

치관 전장용 레진의 내마모성에 대한 비교연구

서울대학교 치과대학 보철학교실

윤수선 · 이선형 · 양재호 · 장완식

목 차

- I. 서 론
- II. 실험재료 및 방법
- III. 실험성적
- IV. 총괄 및 고안
- V. 결 론
- 참고문헌
- 영문초록

I. 서 론

1931년 Geier가 celluloid를 이용한 가공의치 제작법을 소개하였고, 1938년 Selbach¹⁾에 의해 가공의치 제작에 인공수지의 사용이 보고된 이후, 아크릴레진의 단점인 낮은강도, 높은 열팽창계수, 낮은 탄성계수, 경화시 수축 및 낮은 내마모성을 개선하고자 가소화(plastization), 강화(reinforcement), 가교화(crosslinking), 공중합화(copolymerization) 등의 시도가 있었다.

그후 Bowen에 의해 기질에다 보강제(filler)를 첨가한 복합레진이 소개되었고 vinyl silane 같은 결합제(coupling agent)가 개발되어 보강제와 기질간의 결합력을 향상시켰으며 보강제의 입자가 가시광선의 파장보다도 작은 microcomposite가 소개되어 표면연마에 대한 문제점이 해결되었다. 광중합법의 개발로 임상에서 사용하기가 더욱 편리해지고 개선된 색조의 안정성으로 전장용 레진의 사용은 증가 추세에 있으나 임상적

으로 제기되는 가장 큰 문제점은 내마모성이 낮다는 것이다.

구강내에서 일어날수 있는 치아나 보철물에 대한 마모의 원인은 저작운동, 잇솔질, 이상기능 및 직업적 습관등이 있을수 있으며 이러한 마모의 결과는 교합고경의 감소, 교합장애 및 심미성의 저해등으로 나타난다.

마모란 사용에 의해 표면이 닳아 없어지는 것이며 마찰성마모(frictional wear), 접착성마모(adhesive wear), 연마성마모(abrasive wear)로 구분되고 구강내에서의 마모는 이러한 마모양상이 복합적으로 관여하여 나타난다.

치과재료에 대한 마모도측정법은 두 물질질을 직접 연마시키는 Two-body wear test와 두 물질사이에 연마제가 들어가는 Three-body wear test로 대별되며 마모를 시키는 방법과 마모량을 측정하는 방법에 따라 같은 재료간에도 결과는 다양하게 나타난다.

마모를 시키는 방법에도 oscillatory wear test^{2,3)}, Taber abrasion test^{4,5)}, abrasive paper method⁶⁾, enamel slider method⁷⁾, tooth brushing method^{8) 9) 10) 11) 12) 13) 14)}가 있다.

마모량을 측정하는 방법으로는 USPHS-Criteria, profilometer¹⁵⁾, 3-dimensional microscopy, weight loss measurement¹⁶⁾, SEM¹⁷⁾, laser optical counting, precision occlusal mapping, extensometer, radiotracer method¹⁸⁾가 있다.

저자는 전장용 레진중에서 가열가압중합복합레진, 광중합복합레진, 가열중합레진등 3종의 레진과 범람질과의 내마모성을 비교하고자, 각각의 시편을 제작하여 전동치아마모시험기를 이용하여 10만회에 해당하는 잇솔질후 각시편의 마모량을 표면조도측정과 적분법에 의한 연구평가로 다소의 지견을 얻었기에 이를 보고하는 바이다.

II. 실험재료 및 방법

가. 실험재료

본 실험에서는 가열가압중합복합레진, 광중합복합레진, 가열중합레진 등 3종의 전장용레진과 법랑질을 사용하였다.

1. 레진

실험에 사용된 3종의 레진은 Table 1. 과 같다.

Table 1. Resin materials selected for study

Polymer type	Manufacturer	Brand name
heat-pressure-polymerized	SR-Isosit-N	Ivoclar Co.
light-polymerized	Dentacolor	Kulzer Co.
heat-polymerized	Thermojel	Caulk Co.

2. 법랑질

우식증이 없는 전치를 받치 후 즉시 증류수에 보관했다가 시편제작시 흐르는 물로 깨끗이 씻은 후, diamond disc 로 water spray 하면서 절단하였으며 가로 5 mm 세로 5 mm인 장방형으로 법랑질의 두께가 0.5 mm 이상 확보되는 치아만 사용하였다.

나. 실험방법

1. 시편제작 및 표면연마

1) 시편용 die 제작

전동치아마모기의 고정장치에 장착시킬수 있는 레진용 die 는 알루미늄으로, enamel 용 die 는 플라스틱으로 Fig 1.2 와 같이 제작하였다.

2) 레진시편 제작

시편용 알루미늄 die 를 이용하여 3종류의 레진으로 각각 8개의 시편을 제작하였으며 제조회사의 지시에 따라 충전시킨후, 현미경용 slide glass 로 피개하여 stress 가 해소된 24 시간후 중합시켰다. 중합조건은 다음과 같다.

○ SR-Isosit-N(incisal S-1)

glass 로 피개된 상태의 시편을 Ivomat 에서 120 ℃ , 6 기압하에서 7분간 중합시켰다 (Fig.3).

○ Dentacolor(incisal 124)

glass 로 피개된 상태의 시편을 Dentacolor XS 내에

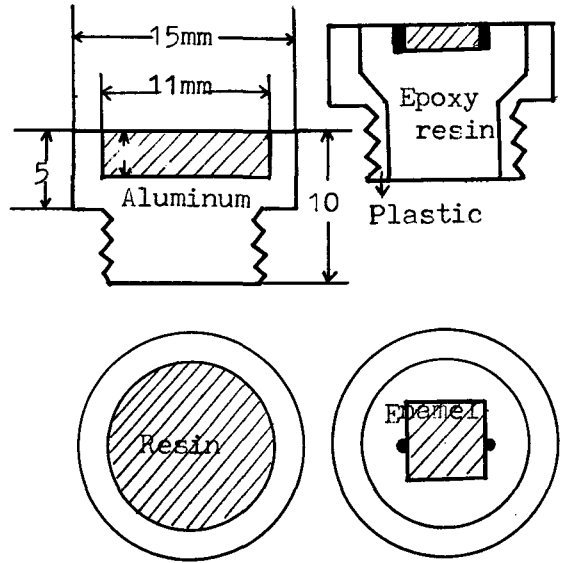


Fig. 1. Diagram of dies for resin and enamel specimen.

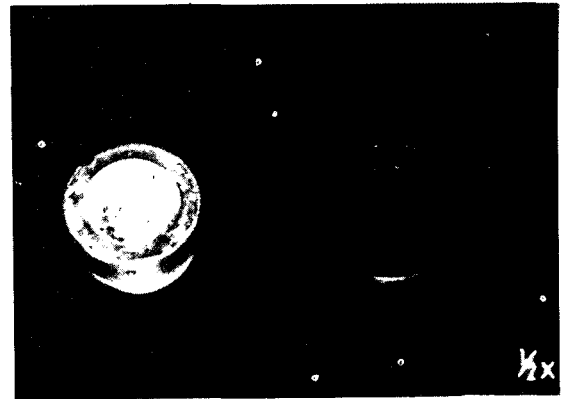


Fig. 2. Dies for resin and enamel specimen.

서 90 초간 조사후 glass 를 제거하고 180 초간 다시 조사하였다 (Fig.4).

○ Thermojel(shade # 65)

glass 로 피개된 상태의 시편을 blower 에서 5분간 예열한후 oven 에서 300°F까지 중합시켰다.

3) 법랑질 시편 제작

가로 5 mm 세로 5 mm인 장방형으로 절단된 법랑질을 이용하여 8개의 시편을 제작하였다. 시편의 중앙을 표시하기위해 직경 0.2 mm의 동선을 접착시킨후, 양면테이프를 사용하여 법랑질과 die 를 고정시켜 epoxy 레진으로 매몰시킨후 24 시간후 분리시켰다 (Fig.5).

4) 시편의 표면연마

표면조도에 의한 마모량 측정을 위해서는 각 시편의 표면이 평탄할수록 정확한 측정치를 구할수 있으므로 제작된 시편을 대기중에서 7일간 보관후, # 180, # 320, # 600, # 800, # 1,000, # 1,200, silicone carbide abrasive paper 순으로 표면을 연마한다. 그후 metallurgical lapping 과정을 거친후 시편을 # 3,000 diamond compoud paste 를 이용하여 최종연마 하였다.

5) 연마된 시편의 표면조도측정

연마과정을 거친 시편을 고정시킬수 있는 시료대를 황동으로 제작한후 surfrecorder SE-30 D(Kosaka Lab LTD, Japan)를 이용하여 표면연마된 시편의 표면조도를 측정하여 마모실험에 적절한 시편인가를 검증하였다 (Fig.6).

측정조건

① 레진시편

중배율 10,000, 횡배율 20, 측정속도 0.5mm/sec
측정거리 8 mm, 자동조작,

② 법랑질시편

중배율 10,000, 횡배율 20, 측정속도 0.5 mm/sec
측정거리 2.5 mm 자동조작

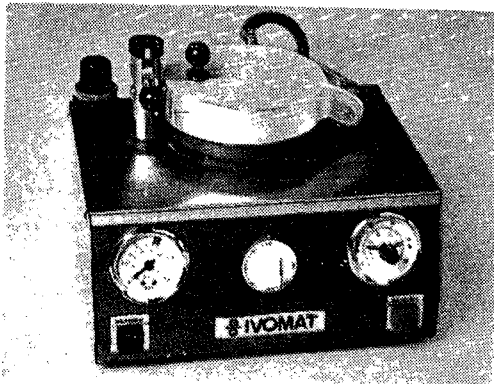


Fig. 3. The Ivoclar IVOMAT.

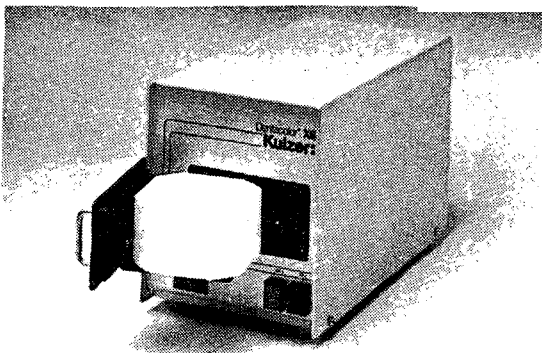


Fig. 4. Dentacolor XS photocuring unit

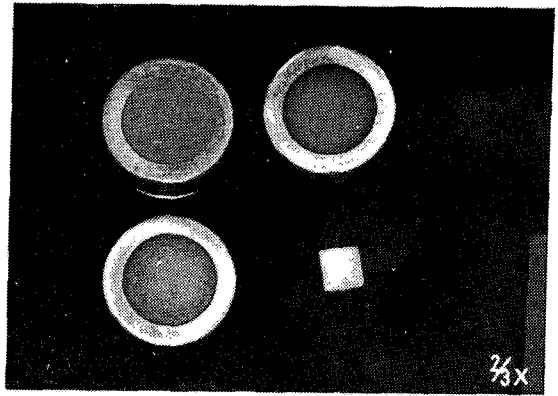


Fig. 5. Resin and enamel specimen.

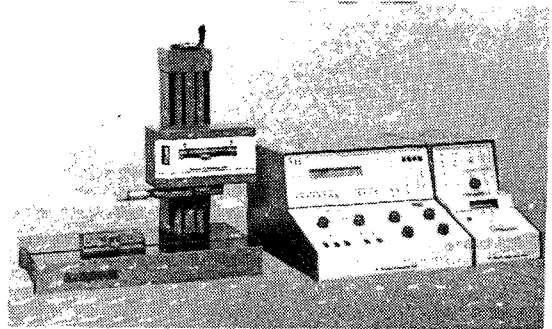


Fig. 6. Surfrecorder Model SE-30D, Kosaka Lab LTD. Japan.

2. 마모실험.

1) 시편용 덮개 (cover) 제작

시편의 표면을 부분적으로 피개할수 있는 덮개를 의경 22 mm 내경 16 mm, 높이가 4 mm인 스테인레스 링에 나중양부의 폭 3 mm가 개방되게 좌우측으로 두께 50 μm의 matrix band로 납착시킨후 시편을 고정할수 있는 조임나사를 120°방향으로 나누어 3개씩 설치하였다 (Fig.7).

2) 전동치아마모시험기

1983년 한¹⁹⁾이 고안제작한 전동치아마모시험기로 4개의 동력전달장치에 각각 2개의 잇솔을 고정시킬수 있고 회전속도는 분당 150회전이며 잇솔과 시편고정장치간에는 200 g 중/cm²의 힘이 작용되게 추의무게가 조정되어 있고 회전수가 자동회전표시기에 나타나고 요구하는 회전수까지만 회전후 자동으로 멈추게 제작되어 있다 (Fig.8).

3) 시편의 마모실험

한번에 4개의 시편을 전동치아마모시험기의 시편고

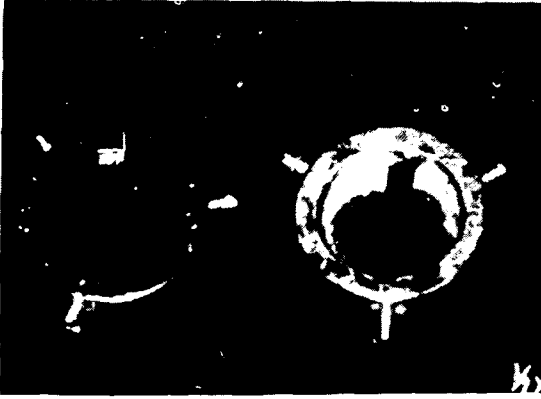


Fig. 7. The cover for resin and enamel specimen

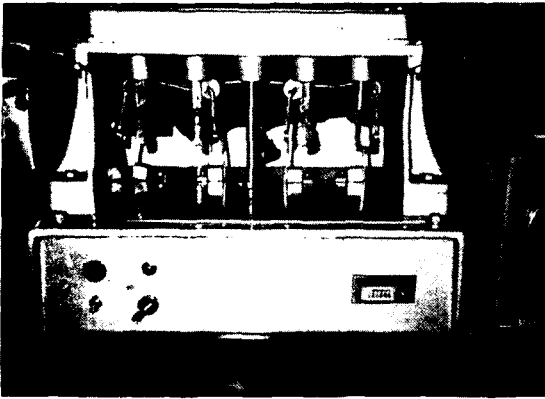


Fig. 8. Electric tooth brushing machine.

정장치에 고정시킨후 잇솔의 회전방향과 평행하게 덮개의 개방면을 일치시킨후 조임나사를 조인다. 시판되고 있는 세치제 1종 (안티프라그, 부광약품) 을 선택한후, 1% sodium carboxymethyl cellulose 용액 100cc 에 세치제 50 g 을 혼합하여 비이커에 담아 시편과 잇솔이 세치제 혼합용액에 완전히 잠기게 설치하였다. 이때 사용한 잇솔은 강모속이 4 열 11 행이고 강모의 직경은 0.2 mm 이었다. 그후 후에 의해 200 g 중/cm²의 힘이 잇솔과 시편 사이에 가해지게 한후 좌우 각각 2 만 5 천회 전시켰다. 마모실험이 끝난 시편은 고정장치에서 제거하여 덮개를 풀고 초음파 세척을 5 분간 시행하였다.

3. 마모된 시편의 표면조도관찰 및 마모량 측정

마모과정을 거친 시편을 황동제 시료대에 고정시킨후 Surfrecorder SE-30D 를 이용하여, 잇솔질의 직각방향이면서 시편의 중앙부위로 stylus 가 지나가게 하면서 시편의 단면표면조도를 측정한다.

측정조건)

i) Enamel 시편

종배율 10,000 횡배율 20 Drive speed 0.1mm/sec. 측정거리 5 mm 수동조작.

ii) SR-Isosit-N 시편과 Dentacolor 시편

종배율 2,000 횡배율 20 Drive speed 0.1mm/sec. 측정거리 8 mm 자동조작

iii) Thermojet 시편

종배율 200 횡배율 20 Drive speed 0.1mm/sec 측정거리 8 mm 자동조작

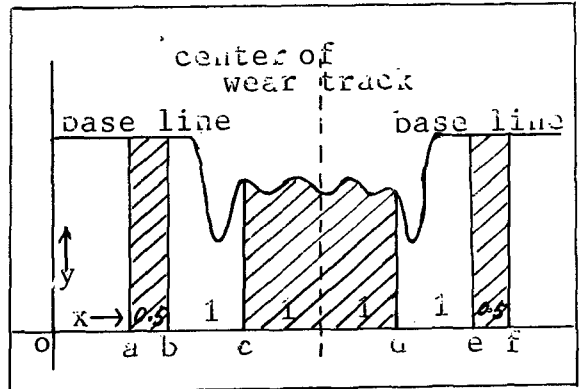


Fig. 9. Diagram showing thickness of material loss as measured mathematically by calculation from integration.

Fig.9 와 같은 시편의 표면조도를 적분법을 이용하여 평균두께 감소량을 계산하는 술식은 다음과 같다.

좌측 기준면의 평균높이 (중앙에서 좌측으로 2.0 ~ 2.5 mm 사이)

$$H_l = \frac{1}{b-a} \int_a^b Y(x) / dx \text{ 가 되고}$$

우측 기준면의 평균높이 (중앙에서 우측으로 2.0 ~ 2.5 mm 사이)

$$H_r = \frac{1}{f-e} \int_e^f Y(x) / dx \text{ 가 되며}$$

마모된 부위의 평균높이 (중앙에서 좌우 1.0 mm)

$$H_w = \frac{1}{d-c} \int_c^d Y(x) / dx \text{ 가 되니}$$

결국 평균두께 감소량은 $\frac{H_l + H_r}{2} - H_w$ 가 된다.

기준면에 대해서는 마모실험전에 시편의 표면조도측정으로 이미 검정을 마친바 있고 기준면과 마모면의 경계부위는 간섭현상으로 마모량이 불규칙하여 제외하였다.

Ⅲ. 실험성적

가. 마모실험전 연마된 시편의 표면조도
 마모전 시편의 표면조도측정에서 중심선평균거칠기

(CLA, Ra)는 SR-Isosit-N이 $0.232\mu\text{m}$, Dentacolor
 가 $0.201\mu\text{m}$, Thermojel 이 $0.607\mu\text{m}$, 법랑질이 $0.154\mu\text{m}$
 로 모든시편의 표면조도가 마모실험에 적절하였다
 (Fig.10,11,12,13).

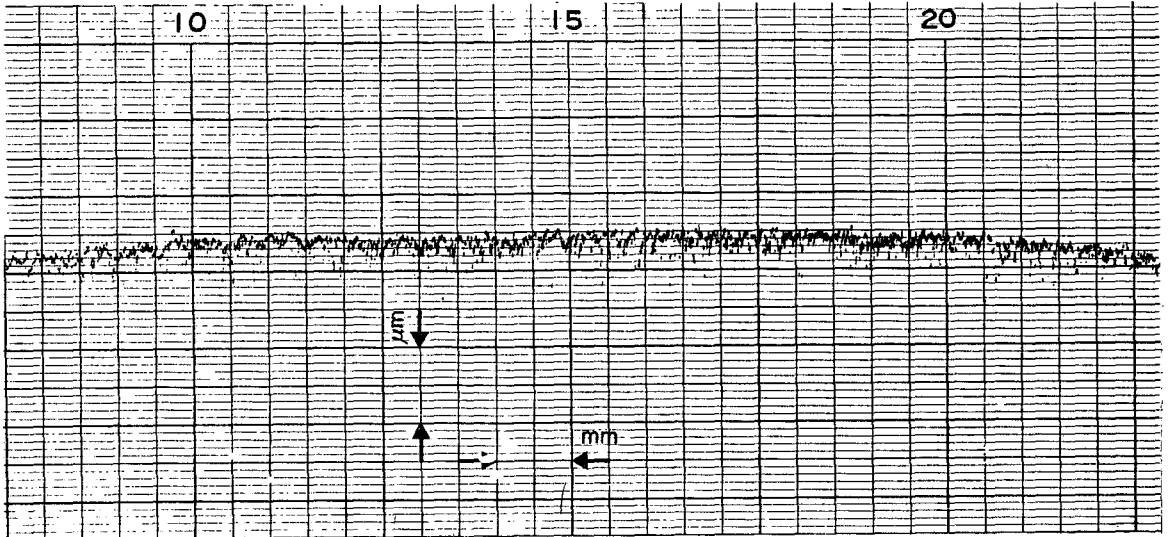


Fig. 10. Surface profile of the SR-Isosit-N specimen after final polishing with #3,000 diamond
 paste V; 10,000x H; 20x L; 8mm drive speed; 0.5mm/sec
 (V; vertical magnification, H; horizontal magnification, L; working length)

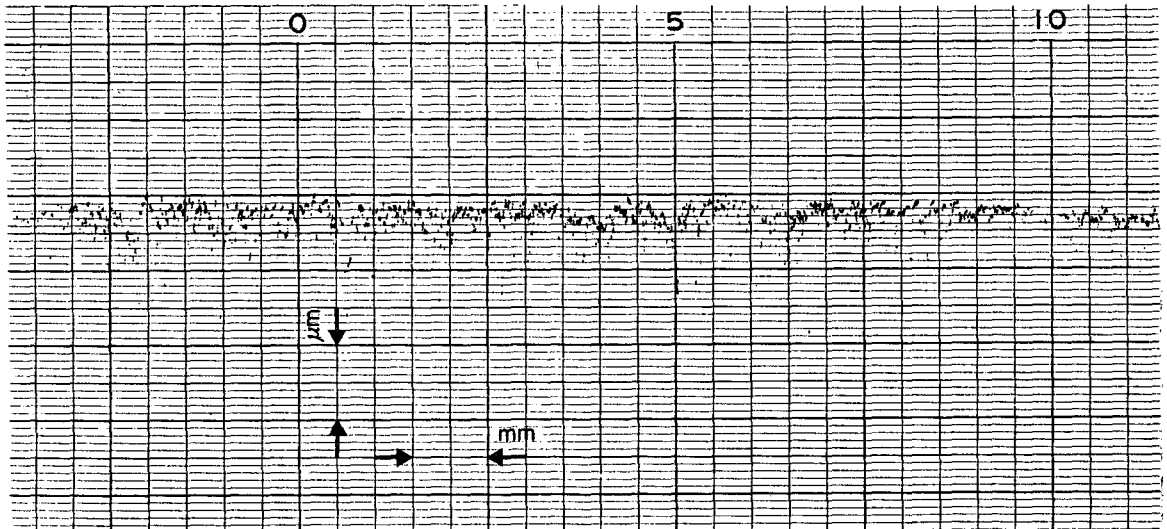


Fig. 11. Surface profile of the Dentacolor specimen after final polishing with #3,000 diamond
 paste V; 10,000x H; 20x L; 8mm drive speed; 0.5mm/sec

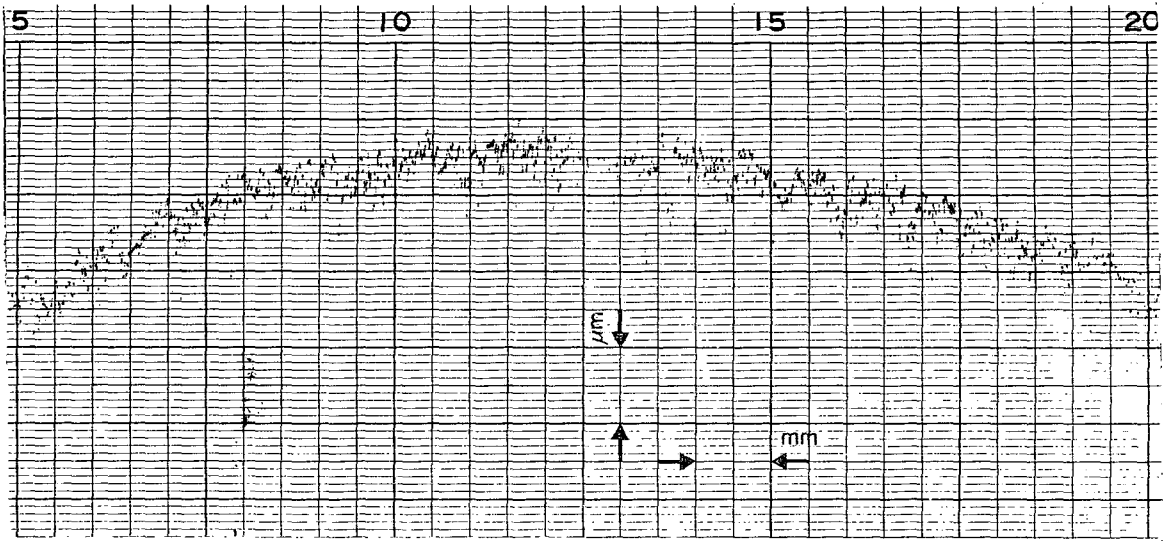


Fig. 12. Surface profile of the Thermojel specimen after final polishing with #3,000 diamond paste V; 10,000x H; 20x L; 8mm drive speed; 0.5mm/sec

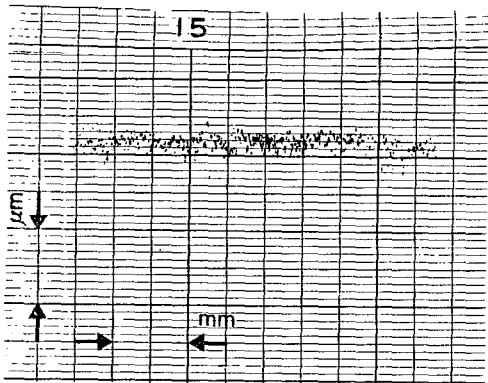


Fig. 13. Surface profile of the enamel specimen after final polishing with #3,000 diamond paste V; 10,000x H; 20x L; 2mm drive speed; 0.5mm/sec

나. 마모실험후 시편의 표면조도
3종의 레진과 범랑질시편을 전동치아마모시험기에서 10만회의 잇솔질을 실시한 후 표면조도측정하여 나온 결과 중에서 대표적인 것은 Fig.14,15,16,17 과 같다.

다. 평균두께감소량 (mean thickness loss)
마모실험후 각 시편의 표면조도에 의한 평균두께감소량은 다음과 같다 (Table.2).

평균두께감소량의 평균치에 대한 3종의 레진과 범랑질간의 유의성을 알아보기 위하여 t-test 로 검증하였다 (Table.3).

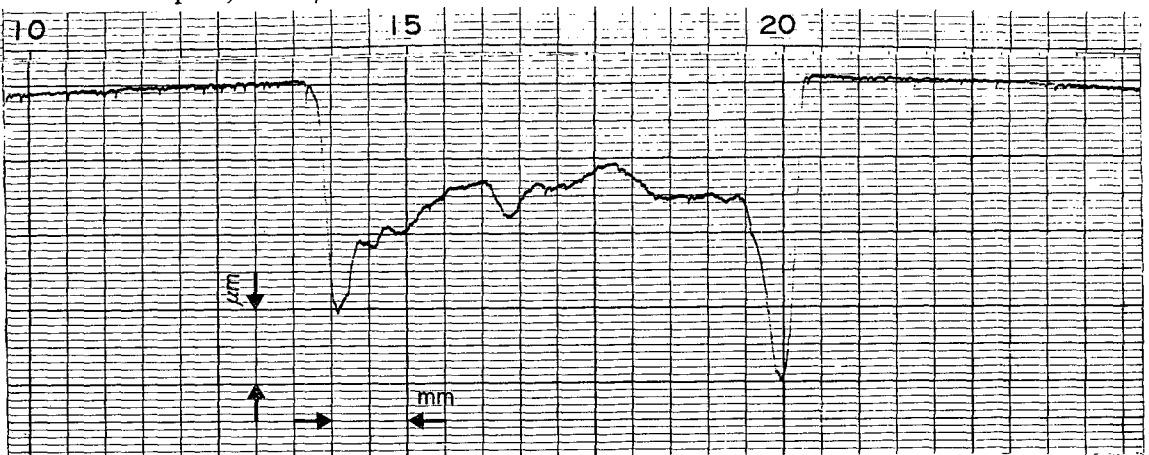


Fig. 14. Surface profile of the SR-Isosit-N specimen after wear test (100,000 strokes of tooth-brushing) V; 2,000x H; 20x L; 8mm drive speed; 0.1mm/sec

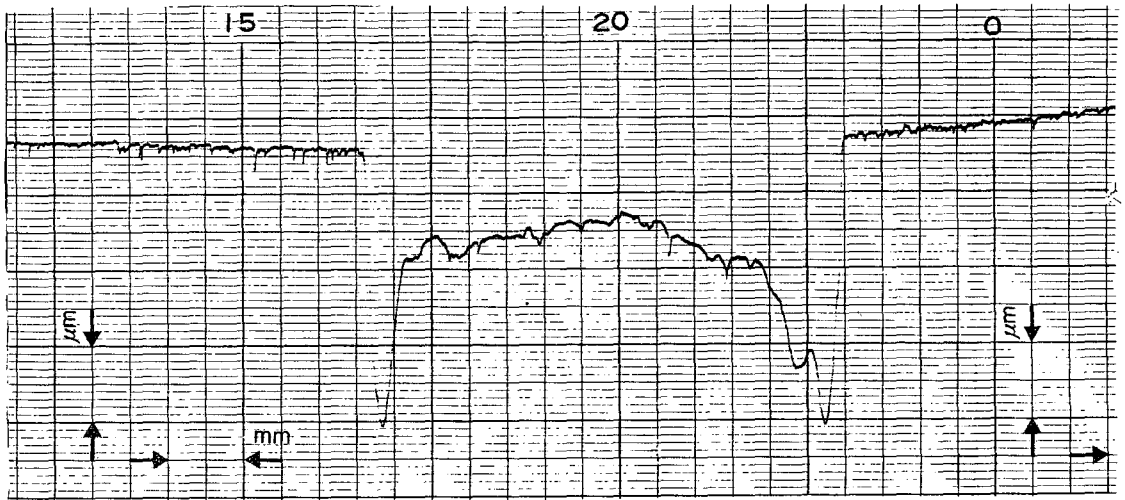


Fig. 15. Surface profile of the Dentacolor specimen after wear test (100,000 strokes of tooth-brushing) V; 2,000x H; 20x L; 8mm drive speed; 0.1mm/sec

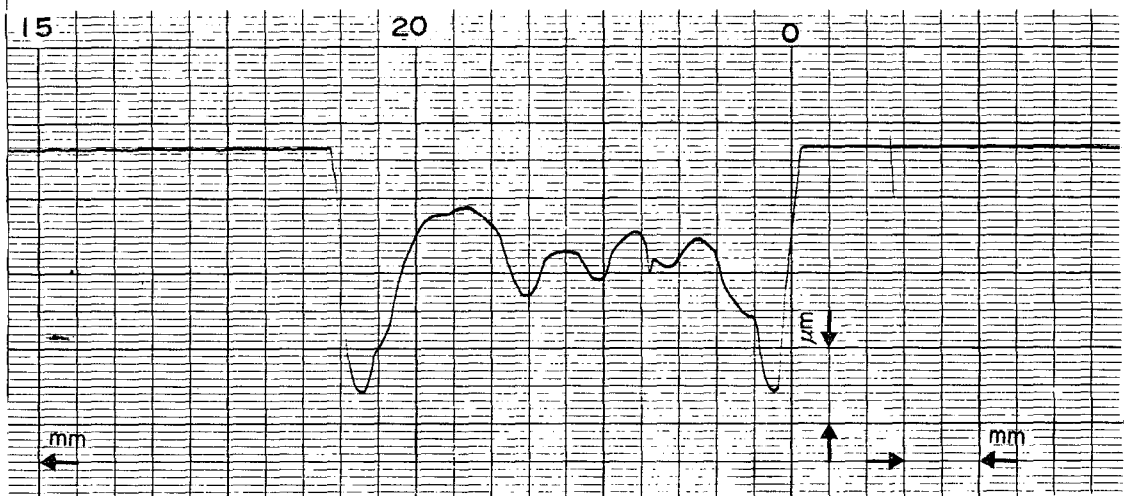


Fig. 16. Surface profile of the Thermojel specimen after wear test (100,000 strokes of tooth-brushing) V; 2,00x H; 20x L; 8mm drive speed; 0.1mm/sec

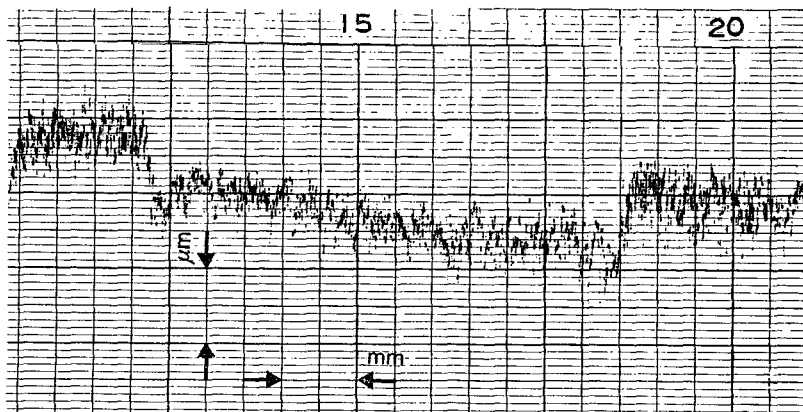


Fig. 17. Surface profile of the enamel specimen after wear test (100,000 strokes of tooth-brushing) V; 10,000x H; 20x L; 5mm drive speed; 0.1mm/sec

Table 2. Mean thickness loss of 3 resin types & enamel ($\mu\text{m}/100,000$ stroke of tooth brushing)

Material	Mean	S.D
Enamel	0.97	0.42
SR-Isosit-N	7.6	2.1
Dentacolor	9.4	2.5
Thermojel	84.3	27.3

Table 3. Comparison of mean thickness loss in 3 resin types & enamel

	Mean	S.D	df	t-value	significance
E - I	0.97 7.6	0.42 2.1	11	6.850	s (p < 0.005)
E - D	0.97 9.4	0.42 2.5	11	7.334	s (p < 0.005)
E - T	0.97 84.3	0.42 27.3	11	6.695	s (p < 0.005)
I - D	7.6 9.4	2.1 2.5	14	1.555	ns (p > 0.05)
I - T	7.6 84.3	2.1 27.3	14	7.903	s (p < 0.005)
D - T	9.4 84.3	2.5 27.3	14	7.708	s (p < 0.005)

E; enamel I; SR-Isosit-N D; Dentacolor T; Thermojel ns; Non-significant at 5% level

평균두께감소량에 있어 Dentacolor와 SR-Isosit-N 간에는 유의한 차이가 인정되지 않았다.

IV. 총괄 및 고찰

치관 전장용 레진이 임상적으로 널리 사용되기 위해서는 무엇보다 내마모성 문제가 선결되어야 한다.

치관 전장용 레진의 내마모성에 관해서는 Sexon과 Phillips¹⁰⁾, Viera¹¹⁾, Lennart¹³⁾, Ward 등²⁰⁾이 연구한 바 있다.

표면조도를 이용하여 마모량을 측정하기 위해서는 시편의 표면평활도가 중요하므로 시편의 연마과정이 필요하다.

본 실험에서는 레진을 die에 충전한 후 산소에 의한 중합방해¹⁴⁾를 막고자 slide glass를 피개한 상태에서 중합을 시켰다. 중합이 끝난 시편의 육안관찰에서 Thermojel과 SR-Isosit-N시편은 약간의 요철이 있음이 관찰되었고, 실온에서 1주일간의 시효경과를 거친 후에는 모든 레진시편의 표면이 평활하지 못했다. 대기 중에서 개방된 상태로 시편을 보관한 이유는 레진을 물속에 보관시 레진종류에 따라 0~0.6%까지 다양하게 팽창하나 대기중에 보관시 거의 모든 레진이 0.1% 수축한다는 Hirasawa 등²¹⁾의 연구에 근거를 두고 레진 시편간의 변형을 균일화시키고 최소화 시키고자 함이었다.

각시편의 표면을 # 3,000 diamond paste로 최종연마한 후 레진시편은 활주거리 8mm, 법랑질시편은 2mm에서 중심선평균거칠기 (CLA, Ra)를 측정하여 마모실험에 적당한 시편인가를 검증하였는데 이때 중심선평균거칠기가 SR-Isosit-N은 0.232 μm , Dentacolor는 0.201 μm , Thermojel은 0.607 μm , 법랑질이 0.154 μm 이었다. Thermojel 시편이 중심선평균거칠기가 가장 큰 이유는 연마시 수분에 의한 팽창과 대기중에 보관시 수축에 의한 것으로 사료된다. 즉 Thermojel은 다른 2종의 레진과는 달리 filler가 함유되어 있지 않고 기질자체도 다르기 때문이다. Glantz²²⁾의 연구에 의하면 복합레진을 stainless strip으로 피개하여 중합시켰을때 평균선중심거칠기는 0.038 μm , polymer strip으로 피개한 경우는 0.080 μm 라고 보고하였고, 배²³⁾는 # 800 연마지로 Thermojel을 표면처리한 경우 활주거리 2mm의 측정에서 평균선중심거칠기는 0.26 μm 라고 보고하였다. 수분흡수율에 관해서는 Viohl²⁴⁾이 unfilled resin은 5%, conventional composite는 1%, microcomposite는 2%라고 보고하였다. 제조회사에 의하면 SR-Isosit-N은 2%, Dentacolor는 0.7%라 한다.

최종 연마된 시편의 육안관찰에서 Thermojel에서만 기포를 발견할수 있었으며 Fig 12에서 보는 바와 같이 미세한 기포가 존재하는것 같았다. SR-Isosit-N은 6기압의 압력이 가해진 상태에서 중합이 되므로 육안관찰이나 표면조도측정에서 기포를 발견할수 없었다. 마모실험에 사용되는 건동치아마모실험기와 관련되는 제반요인으로는 마모기의 제원과 잇솔 및 세치제의 선택이 있다.

마모기의 제원에서 회전속도, 잇솔과 시편사이 가해지는 힘, 운동방향 등이 중요한데 본실험에 사용된 마모기는 회전속도가 분당 150회전이며 잇솔과 시편사이에는 200g 중/cm²의 힘이 가해지고 좌우회전운동이 가능한 장치이다. George와 Joseph²⁵⁾은 가해지는 힘의

크기에 따라 마모도 (abrasive score)가 다르다고 하였고 Harrington 등²⁶⁾이 고안한 마모기에는 치모의 길이보다 2 mm 짧은 간격이 유지되게 되어 있다. Henry와 Jan⁹⁾은 300g 중/cm의 힘이 작용하게 하였다.

본실험에서는 마모도가 높은 세치제를 선택하여 구강 내의 평균점도와 비슷하게 1% sodium carboxymethyl cellulose 용액 100 ml과 세치제 50g을 혼합하여 세치제 용액으로 사용하였다. Jones 등²⁷⁾은 세치제의 삭마도가 복합레진의 마모도에 영향을 미친다고 하였으며 BS 5136에서는 세치제의 성분을 규격화²⁶⁾하여 마모검사시 측정치의 객관성을 부여하고 있다.

본실험에서 10만회의 잇솔질시 각시편의 마모량은 SR-Isosit-N이 $7.6 \pm 2.1 \mu\text{m}$, Dentacolor가 $9.4 \pm 2.5 \mu\text{m}$, Thermojel이 $84.3 \pm 27.3 \mu\text{m}$, 법랑질이 $0.97 \pm 0.42 \mu\text{m}$ 이었다.

SR-Isosit-N과 Dentacolor 간에는 마모도에 있어서 통계적으로 유의성이 없었지만 ($P > 0.05$) 기질이 나 중합기전은 다르다. 가열가압중합레진인 SR-Isosit-N은 기질로는 urethane dimethacrylate, initiator로는 benzoyl peroxide, filler로는 유기질 filler인 colloidal silica (silicic acid)로 구성되어 있으며 $0.001 \sim 0.04 \mu\text{m}$ 의 microparticle aerosol이 중합체 입자내에 분산된 구조를 갖는다. Dentacolor는 기질이 BIS-GMA type의 multifunctional methacrylic ester, initiator로는 camphoroquinone이 사용되며 filler로는 $0.04 \mu\text{m}$ 의 pyrogenic silica가 들어 있다. 연마시 표면의 매끄러움은 filler의 크기차이로 인하여 SR-Isosit-N이 우수하며 SR-Isosit-N은 가열가압중합레진이므로 중합심도에 영향을 받지 않고 기포도 생기지 않은 것으로 생각된다.

잇솔질을 이용한 레진의 내마모성검사에서 Harrington 등²⁶⁾은 잇솔질을 2만회 실시한 경우에 unfilled self-cured acrylic resin이 $120 \mu\text{m}$, conventional composite가 $9.1 \sim 15 \mu\text{m}$, microcomposite가 $48.6 \sim 63.8 \mu\text{m}$ 의 마모가 있었다고 하였고, Henry⁹⁾는 87,400회전시 u.v-light cured material은 $4.4 \mu\text{m}$, self-cured material은 $22.4 \mu\text{m}$ 의 마모가 Jones 등²⁶⁾은 6만회전시 conventional composite가 $1.5 \sim 12.2 \mu\text{m}$, microcomposite가 $3.1 \sim 50.6 \mu\text{m}$ Ehrnford²⁸⁾는 12,000회전시 conventional composite가 $3.2 \mu\text{m}$, unfilled resin이 $62.8 \mu\text{m}$, microcomposite가 $24.4 \mu\text{m}$, McCabe 등²⁹⁾은 4만회전시 unfilled BIS-GMA resin인 glaze에서 $16 \mu\text{m}$ 라 보고하였다. 이상의 문헌에서 conventional composite가 내마모성이 제일 우수하였고 다음이 microcomposite, unfilled resin의 순서가 된다. 이는 본실험의 결

과와도 일치한다.

치관전장용 레진으로 conventional composite를 사용하면 내마모성은 우수하지만 표면의 연마가 곤란하기 때문에 microcomposite를 사용할수밖에 없다면 레진 기질자체의 개선과 filler의 함량 및 성분과 filler와 기질간의 결합력에 대한 개량이 절실하다고 생각된다.

V. 결 론

치관전장용 레진의 내마모성을 비교관찰하기 위하여 가열가압중합복합레진 (SR-Isosit-N), 광중합복합레진 (Dentacolor), 가열중합레진 (Thermojel) 등 3종의 레진과 대조군으로 법랑질을 사용하여 시편을 제작하였다. 시편을 # 3,000 diamond paste로 최종연마하여 표면이 평활하게 한 후에 시편을 부분적으로 피개할수 있는 덮개를 장착한 상태에서 전동치아마모시험기를 사용하여 시편당 10만회의 잇솔질을 시행하고 각 시편의 평균두께감소량을 표면조도 측정후 적분법으로 계산하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 평균두께감소량은 가열중합레진 (Thermojel : $84.3 \pm 27.3 \mu\text{m}$)이 가장 크고 광중합복합레진 (Dentacolor : $9.4 \pm 2.5 \mu\text{m}$), 가열가압중합레진 (SR-Isosit-N : $7.6 \pm 2.1 \mu\text{m}$), 법랑질 ($0.97 \pm 0.42 \mu\text{m}$) 순으로 감소하였다.

2. 가열가압중합복합레진 (SR-Isosit-N)과 광중합복합레진 (Dentacolor)은 평균두께감소량에 있어 유의한 차이가 없었다 ($P > 0.05$).

3. 복합레진 (filled: SR-Isosit-N과 Dentacolor)과 비복합레진 (unfilled: Thermojel)간의 평균두께감소량은 유의한 차이가 있었다 ($P < 0.005$).

4. 실험에 사용한 모든 치관전장용레진의 평균두께감소량은 법랑질과는 상당히 유의한 차이가 있었다 ($P < 0.005$).

REFERENCES

1. Tylman & William, S.D. Malone F.P.: Tylman's theory and practice of fixed prosthodontics 7th ed. Mosby, 1978.
2. JONES, D.W.: JONES, P.A.; and WILSON, H.J.: A simple abrasion test for composite, J. Dent. 1: 28-34, Oct. 1972.

3. R.M. Pillar, D.C. Smith and B. Maric: Oscillatory wear tests of composite. *J. Dent. Res.* 63: 1166-1172, Sept. 1984.
4. Slack, F.A.; Jr. A preliminary method of testing abrasion hardness. *JADA* 39: 47 July 1949.
5. Lugassy, A.A.: and GREENER, E.H.: An abrasion resistance study of some dental resins, *J. Dent. Res.* 51: 967-972, July-Aug. 1972.
6. POWERS, J.M.: ALLEN, L.J.; and CRAIG, R.G.: Two-body abrasion of commercial and experimental restorative and coating resins and an amalgam, *JADA* 89: 1118-1122, Nov. 1974.
7. POWELL, J.M.; PHILLIPS, R.W.; and NORMAN, R.D.: In vitro wear response of composite resin, amalgam and enamel, *J. Dent. Res.* 54(6): 1183-1195, Nov.-Dec. 1975.
8. PHILLIPS, R.W., AVERY, D.R., MEHRA, R., SWARTZ, M.L. and McCUNE, R.J.: One year observation on a composite resin for Class II restorations, *J. Prosthet. Dent.* 26: 68-77, July 1971.
9. Henry L. Lee & Jan A. Orłowski: Differences in the physical property of composite dental restoratives *J. Oral. Rehab.* 4: 227-236, 1977.
10. Sexson, J., & Phillips, 1951: Studies on the effects of abrasives on acrylic resins. *J. Prosthet. Dent.* 1: 454.
11. Viera, D.F. & R. Phillips, 1962: Influence of certain variables on the abrasion of acrylic resin veneering material. *J. Prosthet. Dent.* 12: 720.
12. HEATH, J.R.; and WILSON, H.J.: Abrasion of restorative materials by toothpaste, *J. Oral. Rehab.* 3: 121-138, 1976.
13. Lennart Wictorin: Effect of tooth brushing on acrylic resin veneering material. *Acta odont scand.* 30: 383-395, 1972.
14. G.S. Wilson & E.H. Davis: Abrasive wear characteristics of anterior restorative materials. *Brit. Dent. J.* 151: 335-339, 1981.
15. H. ASHMORE, N.J. VAN & S.J. WILSON: The measurement in vitro of dentine by toothpaste. *Brit. Dent. J.* 133: 60-66, 1972.
16. Handelman, S.L. Jensen, O.E. & Pameuer, C.H.: Quantitative assessment of sealant wear in vivo. *J. Pros. Dent.* 40: 531, 1978.
17. Kusy, R.P. & Leinfelder, E.F.: Pattern of wear in posterior composite restorations. *J. Dent. Res.* 56: 544, 1977.
18. Grabenstetter, R.J.: Broge, R.W.; Jackson, F.L.; and Radike, A.W.: the measurement of the abrasion of human teeth by dentifrice abrasion: A test utilizing radioactive teeth, *J. Dent. Res.* 37: 1060-1068, 1958.
19. 한문성, 김종배: 세치제의 치아마모도 및 치아연마도에 관한 연구, 대한구강보존학회지, 8: 59-69
20. Ward M. Smalley and Jack I. Nicholls: In vitro two-body wear of polymeric veneering materials. *J.P.D.* 56: 175-181, 1986.
21. T. Hirasawa, S. Hirano, S. Hirabayashi, I. Harashima, and M. Aizawa; Initial dimensional change of composites in dry and wet conditions. *J. Dent. Res.* 62: 28-31, 1983.
22. P.O. GLANTZ & L.A. Larsson: Surface roughness of composite resins before and after finishing. *Acta odont scand.* 30: 335-347, 1971.
23. 배정식, 이호용·정문규: 광중합 활택 경화제가 아크릴 레진 표면에 미치는 물리적 성질에 관한 연구, 대한치과보철학회지: 23: 155-164
24. J. Viohl: Properties of resin filling materials (I). *Quintessence international* Vol. 15-865, 1984 Aug.
25. GEORGE K. STOOKEY and JOSEPH C. MUHLER: Laboratory studies concerning the enamel and dentin abrasion properties of common dentifrice polishing agents:

- J. Dent. Res. 47: 524-532.
26. E. HARRINGTON, P.A. JONES, SUSAN E. FISHER, H.J. WILSON: Toothbrush-dentifrice abrasion; Brit. Dent. J. 153: 135-138.
27. P.A. JONES, SUSAN E. FISHER, H.J. WILSON; Abrasivity of dentifrices on anterior restorative materials; Brit. Dent. J. 158: 130-133.
28. Lars Ehrnford; Surface microstructure of composite resins after toothbrushing-dentifrice abrasion.; Act odont scand. 41: 241-245.
29. J.F. McCABE and R.J.K. CADDICK: The finishing of composite restorations; Brit. Dent. J. 145: 101-104.
30. The Dental Clinics of North America; Composite resin in dentistry 1981.
31. O'BRIEN & RYGE: An outline of Dental materials. 3rd Ed. 1978.

=Abstract=

A COMPARATIVE STUDY ON THE WEAR RESISTANCE OF POLYMERIC VENEERING MATERIALS.

Soo Sun Youn, D.D.S., Sun Hyung Lee, D.D.S., M.S.D., Ph.D.,
Jae Ho Yang, D.D.S., M.S.D., Ph.D., Wan Shik Chang D.D.S., Ph.D.

Department of Prosthodontics, College of Dentistry, Seoul National University

The purpose of this study was to compare the wear resistance of heat. pressure-cured microcomposite(SR-Isosit-N), photo-cured microcomposite(Dentalcolor), unfilled heat-cured resin(Thermojel) and that of human enamel.

Specimens were made with specially designed die and finally polished with #3,000 diamond paste.

After 100,000 strokes of tooth brushing at electric tooth-brushing machine, mean thickness loss of each specimen was measured by using surface profile and integration.

The results were as follows

1. Mean thickness loss were $84.3 \pm 27.3 \mu\text{m}$ in unfilled heat-cured resin, $9.4 \pm 2.5 \mu\text{m}$ in photo-cured microcomposite, $7.6 \pm 2.1 \mu\text{m}$ in heat.pressure-cured microcomposite and $0.97 \pm 0.42 \mu\text{m}$ in enamel.
2. Heat.pressure-cured microcomposite and photo-cured microcomposite had no difference in mean thickness loss ($p > 0.05$).
3. Unfilled resin and microcomposite had much differences in mean thickness loss ($p < 0.005$).
4. All resins used in this experiment had too much mean thickness loss as compared with enamel ($p < 0.005$).