

# 연마 방법과 칫솔질이 아크릴릭 레진의 표면 거칠기에 미치는 영향

이주리<sup>1</sup> · 정철호<sup>2</sup> · 최정한<sup>2</sup> · 황재웅<sup>2</sup> · 이동환<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>가톨릭대학교 서울성모치과병원 보철과, <sup>2</sup>성균관대학교 의과대학 삼성서울병원 치과진료부 보철과

**연구 목적:** 본 연구는 연마술식에 따른 polymethyl methacrylate (PMMA)의 표면 거칠기의 차이를 비교하고, 광중합 광택제가 PMMA의 표면 거칠기에 주는 영향과 이후 칫솔질에 의한 거칠기의 변화를 알아보는데 그 목적이 있다.

**연구 재료 및 방법:** 총 60개의 10×10×5 mm 크기의 PMMA 시편을 만들었다. 중합 방법 (압력 하 중합과 대기압 하 중합)과 표면 연마 방법 (기계적 연마와 화학적 연마)에 따라 대조군을 포함하여 각 10개씩 총 6군으로 나누었다. 기계적 연마는 카바이드 덴처버로 표면 마무리 한 후, 러버 포인트와 퍼미스를 이용하여 하였으며, 화학적 연마는 표면 마무리 후 광중합 광택제 (Plaquit<sup>®</sup>; Dreve-Dentamid GMBH)를 도포하여 실시 하였다. 연마가 완료된 후 비 접촉식 3차원적 표면 형상 분석장치인 Accura 2000<sup>®</sup>으로 표면 거칠기를 측정하였으며, 그 3차원적 영상을 얻었다. 그 후 칫솔질에 의한 마모의 영향을 평가하기 위해 초음파 전동 칫솔을 이용하여 각 시편당 칫솔질을 행하고 다시 Accura 2000<sup>®</sup>에 의한 표면 분석을 시행하였으며, 거칠기의 정도는 Ra 값으로 표시하였다. 연마 후와 칫솔질 후의 표면 거칠기를 비교하기 위한 통계적 분석은 Mann-Whitney test와 t-test를 이용하여 95% 유의수준에서 실시하였다.

**결과:** 화학적 연마군은 기계적 연마군에 비해 통계적으로 유의한 작은 평균 표면 거칠기 값을 보였으며 ( $P = .0045$ ), 일반 대기압 하에서 중합시킨 군에서 그 차이가 더 크게 나타났다 ( $P = .0138$ ). 초음파 전동 칫솔에 의한 마모의 칫솔질 후 표면 거칠기는 기계적 연마군을 제외한 모든 군에서 크게 증가하였으며, 칫솔질 후의 표면 거칠기는 각 군에서 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다.

**결론:** 비록 칫솔질에 의한 마모의 영향으로 표면 거칠기가 증가하기는 하지만, 화학적 연마가 기계적 연마에 비해 우수한 표면 거칠기를 보인다고 할 수 있다. (대한치과보철학회지 2010;48:287-93)

**주요단어:** 아크릴릭 레진, 연마, 칫솔질, 표면 거칠기

## 서론

임시 수복물의 제작에 사용되는 재료들 중에서 polymethyl methacrylate (PMMA)는 제작과 수리의 용이성, 비교적 높은 파절 저항성 등의 장점을 가지고 있어 다수 치아의 광범위한 수복이나, 임플란트의 임시 보철물 제작시에 다른 재료들에 비해 선호되어진다.<sup>1</sup> 그렇지만 PMMA의 물성은 여러 제작 단계에서 기술 의존적인 면들을 보이며, 마무리와 연마방법에 따라 그 표면의 특성도 크게 달라지게 된다. 임플란트의 임상적 적용 시에 즉시 부하 (immediate loading)와 함께 즉시 임시치아수복 (immediate provisionalization)이 고려되는데, 즉시 임시수복물이 주위 연조직의 치유에 미치는 영향을 고려하면 임시수복물의 표면의 특성은 중요한 의미가 있다고 할 수 있다.<sup>2,3</sup>

연마된 레진의 표면 거칠기에 대한 연구에서, 표면 거칠기가 증가할수록 미생물의 부착과 저류가 증가하며, 이것이 심해질 경우 비가역적으로 미생물 세포가 저류하기도 한다고 하였다.<sup>4,6</sup> Quriyinen 등<sup>4,7</sup>은 표면의 미생물 부착에 표면 거칠기와 표면 에너지의 두 가지 요인이 복합적으로 작용하지만 표면 거칠기가 미치는 영향이 더 중요하다고 하였고, Bollen 등<sup>8</sup>은 미생물의

부착이 그 이후에는 크게 증가하는 역치가 있으며, 그 값은 Ra 값으로 0.2  $\mu\text{m}$  라고 보고하였다. 표면 거칠기에 대한 연구에서 흔히 사용되는 용어인 Ra는 평균 표면 조도 (mean surface roughness)로 불균일한 표면의 높이 차를 평균화 한 것이며, profilometer로 측정할 수 있다.<sup>9,10</sup>

PMMA의 전통적인 연마 방법인 다양한 고무 연마기구, 스톤, 퍼미스를 통한 기계적 연마법<sup>11</sup>에 의한 표면 거칠기는 항상 0.2  $\mu\text{m}$ 보다 큰 값을 보였고,<sup>12-14</sup> 그것은 재료 자체의 불완전성, 구조적 다공성 그리고 기포에 의한 다공성 등의 문제 때문이라고 할 수 있다.<sup>15,16</sup> 이러한 기계적 연마의 한계를 극복하기 위해 화학적 연마법이 연구되었으며,<sup>17</sup> 레진 모노머로의 침전이나, 광중합 레진 광택제의 표면 도포에 의한 화학적 연마법은 기계적 연마법에 비해 비교적 낮은 표면 거칠기를 보였으며,<sup>18</sup> 치태 침착의 양도 적은 것으로 보고되었다.<sup>19</sup>

그렇지만 광중합 표면 광택제의 경우 부족한 유지력, 광택제와 레진 사이의 불순물 개재, 레진과 광택제의 물리적 성질의 차이, 원반 현상 등의 한계로 영구적인 표면 처리 재료로는 적합하지 않다고 하였다.<sup>17</sup> 또한 레진의 종류에 따라 그 표면 거칠기 값이 다르게 나타나며, 수복용 콤포지트 레진에서의 연구

\*교신저자: 이동환

135-710 서울특별시 강남구 일원동 50 삼성서울병원 치과진료부 보철과 02-3410-6426; e-mail, proslee@skku.edu

원고접수일: 2010년 9월 27일 / 원고최종수정일: 2010년 10월 6일 / 원고채택일: 2010년 10월 14일

는 많이 보고되고 있으나, PMMA에서의 연구는 많이 보고되지 않았으며, 광중합 광택제 도포 후 칫솔질에 의한 표면 거칠기의 증가에 대한 연구도 많지 않다.

따라서 본 연구에서는 연마 술식에 따른 PMMA의 표면 거칠기의 차이를 비교하고, 광중합 광택제가 PMMA의 표면 거칠기에 주는 영향과 이후 칫솔질에 의한 거칠기의 변화를 알아보고자 하였다.

## 연구 재료 및 방법

### 1. 시편 제작

Alike™ (PMMA; tooth shade acrylic resin; GC America Inc., IL, USA)을 이용하여  $10 \times 10 \times 5$  mm의 정사각형 모양의 시편을 총 60개 만들었다. 그 중 30개는 pressure pot (170 kPa)에서 중합시켰으며, 나머지 30개는 대기압 하에서 중합시켰다. Pressure pot에서 중합시킨 군은 P (pressure)군, 대기압 하에서 중합시킨 군은 A (atmosphere)군이라 하였으며, 각 군은 각각 대조군 (C; control), 기계적 연마군 (M; mechanical polishing), 화학적 연마군 (G; glazing)으로 각 10개씩 총 6군으로 나누었다 (PC, PM, PG, AC, AM, AG) (Table 1). 그 중 대조군 (PC, AC)은 중합 후 어떠한 처리도 하지 않았다.

### 2. 기계적 연마

기계적 연마를 위해 먼저 카바이드 텐처버 (carbide denture bur; G257RE; Dedeco international, Inc., NY, USA) (10초, 20,000 RPM)로 표면을 마무리 하였으며, 그 후 러버 포인트 (rubber point; #4592; Dedeco international, Inc., NY, USA) (10초, 10,000 RPM)와 lathe wheel (10초, 3,000 RPM)에 퍼미스 (pumice; Fine CL-125; 32662; Whip Mix, KY, USA)를 묻혀 차례로 연마하였다.

### 3. 화학적 연마

화학적 연마는 PMMA 레진의 표면 광택제로 시판되고 있는 Plaquit® (Dreve-Dentamid GMBH, Unna, Germany)을 이용하여 행하였으며, 제조사의 지시대로 카바이드 텐처버 (G257RE; Dedeco



Fig. 1. Accura 2000®, a non-contact, non-destructive, optical 3-dimensional surface analysis system.

international, Inc.)로 마무리 한 후에, 샌드 블래스팅 ( $50 \mu\text{m}$ ,  $1.5 \text{ kg/cm}^2$ )하고, 증기소독, 초음파 소독을 차례로 하고 붓을 이용하여 가능한 얇게 한 겹 도포한 후 5분 동안 중합하였다.

### 4. 표면 형상 분석

연마가 완료된 후 비 접촉식 3차원적 표면 형상 분석장치인 Accura 2000® (Non-contact, non-destructive, Optical 3-D surface analysis system; IN-TEK Plus, Seoul, Korea) (Fig. 1)으로 표면 거칠기를 측정하였으며, 그 3차원적 영상을 얻었다. ACCURA 2000®은 광학 현미경을 통하여 피사체 표면의 간섭 현상을 이용하여 기준 평면을 설정하고, 기준 평면에 대한 각 부위의 높이 차이를  $0.001 \mu\text{m}$  단위로 계산하게 된다. 거칠기의 정도는 Ra 값 ( $\mu\text{m}$ )으로 표시하였다.

Table 1. Groups according to the polymerized condition and polishing techniques

Group	N	Polymerized condition	Finishing & polishing
P-group	PC	Pressure pot (170 kPa), Room temperature, 100% humidity	no
	PM		carbide bur, rubber point, pumice
	PG		carbide bur, Plaquit®
A group	AC	Atmospheric pressure, Room temperature, 100% humidity	no
	AM		carbide bur, rubber point, pumice
	AG		carbide bur, Plaquit®

A: atmosphere, C: control, G: glazing, M: mechanical, P: pressure pot

## 5. 모의 칫솔질

표면 거칠기를 측정한 시편은 물리적 변형을 최소화하기 위해 모두 상온의 식염수에 보관하였으며, 칫솔질에 의한 마모의 영향을 평가하기 위해 초음파 전동 칫솔을 이용하여 칫솔질을 행하였다. 이 때, 건강한 치을 가진 사람의 평균 칫솔질 압력인 200 g으로 균일한 힘을 가하였으며, 초음파 방식의 전동 칫솔의 권장 칫솔질 시간을 치아의 표면 수로 나누어 4주, 8주간의 기간에 해당하게끔 3분, 6분의 칫솔질 후에 각각 다시 Accura 2000®에 의한 표면 분석을 시행하였다.

## 6. 통계 분석

기계적, 화학적 연마 후와 칫솔질 후의 표면 거칠기를 비교하기 위한 통계적 분석은 Mann-Whitney test와 t-test를 이용하여 95% 유의수준에서 실시하였다(SAS version 9.13).

## 결과

중합방법에 따른 대조군(PC, AC)에서의 표면 거칠기 값(Ra)은 각각 0.428  $\mu\text{m}$ , 0.942  $\mu\text{m}$ 로, 두 군 간에는 통계적으로 유의성

있는 차이( $P=.0029$ )를 보였다.

PM군은 평균 1.107  $\mu\text{m}$ , PG군은 평균 0.444  $\mu\text{m}$ 의 Ra 값을 나타냈으며, Fig. 2A, B는 각 군의 시편 중 하나의 표면 형상 분석 결과를 보여 준다. 기계적 연마 후의 표면에는 카바이드 버에 의한 표면 굴곡이 러버 포인트, 퍼미스를 이용한 연마 후에도 여전히 남아 있었으나, 표면 광택제 적용 후의 표면은 굴곡이 다소 남아있기는 하지만 훨씬 부드럽게 균일화되어 있었다.

Table 2는 대조군과 기계적, 화학적 연마 후, 그리고 각각 3분, 6분 간의 칫솔질 후의 평균 표면 거칠기 값(Ra)을 보여 준다. Table 3은 Mann-Whitney test with Bonferroni's correction, t-test 그리고 t-test with Bonferroni's correction으로 통계 분석한 결과를 보여주는 데 PG, AG 군은 평균 표면 거칠기 값(Ra)이 각각 0.444  $\mu\text{m}$ , 0.424  $\mu\text{m}$ 로 각각 1.107  $\mu\text{m}$ , 1.182  $\mu\text{m}$ 의 평균 표면 거칠기 값을 보인 PM, AM 군에 비하여 통계적으로 유의한 작은 평균 표면 거칠기 값을 보였다( $P=.0045$ ,  $P=.0138$ ). 또한 그 차이는 일반 대기압 하에서 중합시킨 군(AM-AG)에서 압력 하에 중합시킨 군(PM-PG)에서보다 더 크게 나타났다.

Fig. 3A, B, C는 초음파 전동 칫솔에 의한 모의 칫솔질 전, 후의 AG 군의 표면 형상 분석 결과를 보여 준다. 칫솔질 후 표면 거칠기가 크게 증가하는 것을 볼 수 있다. 모의 칫솔질 후 표면 거칠기는 PM, AM을 제외한 모든 군에서 크게 증가하였으며(Fig.

**Table 2.** Means and SDs in parenthesis of surface roughness (Ra) (unit:  $\mu\text{m}$ )

Group		Polishing	Brushing-3 min	Brushing-6 min
P group	PC	0.428 (0.270)	1.209 (0.278)	1.400 (0.357)
	PM	1.107 (0.484)	1.350 (0.393)	1.382 (0.431)
	PG	0.444 (0.286)	0.740 (0.315)	1.315 (0.456)
A group	AC	0.942 (0.388)	1.096 (0.425)	1.332 (0.480)
	AM	1.182 (0.875)	1.485 (0.528)	1.541 (0.438)
	AG	0.424 (0.172)	0.880 (0.266)	1.281 (0.410)

A; atmosphere, C; control, G; glazing, M; mechanical, P; pressure pot

**Table 3.** Results of statistical analysis ( $P$ -value)

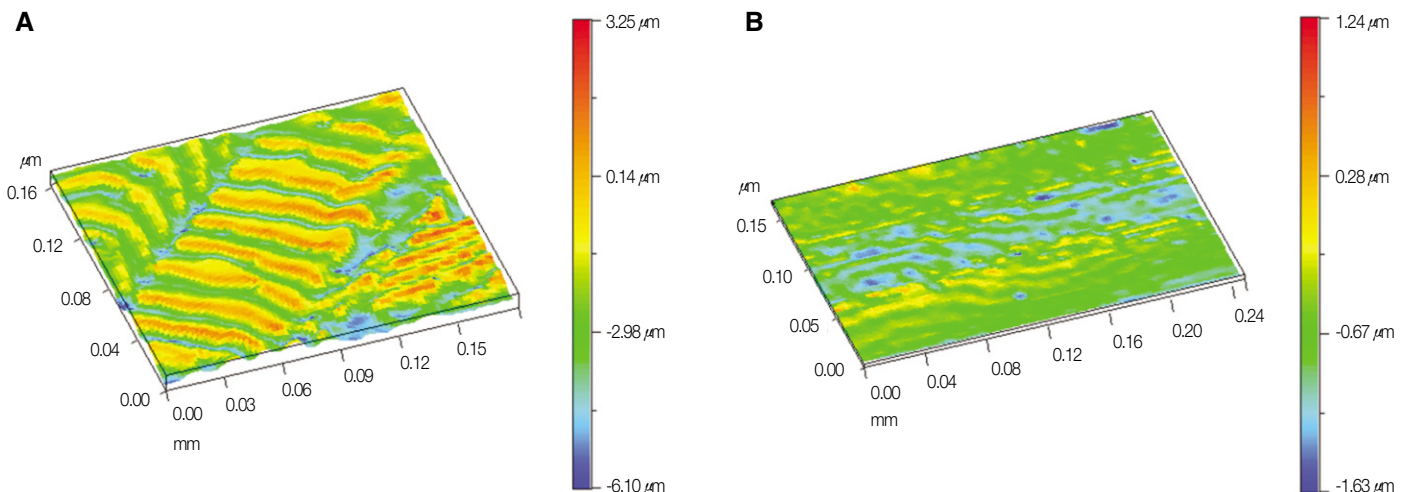
	Polishing	Brushing-3 min	Brushing- 6 min
PM vs. PG	.0045 <sup>a</sup>	.0051 <sup>a</sup>	1.0000 <sup>c</sup>
AM vs. AG	.0138 <sup>a</sup>	.0138 <sup>a</sup>	.5538 <sup>c</sup>
PC vs. AC	.0029 <sup>b</sup>	.4880 <sup>b</sup>	.7227 <sup>b</sup>
PM vs. AM	1.0000 <sup>a</sup>	1.0000 <sup>a</sup>	1.0000 <sup>c</sup>
PG vs. AG	1.0000 <sup>a</sup>	.8961 <sup>c</sup>	1.0000 <sup>c</sup>

a: Mann-Whitney test with Bonferroni's correction

b: t-test

c: t-test with Bonferroni's correction

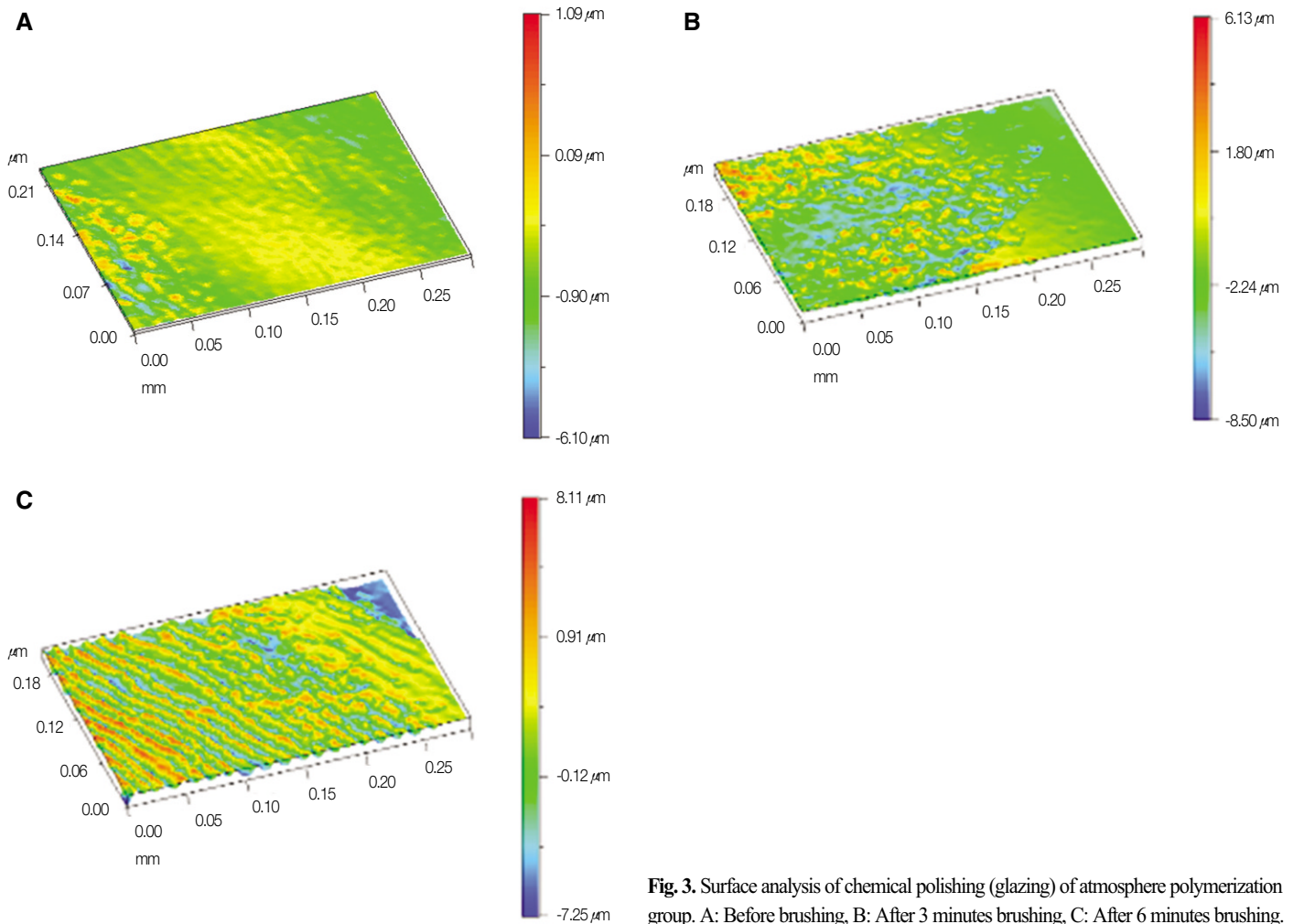
$P$ -value < .05 level was considered significant.



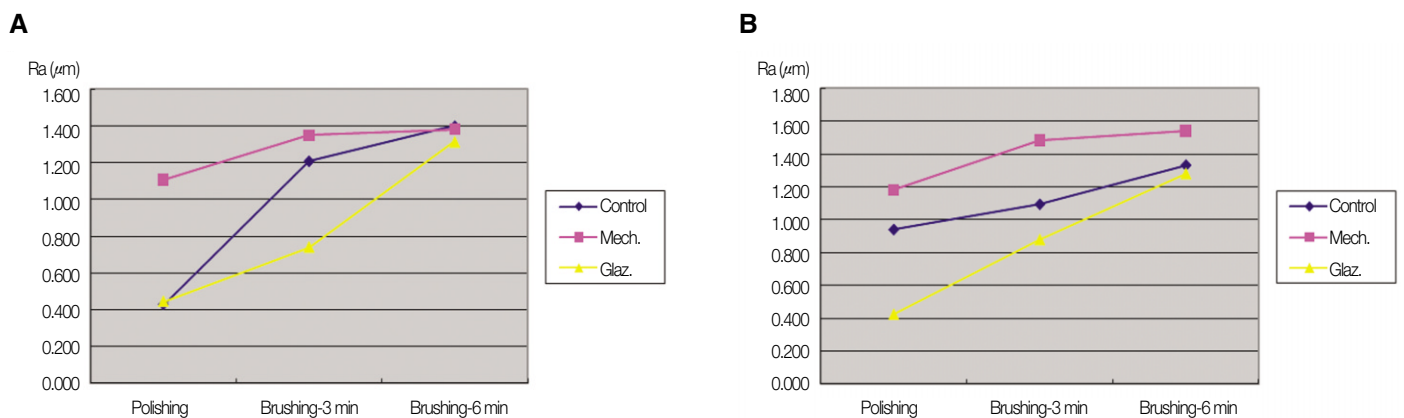
**Fig. 2.** A: Surface analysis of mechanical polishing group before brushing, B: Surface analysis of chemical polishing (glazing) group before brushing.

4A, 4B), 4주 간의 칫솔질을 가정한 3분의 칫솔질 후에는 PG, AG 군이 PM, AM 군에 비해 여전히 통계적으로 유의하게 작은 평균 표면 거칠기를 보였으나 (각각  $P=.0051, P=.0138$ ), 8주 간의

칫솔질을 가정한 6분의 칫솔질 이후에는 통계적으로 유의한 표면 거칠기 차이를 보이지 않았다.



**Fig. 3.** Surface analysis of chemical polishing (glazing) of atmosphere polymerization group. A: Before brushing, B: After 3 minutes brushing, C: After 6 minutes brushing.



**Fig. 4.** A: Surface roughness (Ra) of pressure polymerization groups, B: Surface roughness (Ra) of atmosphere polymerization groups.

## 고찰

임시 보철물의 표면 거칠기는 심미적 문제와 관련 있을 뿐만 아니라, 주위 연조직의 건강을 유지하는 데에도 큰 영향을 줄 수 있으며, 마무리와 연마 과정이 그 표면의 성질을 결정하는 데 가장 중요한 단계라 볼 수 있다.

PMMA의 전통적인 기계적 연마법에 대한 연구에 의하면 아크릴릭 버와 러버폴리싱 버를 이용한 방법이 다른 방법들보다 부드러운 연마면을 만들어 냈으며, 퍼미스와 lathe wheel을 이용한 마무리 방법은 표면의 거칠기를 감소시키지 못한다고 하였다.<sup>14,20</sup>

그러한 기계적 연마법의 한계는 Loney 등<sup>13</sup>에 의해서도 보고되었는데, 기계적 연마법과 퍼미스를 이용한 마무리 방법으로 얻은 PMMA의 표면 거칠기는  $1.4 \pm 0.2 \mu\text{m}$ 으로 Bollen 등<sup>8</sup>이 제시한 생물학적인 표면 거칠기의 역치인  $0.2 \mu\text{m}$  보다 훨씬 큰 값이며, 이것은 PMMA가 가지는 재료 자체의 한계, 즉 중합 과정상 발생하는 구조적인 다공성과, 공기의 유입에 의한 다공성 때문이라고 하였다.<sup>15</sup>

실제 임상에서 PMMA의 마무리와 연마 과정은 여러 연구들에서처럼 편평한 시편의 상태로 이루어지지 않고 또한 절삭 기구의 회전 속도와 압력을 조절하기 쉽지 않으며, 전적으로 술자, 혹은 기공사의 경험과 기술에 의존한다는 한계를 가지고 있기 때문에, 실제 임상에서는 그 거칠기 값이 더 클 것이다.

본 연구에서 기계적 연마군의 표면 거칠기는 대조군보다 높은 값을 보였으며, 기존의 연구들<sup>8,12-14</sup>보다 조금 높은 값을 보였다. 이것은 중합 후 아무런 처리도 하지 않은 대조군과 달리 기계적 연마에 의해 내부의 기포들이 노출되기 때문이라고 여겨지며, 중합 시간이 빠른 Alike의 특성 상 내부의 기포가 더 잘 생기기 때문인 것으로 생각된다. 특히 대기압 하에서 중합시킨 경우에 그 편차가 더 크게 나타난 것으로 보아 PMMA 레진의 표면 물성은 중합 과정과 마무리 연마 과정에 크게 영향을 받을 수 있다.

3차원적인 표면 형상을 비교하여 보면, 기계적 연마 이후에도 절삭 버에 의한 굴곡이 없어지지 않았음을 관찰할 수 있었으며, 대기압 하에서 중합된 군에서는 표면의 불균일함이 더 두드러져 보였다. 본 연구에서 표면 형상 분석에 사용한 Accura 2000은 표면의 광 간섭 현상을 이용한 비 접촉식 광학적 분석 장치로, 기존의 stylus 접촉 방식의 표면 거칠기 분석 장치와는 달리 비 파괴적이며 비교적 간단하고 더 정확한 분석 장치라 할 수 있다.

1969년 Gattuso에 의해 처음으로 도입된 화학적 연마법은 1982년 Lambrechts와 Vanherle<sup>17</sup>에 의해 액상 레진의 형태로 개발되었으며, 이것은 주로 수복용 복합 레진의 표면 마무리에 널리 사용되었으나, 부족한 유지력, 광택제-레진 사이의 틈, 기포로 인한 부족한 기계적 유지력, 물리적 성질의 차이, 광택제를 유지할 표면 처리의 한계, 원반 현상 등으로 인한 한계로 영구

적인 표면 연마 방법으로는 적합하지 못하다고 하였다. 이 중 원반 현상은 표면에 도포되는 광택제의 변연부 두께의 차이로 인해 중합 수축의 방향이 가장자리가 말려 올라가는 것처럼 되는 현상으로, 이때 발생하는 응력이 이후에도 지속적으로 작용하여 광택제의 유지력을 크게 떨어뜨린다고 하였다.

본 연구에서, 광중합 광택제에 의한 화학적 연마법에 의해 기계적 연마법 보다 더 매끄러운 표면을 얻을 수 있었으며, 대기압 하에서 중합시킨 경우에 그 차이는 더 크게 나타났다. 광중합 복합 레진의 경우, 광택제에 의한 표면보다 기계적 연마에 의해 더 부드러운 표면을 얻었다는 Stoddard와 Johnson<sup>18</sup>의 연구 결과와는 다른 결과로 이것은 광중합 복합 레진의 표면 연마에 사용되는 버나 디스크가 임시 수복물로 쓰이는 PMMA 레진의 연마에 이용되는 기구보다 미세하며 또한 재료 자체의 물리적 성질이 다르기 때문일 것이다.

레진의 표면 거칠기에 미치는 칫솔질의 영향은 마찬가지로 광중합 복합 레진 연구에서 많이 보고되고 있는데, microfilled 레진의 경우 칫솔질 후 표면 거칠기는 평균  $0.37 \mu\text{m}$  증가하였다고 하였고<sup>21</sup>, 광중합 복합레진 (Z100)에서는  $0.08 \mu\text{m}$ , 광중합 광택제를 처리한 ceromer에서는  $1.10 \mu\text{m}$ 의 증가를 보였다고 하였다.<sup>22</sup>

이전의 연구에서 사용된 칫솔질의 재현은 러버컵과 퍼미스 등을 이용한 것이며 칫솔질 시간의 근거가 제시되어 있지 않았기에 본 연구에서는 약 8주 간의 칫솔질을 재현하기 위해 제조사의 1회 권장 칫솔질 시간인 2분을 28개 치아의 협, 설면으로 나누어 계산하여 한 시편 당 6분의 칫솔질을 행하였다.

칫솔질 후의 표면 거칠기의 증가 양상은 Fig. 3A, B에서 보는 것처럼 광중합 광택제 연마법을 이용한 군인 PG, AG 군에서 가장 크게 나타났으며, 3분 간의 칫솔질 후에도 그 효과를 유지하는 경향을 보였다. 하지만 6분 간의 칫솔질 후 모든 군에서의 표면 거칠기 값은 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 이것은 이전의 연구<sup>14</sup>에서 언급한 광중합 광택제의 물리적인 한계에 의한 것으로 보이며, 향후 광택제의 종류에 따른 PMMA 레진과의 결합 양상과, 칫솔질 시간, 수분 흡수에 따른 광중합 광택제의 박리 양상에 대한 연구가 추가로 필요할 것으로 보인다.

칫솔질에 의한 표면 거칠기의 증가로 시간에 따른 한계를 보이지만, 광택제에 의한 PMMA 레진 표면은 연마 직후에 Bollen<sup>8</sup> 등이 제시한 역치에 가까운 값을 보이며, 기계적 연마법에 비해 소요되는 시간이나 기술 의존도가 낮아, 추가적인 비용이 발생함에도 불구하고, 빠른 시간 내에 매끄러운 표면 연마를 필요로 하는 임플란트 식립 즉시 보철물 제작 등에 유리할 것으로 생각된다. 또한 기구에 의한 접근이 어려운 부위도 광택제의 도포에 의해 매끄러운 표면을 얻을 수 있어 임상적으로 유용할 것으로 판단된다. 그렇지만 본 연구는 구강내에서 행해진 연구가 아니기 때문에 그 한계는 있으며, 구강내 상황을 좀 더 재현하기 위해 thermocycling 등을 추가한 연구가 필요할 것이다.

## 결론

중합방법에 따른 대조군(PC, AC)에서의 표면 거칠기는 통계적 차이를 보이지만 기계적, 화학적 연마 후 그리고 칫솔질 후에는 표면 거칠기의 증가로 유의한 차이가 없었다. 화학적 연마가 기계적 연마에 비해 우수한 표면 거칠기를 보였고, 칫솔질 3분 후까지 통계적으로 유의한 차이를 보여 주었지만, 칫솔질 6분 후에는 중합방법과 연마방법에 상관없이 유의한 차이를 보여주지 못했다.

## 참고문헌

- Christensen GJ. The fastest and best provisional restorations. *J Am Dent Assoc* 2003;134:637-9.
- De Rouck T, Collis K, Wyn I, Cosyn J. Instant provisionalization of immediate single-tooth implants is essential to optimize esthetic treatment outcome. *Clin Oral Implants Res* 2009;20:566-70.
- Block MS, Mercante DE, Lirette D, Mohamed W, Ryser M, Castellon P. Prospective evaluation of immediate and delayed provisional single tooth restorations. *J Oral Maxillofac Surg* 2009;67:89-107.
- Quirynen M, Marechal M, Busscher HJ, Weerkamp AH, Darius PL, van Steenberghe D. The influence of surface free energy and surface roughness on early plaque formation. An in vivo study in man. *J Clin Periodontol* 1990;17:138-44.
- Taylor R, Maryan C, Verran J. Retention of oral microorganisms on cobalt-chromium alloy and dental acrylic resin with different surface finishes. *J Prosthet Dent* 1998;80:592-7.
- Radford DR, Sweet SP, Challacombe SJ, Walter JD. Adherence of *Candida albicans* to denture-base materials with different surface finishes. *J Dent* 1998;26:577-83.
- Quirynen M, Bollen CM. The influence of surface roughness and surface-free energy on supra- and subgingival plaque formation in man. A review of the literature. *J Clin Periodontol* 1995;22:1-14.
- Bollen CM, Lambrechts P, Quirynen M. Comparison of surface roughness of oral hard materials to the threshold surface roughness for bacterial plaque retention: a review of the literature. *Dent Mater* 1997;13:258-69.
- Herrgott AM, Ziemiecki TL, Dennison JB. An evaluation of different composite resin systems finished with various abrasives. *J Am Dent Assoc* 1989;119:729-32.
- Lutz F, Phillips RW. A classification and evaluation of composite resin systems. *J Prosthet Dent* 1983;50:480-8.
- McLundie AC, Murray FD. Comparison of methods used in finishing composite resin—a scanning electron microscope study. *J Prosthet Dent* 1974;31:163-71.
- Heath JR, Wilson HJ. Surface roughness of restorations. *Br Dent J* 1976;140:131-7.
- Loney RW, Moulding MB, Hacker CH, Ritsco RG. Finishing and polishing of a poly (fluoroalkoxyphosphazene) resilient denture liner. *Int J Prosthodont* 1994;7:362-7.
- Maalhagh-Fard A, Wagner WC, Pink FE, Neme AM. Evaluation of surface finish and polish of eight provisional restorative materials using acrylic bur and abrasive disk with and without pumice. *Oper Dent* 2003;28:734-9.
- de Gee AJ. Some aspects of vacuum mixing of composite resins and its effect on porosity. *Quintessence Int Dent Dig* 1979;10:69-74.
- Finger W, Jorgensen KD. Porosity of composite filling materials. *SSO Schweiz Monatsschr Zahnheilkd* 1977;87:482-9.
- Lambrechts P, Vanherle G. The use of glazing materials for finishing dental composite resin surfaces. *J Oral Rehabil* 1982;9:107-17.
- Stoddard JW, Johnson GH. An evaluation of polishing agents for composite resins. *J Prosthet Dent* 1991;65:491-5.
- Budtz-Jørgensen E, Kaaber S. Clinical effects of glazing denture acrylic resin bases using an ultraviolet curing method. *Scand J Dent Res* 1986;94:569-74.
- Kuhar M, Funduk N. Effects of polishing techniques on the surface roughness of acrylic denture base resins. *J Prosthet Dent* 2005;93:76-85.
- Neme AM, Wagner WC, Pink FE, Frazier KB. The effect of prophylactic polishing pastes and toothbrushing on the surface roughness of resin composite materials in vitro. *Oper Dent* 2003;28:808-15.
- Cho LR, Yi YJ, Heo SJ. Effect of tooth brushing and thermal cycling on a surface change of ceromers finished with different methods. *J Oral Rehabil* 2002;29:816-22.

## The effects of polishing technique and brushing on the surface roughness of acrylic resin

Ju-Ri Lee<sup>1</sup>, DDS, Cheol-Ho Jeong<sup>2</sup>, DDS, Jung-Han Choi<sup>2</sup>, DDS, MSD, PhD,  
Jae-Woong Hwang<sup>2</sup>, DDS, MSD, DMSc, Dong-Hwan Lee<sup>1\*</sup>, DDS, MSD, PhD

<sup>1</sup>Department of Prosthodontics, Seoul St. Mary's Dental Hospital, The Catholic University of Korea, Seoul, Korea

<sup>2</sup>Department of Prosthodontics, The Institute of Oral Health Science, Samsung Medical Center, Sungkyunkwan University School of Medicine, Seoul, Korea

**Purpose:** This study evaluated the effect of polishing techniques on surface roughness of polymethyl methacrylate (PMMA), as well as the influence of light-cured surface glaze and subsequent brushing on surface roughness. **Materials and methods:** A total of 60 PMMA specimens ( $10 \times 10 \times 5$  mm) were made and then divided into 6 groups of 10 each according to the polymerization methods (under pressure or atmosphere) and the surface polishing methods (mechanical or chemical polishing) including 2 control groups. The mechanical polishing was performed with the carbide denture bur, rubber points and then pumice and lathe wheel. The chemical polishing was performed by applying a light-cured surface glaze (Plaquit<sup>®</sup>; Dreve-Dentamid GmbH). Accura 2000<sup>®</sup>, a non-contact, non-destructive, optical 3-dimensional surface analysis system, was used to measure the surface roughness (Ra) and 3-dimensional images were acquired. The surface roughness was again measured after ultrasonic tooth brushing in order to evaluate the influence of brushing on the surface roughness. The statistical analysis was performed with Mann-Whitney test and t-test using a 95% level of confidence. **Results:** The chemically polished group showed a statistically lower mean surface roughness in comparison to the mechanically polished group ( $P = .0045$ ) and the specimens polymerized under the atmospheric pressure presented a more significant difference ( $P = .0138$ ). After brushing, all of the groups, except the mechanically polished group, presented rougher surfaces and showed no statistically significant differences between groups. **Conclusion:** Although the surface roughness increased after brushing, the chemical polishing technique presented an improved surface condition in comparison to the mechanical polishing technique. (*J Korean Acad Prosthodont* 2010;48:287-93)

**Key words:** Brushing, Polishing, Polymethyl methacrylate, Surface roughness

\*Corresponding Author: Dong-Hwan Lee

Department of Prosthodontics, The Institute of Oral Health Science, Samsung Medical Center, 50 Irwon-dong, Gangnam-gu, Seoul, 135-710, Korea

+82 2 3410 6426; e-mail, proslee@skku.edu

Article history

Received September 27, 2010/ Last Revision October 6, 2010/ Accepted October 14, 2010