vintage는 5회 소성부터 진공 소성과 공기 소성 모두에서 채도의 변화를 보였으나($p < 0.05$), 진공 소성과 공기 소성간의 차이는 발견되지 않았다($p > 0.05$).

참 고 문 헌

- 김용철 외. 치과도재기공학 I. 신흥인터내셔널, 10-17, 2003a.
- 김용철 외. 치과도재기공학 I. 신흥인터내셔널, 82-104, 2003b.
- 전혜경. 상악 전치의 색에 대한 연구. 고려대 임상치의학대학원 석사학위 논문, 2002.
- 정인영, 조혜원, 진태호. 도재관 제작 시 오염이 도재 색조에 미치는 영향에 관한 연구. 원광치의학, 1(2): 161-170, 1991.
- Barghi N. Color and glaze effects of repeated firings. J Prosthet Dent, 47(4): 393-395, 1982.
- Barghi N, Goldberg J. Porcelain shade stability after repeated firing. J Prosthet Dent, 37(2): 173-175, 1977.
- Barghi N, Richardson JT. A study of various factors influencing shade of bonded porcelain. J Prosthet Dent, 39(3): 282-284, 1978.
- Culpepper WD. A comparative study of shade-matching procedures. J Prosthet Dent, 24(2): 166-173, 1970.
- Ecker GA, Moser JB, Wozniak WT, Briseden GI. Effect of repeated firing on fluorescence of porcelain-fused-to-metal porcelains. J Prosthet Dent, 54(2): 207-214, 1985.
- Evans DB, Barghi N, Malloy CM, Windeler AS. The influence of condensation method on porosity and shade of body porcelain. J Prosthet Dent, 63(4): 380-389, 1990.
- Hammad IA, Stein RS. A qualitative study for the bond and color of ceramometals. Part I, J Prosthet Dent, 63(6): 643-653, 1990. 65(2): 169-179, 1991.
- Jorgenson MW, Goodkind RJ. Spectrophotometric study of five porcelain shades relative to the dimensions of color, porcelain thickness, and repeated firings. J Prosthet Dent, 42(1): 96-105, 1979.
- Lund TW, Schwabacher WB, Goodkind RJ. Spectrophotometric study of the relationship between body porcelain color and applied metallic oxide pigments. J Prosthet Dent, 53(6): 790-796, 1985.
- Rosentiel SF, Johnson WM. The effects of manipulative variables on the color of ceramic metal restorations. J Prosthet Dent, 60(3): 297-303, 1988.
- Seghi RR, Johnston WM, O'Brien WJO. Spectrophotometric analysis of color differences between porcelain systems. J Prosthet Dent, 56(1): 35-40, 1986.
- Seghi RR. Effects of Instrumental-measuring geometry on colorimetric assessments of dental porcelains. J Dent Res, 69(5): 1180-1183, 1990.
- Tylman SD. Theory and practice of crown and bridge. 6th ed. St. Louis, C. V. Mosby, 562-563, 1970.