

잇솔질이 도재의 색 안정성에 미치는 영향

전북대학교 치과대학 치과보철학교실 및 구강생체과학연구소

이임기 · 정준오 · 박찬운

I. 서 론

도재 수복물에서 색조의 재현은 기본적으로는 opaque, body, enamel porcelain을 다색 축성하여 색을 재현하는 것이다. 이는 가장 안정적인 색을 재현할 수 있다는 장점이 있으나, 자연스러운 색의 재현에는 한계가 있다. 다른 방법은 최종 형태로 도재축성과 소성 후에 metallic oxide stain을 적용하여 높은 온도에서 소성하여 색의 변화를 도모하는 'surface staining'이 있다.¹⁾ 그러나 surface staining의 색에 대한 안정성은 오랫동안 논란이 되어왔다. 이에 대해 Aker 등²⁾은 staining후 glazing한 도재 수복물은 불소가 함유된 치약으로 약 10~12년정도의 마모시험 후에서야 비로서 스테인이 완전히 제거되었고, Firdaus 등³⁾은 약 11년 정도의 잇솔질 후의 주사전자현미경조건에서 거친 면을 확인 할 수 있으며, Kathy 등⁴⁾은 산화불화수소에 스테인된 도재를 넣어 색의 안정성을 비교하여, 블루와 오렌지 컬러 그리고 한번에 소성한 경우에서 색의 변화가 많이 일어난 것을 Spectrophotometer로 확인하였다.

그러나 환자의 심미적 요구가 높아가는데 비해, 시판되는 shade guide만으로는 자연치의 다양한 색조를 기공사에 전하는데 한계가 있고⁵⁾, 다색 축성에 의한 치아 색의 재현에 한계가 있어 색의 특성화와 변화를 위해 현재 surface staining방법이 널리 사용되어지고 있다.³⁾ 이런 surface staining에는 두가지 방법이 있는데, 그 하나는 stainer로 스테인 후 glazing liquid, glazing powder를 혼합하여 바르고 단 한

번의 소성에 의해 스테인하는 방법과, stainer와 glazing liquid를 혼합하여 적용 후 첫 번째 소성, 그리고 glazing liquid와 glazing powder를 섞어 그 위에 바른 후 다시 한번 소성하여 마무리짓는 방법이 쓰이는데, 전자의 경우가 더 흔하게 사용되어지고 있다.

이런 두 방법에 의한 소성과 glazing 후의 색의 변화에 대해, Nasser 등⁶⁾은 반복소성과 glazing은 육안으로 확인 시 임상적 차이가 없다고 하였고, Bruce 등⁷⁾은 yellow 와 orange color stain에서 glazing후 색이 임상적으로 의미가 있을 정도로 차이를 보였다 하였으며, Peter 등⁸⁾은 yellow color stain은 Spectrophotometer에 의한 측정 결과 임상적인 의미가 있을 정도의 차이를 볼 수 있다고 하였다.

스테인된 도재 수복물에서 색 변화의 요인은, 기공사에 의한 스테인 후의 글레이징, 반복 소성, 술자에 의한 산 부식, 불소도포, 미백치료등과 같은 시술, 그리고 환자에 의한 잇솔질 등이 있다. staining 방법과 잇솔질에 의한 색의 변화에 대한 선학들의 연구에서 단순히 육안으로 비교, 또는 완전히 스테인이 제거되는 때 까지 걸리는 시간등에 관하여 보고 되어왔고, 실제로 glazing 후와 장기간 잇솔질 후에 어느 정도의 색의 변화가 나타나는 지에 대한 정량적이며 객관적인 보고가 희소하여, 본 논문은 스테인된 도재에서 glazing 전후의 색의 차이를 비교하고, 잇솔질에 대한 색 안정성을 staining 방법과 stainer color에 따라 구분하여 실험하고 평가하였다.

II. 연구 재료 및 방법

1. 연구 재료

본 연구에서는 원판모양의 시편을 위해 Vintage사의 Incisal Porcelain No.59 Opal을 사용했으며, 동사의 3종의 stainer(Blue, Light brown, Orange color)와 동일한 재료회사의 Glazing liquid 와 Glazing powder를 사용하였다. (Table I)

2. 연구 방법

가) 시편제작

직경 15mm, 두께1.5mm의 금속 몰드를 이용해 porcelain powder와 증류수를 제조사 지시 비율에 맞추어 혼합하여 채웠고, vibration을 이용해 응축시킨 후 제거 하여 제조사의 주어진 소성 스케줄(Table II)에 맞게 소성 하였다. 소성 된 시편은 No. 400 emery paper로 연마한 후 ultrasonic cleaner에 5분 적용 후 steam cleaner로 세척하였다.(Table II,

Table I. Materials used in this study

Materials		Trade name	Manufacturer
Porcelain	Porcelain	Vintage Incical porcelain No.59	Shofu Inc, Japan
	Blue	Porcelain stain No. 43	Shofu Inc, Japan
Stainer	Light brown	Porcelain stain No. 45	Shofu Inc, Japan
	Oragne	Porcelain stain No. 46	Shofu Inc, Japan
Glazing	Powder	Porcelain stain Glazing	Shofu Inc, Japan
	Liquid	Porcelain stain liquid medium	Shofu Inc, Japan

Table II. Vintage porcelain firing schedule

	Starting Tem.(℃)	Dry Time (Min)	Rate of Tem. (℃/Min)	Vacuum (cm/Hg)	Final Temp. (℃)
Body porcelain	650	5	55	73	935
Glazing	650	3	70	0	938

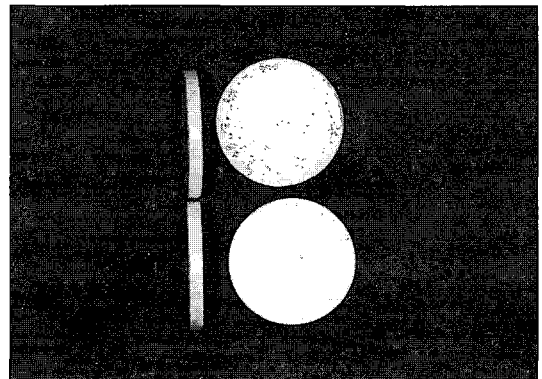
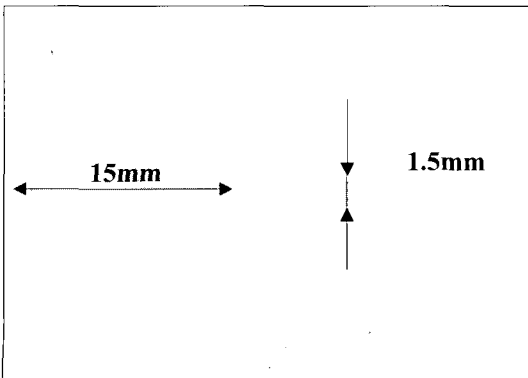


Fig. 1. The Schematic diagram and Specimen of Porcelain disk.

Fig. 1)

staining은 두 가지 방법을 사용하였는데, 그 중 하나는 stainer, glazing liquid 와 glazing powder를 모두 적용 후 한번의 소성 과정에 의해 완성한 것과, stainer와 glazing liquid를 혼합해 적용해 첫 번째 소성을 시행하고, 그 위에 glazing liquid와 glazing powder를 혼합해 적용 후 두 번째 소성을 시행해 완성시켰다. 이 두 번째 사용된 방법을 이용 시에 첫 번째 소성 후와 두 번째 소성후의 색을 분광측정기를 이용해 측정하여 glazing 전후의 색의 차이를 알아보았다.

stainer의 색은 세 가지 종류로 blue, light brown, orange color를 사용하고 각 시편을 6개를 만들었다. 즉 두 가지 방법과 3종의 색을 조합하여 6종의 군을 만들고 각각의 시편을 6개를 만들어 총 36개의 시편을 만들었다.(Table III)

나) 시편의 그룹화

동일한 실험 조건에 각각의 실험군이 실험 될 수 있도록 그룹화 하였는데 이를 위해 동일한 거리상의 원주 위에 6개의 그룹의 각 시편을 위치시키고 나머지 부위를 투명 레진으로 채워 같은 평면 같은 거리에 시편이 존재하게 하였다.(Fig. 2)

Table III . Code and Grouping in material used in this study

	One-firing	Two-firing
Blue	1B	2B
Light brown	1L	2L
Orange	1O	2O

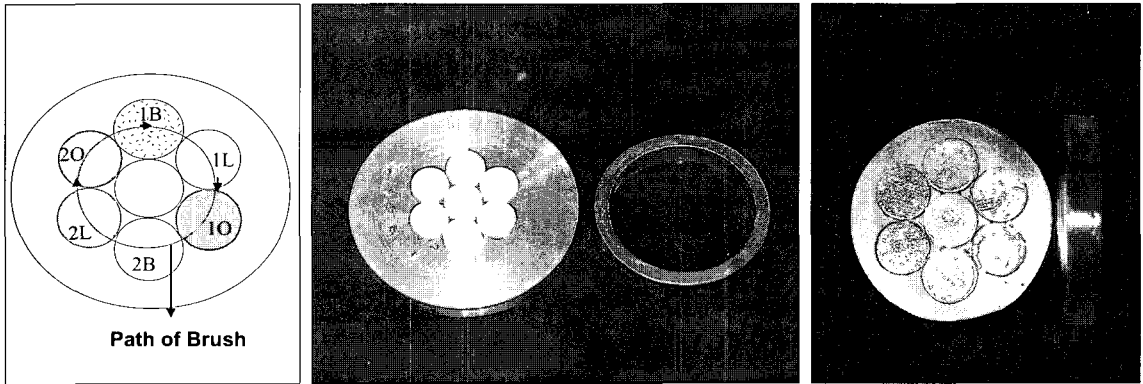


Fig. 2. Schematic diagram and grouped specimens.

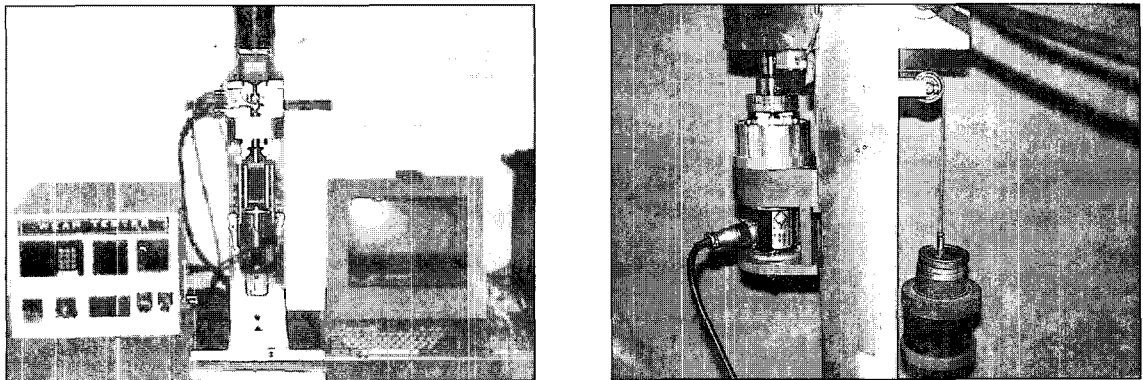


Fig. 3. Wear testing machine.

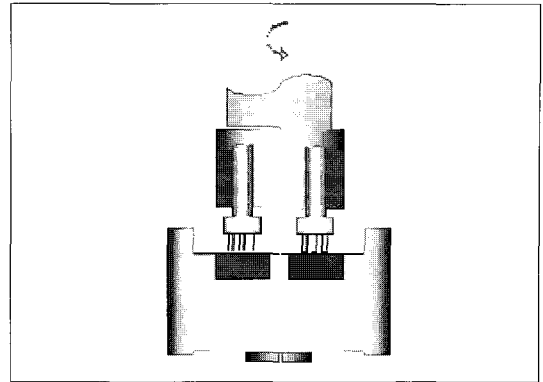
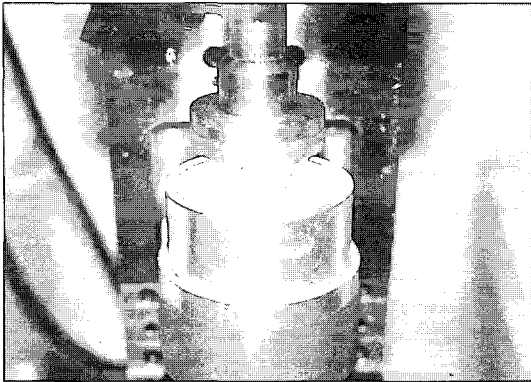


Fig. 4. Schematic diagram of Wear testing machine.

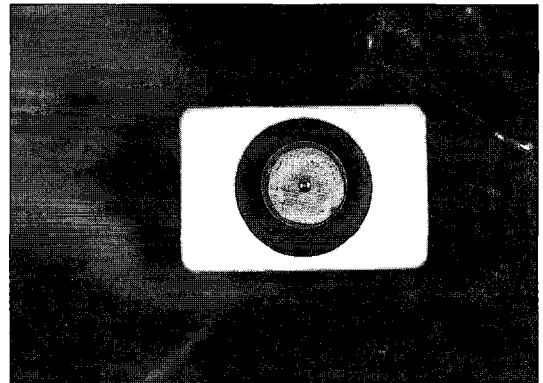
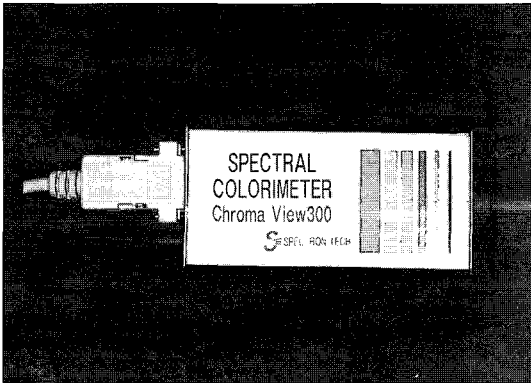


Fig. 5. Spectrophotometer(Model Chromaview 300, Spectron Tech. Co. Korea)

다) 잇솔질 마모시험

잇솔질 마모시험은 pin-on-disk 구동방식의 마모시험기(Model KD-WT02, Kwangdeok FA, Korea)를 이용하여 시행하였다. 3줄 강모의 칫솔(아트만 성인용, LG Chem. Co. Korea)에서 3줄이 시편과 수직하게 접촉되도록 고정한 다음 450g의 힘을 세 개의 칫솔에 적용하므로, 각각의 칫솔에는 150g의 힘이 적용되고, 속도 100rpm의 조건하에서 시행하였다. 치약으로는 침강탄산 칼슘, 일불소인산나트륨, 아미노 카프론산, 알란토인클로로하이드록시알루미늄, 비타민-E, 크실리톨 등을 주성분으로 하는 성인용의 Perio A+(LG Chem. Co. Korea)를 사용하였다. 마모시험 중에 치약에 포함된 연마입자들의 침전이 일어나지 않으면서 시편의 표면에서 습윤 상태가 유지되도록 하기 위해 치약과 증류수를 3:1의 비율로 혼합하여 적용하였으며, 매 10,000회 마모시험 후 세

로운 치약으로 교체하였다.(Fig. 3~4)

잇솔질의 횟수는, 한 치면 당 권장 잇솔질의 횟수인 10~20회, 하루에 약 2회 잇솔질을 기준으로 하여 일년에 약 10,000회가 한 치아 당 잇솔질 되는 것으로 생각하고 4년에 해당되는 40,000회와, 8년에 해당되는 80,000회의 마모시험 후에 각각 색을 측정하였다.

라) Spectrophotometer에 의한 색 측정

Spectrophotometer(Model Chromaview 300, Spectron Tech Co. Korea)는 XYZ filter방식의 CIE 표준 C광원을 이용하였으며 측정방법은 두광로 교조 측정방식에 의한 적분구식 0-45도법이었고 측정경은 1mm였다. 색측정을 위하여 광학부에 흡광통을 넣고 영점조정을 한 후 광학부에 표준 백색판(X=91.31, Y=93.1, Z=109.22)을 놓고 표준조정

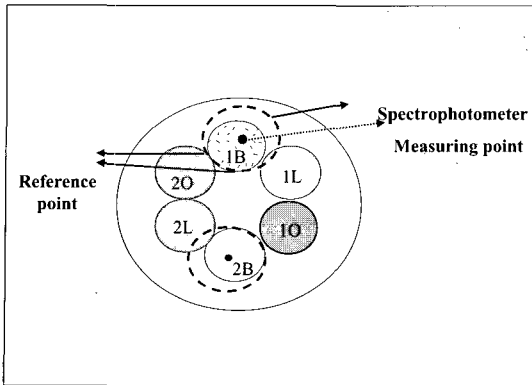


Fig. 6. Standardization of measuring point



을 시행하였다. (Fig. 5)

측정할 부위를 표준화하기 위해, 인 접 시편과의 접점과, 내부시편과의 접점을 기준점으로 하여 항상 일정한 점을 측정할 수 있도록 하였으며, 백색 종이 위에 시편을 놓고 시편위에 광학부를 밀착시킨 후 각 시편 조합 당 3회씩 색조 측정하고 컴퓨터프로그램을 이용하여 색 공간 좌표인 L^* , a^* , b^* 값으로 측정하였다. (Fig. 6)

Spectrophotometer를 이용하여 산출된 각 조합의 L^* , a^* , b^* 값은 대조군과 실험군의 차를 계산하여 ΔL , Δa , Δb 값을 얻고 다시 다음의 식을 이용하여 평균 색차 값(mean color difference value, ΔE)을 계산하였다.

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

마) 전자현미경을 이용한 표면성상 관찰 및 통계 처리

마모시험이 끝난 시편을 초음파 세척 후 건조시킨 후에 주사전자현미경(SEM, S-4000, Hitachi co, Japan)을 이용하여 마모면의 표면성상을 500배와 2,000배의 배율로 관찰하였다.

측정된 결과는 stainer color에 의해 통계적 유의성을 검정한 다음, 각 군간의 차이를 Tukey 다중범위 검증법에 의해 비교하였고, 또한 동일 재료에 대하여 시험조건(소성 방법에 따른 조건)에 따른 차이를 평가하기 위해 ANOVA-test를 행하였다.

III. 연구결과

1. stain된 도재의 glazing 전후의 색의 변화

Spectrophotometer를 이용한 glazing 전후의 색의 변화에 대한 결과는 Table IV.와 Fig. 7과 같다. blue color만 제외하고는 명도는 낮아지는 경향이 있고, 색의 변화를 나타내는 ΔE 값은 orange color만이 임상적 의의가 있는 2이상인 2.01의 값을 보이고, 또 blue color와 light brown color와 통계적인 유의성이 있을 정도의 차이를 보였다. ($p < 0.05$)

2. 4만, 8만회 Brush-abrasion후의 색의 변화

4만, 8만회 잇솔질 마모시험 후의 색의 변화를 살펴본 결과는 Table V와 Fig. 8과 같다.

가) 4만회 마모시험 후

한번의 소성에 의한 경우에서 light brown color와 orange color가 임상적인 의의가 있을 정도의 색차를 보였으며 ($\Delta E > 2$), 통계적으로는 orange color가 blue color에 대해서만 통계학적으로 유의한 차이를 보인 반면, 두 번에 나누어 소성 한 경우는 모든 color에서 임상 및 통계학적으로 의미가 없었다 ($p < 0.05$).

나) 8만회 마모시험 후

한번의 소성에 의한 경우에서 모든 color에서 임상

Table IV. Color change between Before and after glazing in stained porcelain

	Blue	Light brown	Orange
ΔL^*	0.05	-0.87	-1.88
Δa^*	0.09	0.19	0.12
Δb^*	-0.34	-0.06	-0.38
ΔE	0.48B	0.95B	2.01A

* Means in each column designated with the same superscript letter were not significantly different ($p < 0.05$).

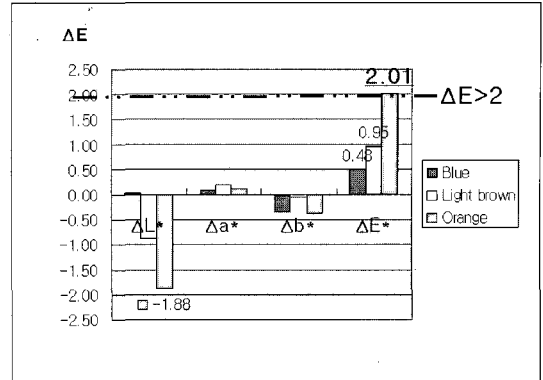


Fig. 7. Color change between Before and after glazing in stained porcelain.

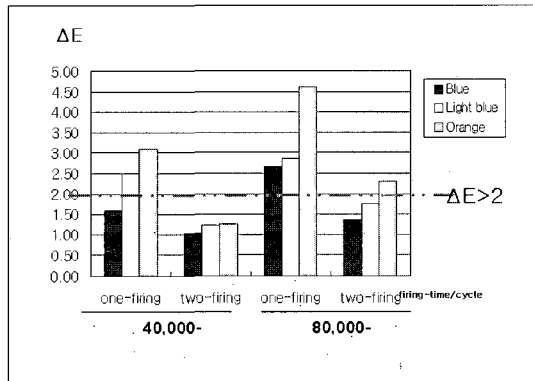


Fig. 8. Fig. 8. The color change after 40,000 and 80,000 cycle abrasion in Stained porcelain.

Table V. The color change after 40,000 and 80,000 cycles abrasion in Stained porcelain

	After 40,000-cycles		After 80,000-cycles	
	one-firing	two-firing	one-firing	two-firing
Blue	1.58 ^B	1.03 ^A	2.67 ^B	1.37 ^C
Light blue	2.50 ^{AB}	1.24 ^A	2.85 ^B	1.74 ^{BC}
Orange	3.09 ^A	1.27 ^A	4.62 ^A	2.30 ^B

* Means in each column designated with the same superscript letter were not significantly different ($p < 0.05$).

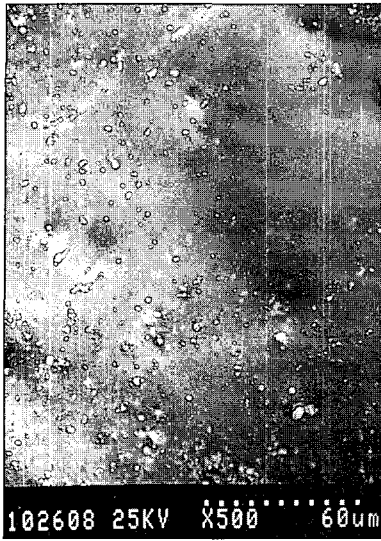


(A)

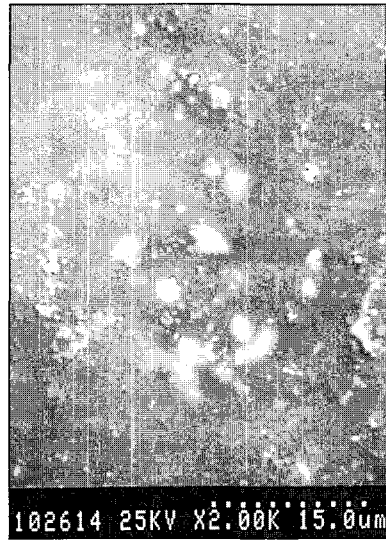


(B)

Fig. 9. SEM Micrographs of the surfaces of the 1-firing stained porcelain before abrasion (a): $\times 500$, (b): $\times 2,000$

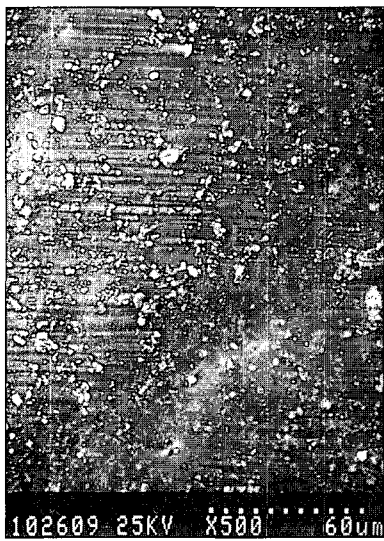


(A)



(B)

Fig. 10. SEM Micrographs of the surfaces of the 2-firing stained porcelain before abrasion((a): $\times 500$, (b): $\times 2,000$)



(A)

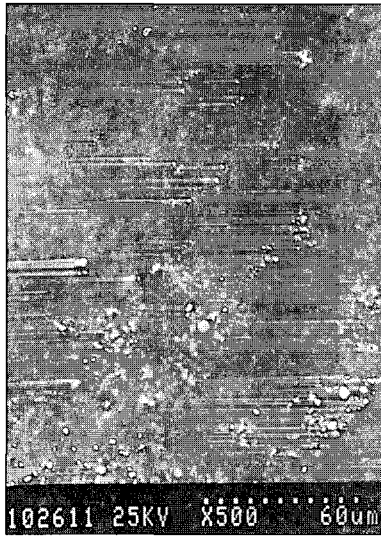


(B)

Fig. 11. SEM Micrographs of the abraded surfaces of the 1-firing stained porcelain after 80,000-cycle abrasion((a): $\times 500$, (b): $\times 2,000$)

적 의의가 있을 정도의 색차를 보였고(ΔE)2), orange color가 다른 두 color에 비해 통계적으로 유의한 차이를 보인 반면, 두 번 소성한 경우는 orange color의 경우에서만 임상적으로 의의가 있었으며, 통

계학적으로는 orange color가 blue color에 대해서만 차이가 있었다($p < 0.05$).



(A)



(B)

Fig. 12. SEM Micrographs of the abraded surfaces of the 2-firing stained porcelain after 80,000-cycle abrasion((a): $\times 500$, (b): $\times 2,000$)

3. 마모면의 주사전자현미경 소견

Fig. 9~12는 마모 전후의 주사전자현미경의 $\times 500$ 과 $\times 2,000$ 소견으로, 마모실험 전 사진에서는 두 번에 의해 소성한 것이 표면에 더 활택하고, 스테인 입자가 적게 노출 된 것을 볼 수 있으며, 8만회 마모실험 후는 한번 소성한 것이 두 번에 나누어 소성한 것에 비해 더 많은 마모 스크래치를 볼 수 있으며, 또 더 많은 stainer 입자가 표면에 노출 된 것을 확인하였다.

IV. 총괄 및 고찰

마모란 접촉하는 물질의 표면 사이에서 상호간의 기계적인 작용으로 인해 물질이 점진적으로 상실되어 가는 현상으로, 구강 내에서 마모를 수반하는 수복체는 장기간에 걸쳐서 그 기능을 수행 할 수 없으며, 또 stainer의 제거, 표면조도의 증가, 광택의 소실, 변색, 그리고 착색 등을 야기해 색의 변화를 야기 할 수 있다^{9,10}. 본 연구는 stain된 도재에서 잇솔질에 의한 마모 후 색변화를 Spectrophotometer로 측정하여 그 유의성을 평가하였는데, 잇솔질에 의한 마모에 영향을 미치는 인자로는 치약의 조성 차이,

칫솔의 강도, 잇솔질의 횟수, 잇솔질 시 가해지는 힘, 치약의 불소 포함여부 등이 있다¹¹.

불소도포에 사용되어지는 APF(Acciduated Phosphate Fluoride)에 의한 stain의 제거는 불소에 의한 작용이 아닌 산에 의한 부식으로 인해 색이 변하는 것으로, 이러한 이유로 치약에는 대부분 중성 불소(PH 7.3)를 사용하므로 그 영향은 미비하며, 오히려 산에 의한 부식을 불소가 막아 색을 안정화시킨다¹².

본 실험에서 생긴 색의 변화 요인을 분석하면 단지 마모에 의한 stainer의 제거에 의한 색의 변화 뿐 아니라 surface roughness의 증가에 따른 색의 변화를 생각 할 수 있다. 백색 광이 거친 고체 표면에 조사될 때, 일부의 빛은 편향되어 반사 되어서인데, 이때 물체 자체의 색을 이 빛이 희석하게 되므로 더 거친 표면일수록 같은 물체이더라도 더 밝게 보인다.¹³ 그러므로 마모시험시 stain의 물리적 제거 뿐 아니라 surface roughness와 함께 작용하여 색이 변하게 된다.

상대적인 운동을 하며 접촉하고 있는 두 표면 사이에서는 기계적 성질과 표면의 화학적 조성, 물리적, 구조적 변화를 수반하는 복잡한 현상이 일어나며, 마모시험이란 이들 복잡한 현상을 측정하는 방법이

다. 마모시험은 두 재료가 직접 접촉하는 방식의 이체마모시험(Two-body wear test)과 두 재료 사이에 연마제가 개재하는 삼체마모시험(Three-body wear test)으로 대별할 수 있으나, 마모도는 동일한 재료에 대해서도 시험방법에 따라 다양한 결과를 나타내고 있으며^{14,15)}, 본 연구에서는 삼체 마모시험을 시행하였고, 이 핀-디스크 유형의 마모기에서는 주로 접촉성 및 마멸성 마모를 한다¹⁶⁾.

이런 마모시험 후에 색 평가 위해 본 실험에서 사용한 spectrophotometer는 색에 대한 연구에서 큰 어려움 중 하나인 색에 대한 정량화를 현재로는 가장 객관적으로 표현할 수 있다고 받아들여 지고있다.¹⁷⁾ 이전의 실험에서 색의 평가를 위해 사용된 방법으로는, 여러 전문가의 주관적 시각에 의존하거나 또는 stain이 제거된 양을 측정하여 제거된 양과 색의 변화를 일치한다고 생각하여 판단하였다. 본 연구에서 색 차이를 평가하기 위해 사용한 Spectrophotometer는 색 측정을 위해 CIE L*, a*, b* 로 표현되는데, L*은 명도를 나타내며 0에서 100까지의 수로 표시하며 a*는 적색 및 녹색정도를 나타내는 지표이며 -60부터 +80까지의 수로 표시하며 값이 클수록 적색을, 값이 적을수록 녹색을 나타낸다. b*는 황색과 청색의 정도를 나타내는 지표로 범위는 -80부터 +60까지이며 값이 클수록 황색을 값이 적을수록 청색을 나타낸다. 이로 인해 색을 정량화 하였고 그 위치의 거리차이를 이용하여 색 차이를 정량적으로 평가하여 사용하였다.^{18,19)}

한편 ΔE 값에 대한 해석에 대하여 많은 연구가 있어왔는데, Crispin²⁰⁾은 ΔE 값이 2일 때를 육안으로 식별 가능한 기준 점으로 삼아, 2 이상인 경우는 식별 가능한 색의 변화가 존재한다고 보고하였고, O'Brien²¹⁾은 ΔE 의 값이 1 이하일 경우 우수하고, 2 이하일 경우 임상적으로 받아들여질 만하며, 3.7 이상일 경우에는 임상적으로 눈에 의해 확연히 구별될 수 있다고 하였다. 이와 같은 연구결과를 토대로 미국 치과 의사 협회²²⁾는 ΔE 값이 2일 때를 색차를 구별 할 수 있는 기준 값으로 규정하고 있다.

Seghi^{23,24)}는 인간의 색 감각은 피로도, 나이, 감정 상태 등에 의해 제한을 받지만 2개의 물체의 색 차이를 인지하는 능력은 매우 높아서 아주 작은 색 차이도 감지할 수 있다고 하였다. 하지만 이러한 색 차이의 양과 정도를 구분하는 능력은 전문가와 비전문가

사이에 차이가 크다고 보고하면서, $\Delta E < 1$ 일 때는 사람의 눈으로는 색 차이의 구별을 할 수 없으며 기계적인 방법에 의해서만 색 차이를 구별할 수 있고, $1 < \Delta E < 2$ 일 때는 숙련된 전문가에 의해서만 구별이 가능하며, $\Delta E > 2$ 일 때는 비전문가에 의해서도 색 차이의 구별이 가능하므로 ΔE 값이 2이하이면 임상적으로 받아들일 만하다고 보고하였다.

본 실험에서는 스테인을 시편 표면에 균일하게 적용하기 위하여 여러 시도를 하였다. 모든 시편에서 뿐 아니라 같은 시편에서도 여러 부위에서 모두 같은 두께의 스테인을 적용해야 의미 있는 결과를 산출하기 때문이다. 하지만 이는 그리 용이치 않아, 한 사람의 연구자에 의해 균일하게 도포 되도록 노력하였고, 이 문제점을 해결하기 위해 색의 측정 시 항상 일정한 점만을 측정하여, 상대적인 변화량을 측정하여 이런 문제점을 극복 하였다. 이차원적 공간에 두 참고 점을 정하여 일정한 점만을 지속적으로 측정하여, 비록 각 시편 또는 한 시편에서 위치에 따라 그 L*, a*, b* 값이 다르더라도 실험 후에 같은 점을 측정하여 그 변화량을 비교 분석하였다.

선학들의 연구에서 스테인된 도재에서의 색 변화에 가장 큰 영향을 미치는 잇솔질에 대한 영향에 대해 연구되었으나, 그 평가 방법이 상당히 주관적이거나 단순히 마모된 물리적 양만을 평가했으나, surface stain의 제거된 양보다는 제거된 후 이로 인한 색조의 영향과 또 roughness로 인한 색 변화까지 모두 고려해 실제로 사람의 시각에 미치는 영향을 객관적으로 평가하는데 본 논문의 목적이 있다. 결과에 의하면 가장 크게 영향을 미치는 인자는 Kathy 등⁴⁾의 연구결과와 같게 소성 방법에 따른 것으로 두 번 나누어 소성 한 경우 상당히 안정한 것을 알 수 있고, 반면 채도가 높을수록 색 안정성이 떨어지는 것을 알 수 있었다. 반면 glazing은 orange color를 제외하고는 큰 임상적 의미가 있을 정도의 색차가 없었다.

즉, 환자의 심미적인 만족을 위해 사용되어지는 stain의 색에 대한 안정성을 위해서라면 반드시 두 차례 나누어 stain 후 glazing을 시행한다면 보철물의 색 변화는 임상적으로 허용될 수 있다.

이후의 연구는 보철 치료나 보철물, 레진 접착 시 사용되어지는 산 부식, 충치 예방에 사용되어지는 APF(Acciduated phosphate fluoride)의 적용, 또 심

미개선을 위한 미백치료에 사용되어지는 H₂O₂ 와 Carbabama-peroxide의 적용 시에 스테인된 보철물의 색 안정성에 대해 조사되어야 할 것으로 생각된다.

V. 결 론

본 연구는 도재 스테인 전,후의 색변화를 Spectrophotometer로 측정하였고, 또 stain의 색 안정성을 평가 하기위해 3종의 stainer(blue, light brown, orange color)와 스테인 시 소성 횟수를 한번과 두 번으로 달리 하여, 이 두 조건의 조합으로 6개의 구름으로 나누어 마모시험한 결과를 spectrometer로 측정하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. Glazing 전,후의 색의 변화는 임상적으로 의미가 있을 정도로 크진 않았으나 orange color에 경우는 blue 와 light brown에 비해 통계적으로 유의한 수준으로 더 많이 변화였다(p<0.05).
2. 잇솔질에 의한 스테인된 도재수복물에서 색의 변화는 두 번의 소성에 의한 staining과 glazing을 시행하는 것이 한번에 의해 시행하는 것에 비해 색의 변화가 적었다(P<0.05).
3. Stainer의 색에 따른 차이는, 채도가 높은 orange color가 blue color에 비해 잇솔질 마모에 의한 색 변화에 민감하였다(P<0.05).
4. 8만회 마모 후의 색의 변화는, staining과 glazing 을 같이 적용하는 경우는 모든 stainer에서, 두 번에 걸쳐 소성하는 경우는 orange-stainer에서 임상적으로 의미가 있을 정도의 색의 변화를 보였다.

참고문헌

1. Aker DA, Aker JR, Sorensen SE. Tooth brush abrasion of color-corrective porcelain stains applied to porcelain-fused-to-metal restoration. J Prosthetic Dent. 1980; 44:161-3.
2. Jacobs SH, Goodacre CJ. Effect of porcelain thickness and type of metal-ceramic alloy on color. J Prosthetic Dent. 1987; 57:138-45.
3. Firdaus B, Saul W. The microscopic ap-

- pearance and effect of tooth brushing on extrinsically stained metal-ceramic restoration. J Prosthetic Dent. 1987;57:47-52.
4. Kathy LO, John MP. Effect of dissolution on color of extrinsic porcelain colorants. Int J Prosthodont. 1993;6:558-63.
5. Sproull RC. Color matching in dentistry. Part II: practical application of the organization of color. J Prosthetic Dent. 1973; 29:556-66.
6. Nasser B. Color and glaze Effect of repeated firing. J Prosthetic Dent. 1982;47:393-95.
7. Bruce JC. Relative color stability of ceramic stains subjected to glazing temperatures. J Prosthetic Dent. 1991;66:20-23.
8. Peter SL, Ted JP. Color changes of porcelain surface colorants resulting from firing. Int J Prosthodont. 1992;5:22-27.
9. Stanford WB, Fan PL, Wozniak WT. Effects of finishing on color and gloss of composite with different fillers(Abstr No 451). J Dent Res 1983;62:219-24.
10. Naomi T, Hideo M. Wear and surface roughness of current prosthetic composites after toothbrush/dentifrice abrasion. J Prosthetic Dent. 2000;84:93-97.
11. Svinneseth PN, Gjerdet NR. Abrasibility of toothpaste. An invitro study of toothpaste marketed in Norway. Acta Odontol Scand 1987;45:195-202.
12. Cops DP, Lacy AM, Curtis T, Carman JE. Effects of topical fluorides on five low-fusing dental porcelain. J Prosthetic Dent. 1984;52:340-3.
13. Craig RG. Restorative Dental Materials. St louis: Mosby, 1989:42.
14. Roulet JF. Degradation of dental polymers 1st ed New York: Karger. 1987:60-160.
15. Harrison A. Wear of combination of acrylic resin and porcelain on an abrasion testing machines. J Oral Rehabil. 1987;4:111-115.
16. Lutz F, Krejci I, Barbakow F. Chewing

- pressure Vs. Wear of composites and opposing enamel cusps. *J Dent Res.* 1992;71:1525-1529.
17. Rosenstiel SF. Colour measurements of all ceramic crown systems *J Oral Rehabilitation* 1989;16:491-501.
 18. Seghi RR, Johnston WM. Spectrophotometric analysis of color differences between porcelain systems. *J Prosthetic Dent.* 1986;56:35-40.
 19. Michael W, Richard J. Goodkind. Spectrophotometric study of five porcelain shades relative to the dimensions of color, porcelain thickness, and repeated firings. *J Prosthetic Dent.*;42:96-105.
 20. Crispin BJ, Hewlett E, Seighi R. Relative color stability of ceramic stains subjected to glazing temperatures. *J Prosthetic Dent.* 1991; 66: 20-3.
 21. O'Brien WJ, Groh CL, Boenke KM. A new, small color difference equation for dental shade. *J Dent Res* 1990; 69: 1762-4.
 22. Wozniak WT. Proposed guidelines for the acceptance program for dental shade guides, American dental association, Chicago, p.1-2, 1987.
 23. Seghi R, Johnston W, O'Brien WJ. Performance assessment of colorimetric devices on dental porcelains, *J Dent Res* 1989; 68: 1755-9.
 24. Seighi R, Hewlett E, Kim J. Visual and Instrumental colorimetric assessments of small color difference on translucent dental porcelain. *J Dent Res* 1989; 68: 1760-4.

Reprint request to:

Charn-Woon Park

Dept. of Prosthodontics and Institute of Oral Bio Science, College of Dentistry, Chonbuk National Univ. 634-18, Gumam-Dong, Dukjin-Gu, Chonju, 561-712, Korea

Tel. 82-63-250-2013

E-mail. cwpark@moak.chonbuk.ac.kr

ABSTRACT

EFFECT ON THE COLOR STABILITY OF STAINED PORCELAIN DUE TO TOOTH BRUSHING

Im-Gi Lee, Jun-Oh Jeong, Charn-Woon Park

*Department of Prosthodontics and Institute of Oral Bio Science,
College of Dentistry, Chonbuk National University*

This study is going to compare the degree of color change which occurs in the following two cases of the factors which cause the color change of extra-staining, one is during glazing by the dental technician, the other is tooth brush abrasion which makes the biggest influence on color change. To compare the degree of color change before and after glazing, a sample was made with vintage incisal porcelain No. 59 OPAL(Shofu Inc, Japan), after that it was painted with three colors of porcelain stainers, then the degree of color was measured with a spectrophotometer(Model Chromaview 300, Spectoron Tech Co. Korea) after it had been treated with firing only and glazing after firing.

40,000-cycle and 80,000-cycle of tooth brush abrasion test were carried out in order to simulate the brushing effect of 4 years and 8 years by using the abrasion tester. The colors were measured before the test, and after the 40,000-cycle and 80,000-cycle operations and the surfaces were examined by SEM.

The results of this study were as follows :

1. The color change before and after glazing was not great enough to have a clinical significance but the orange color was changed more significantly statistically than the blue and light brown($p < 0.05$).
2. In the case of the color change of stained porcelain by tooth brushing, carrying out staining and glazing with two-times firings resulted in statically less color change than one firing only($p < 0.05$).
3. In the case of the difference in the stainer's color, the orange color which has higher chroma was statically more sensitive than the blue color($p < 0.05$).
4. In the case of the color change after the 80,000-cycle abrasion, all showed color change when there was one firing and the orange stainer showed some color change with clinical significance when firings were done two times.

Key words : Color Stability, Tooth Brushing, Abrasion, Staining, Glazing