

여러가지 수복물의 polishing조건에 따른 치수 온도변화

백병주 · 박종하 · 양정숙 · 이승영 · 김재곤

전북대학교 치과대학 소아치과학교실 및 구강생체과학연구소

Abstract

TEMPERATURE CHANGE IN THE PULP ACCORDING TO POLISHING CONDITION OF VARIOUS RESTORATIVE MATERIALS

Byeong-Ju Baik, D.D.S., Ph.D., Jong-Ha Park, D.D.S., Jeong-Suk Yang, D.D.S., M.S.D.,
Seung-Young Lee, D.D.S., M.S.D, Jae-Gon Kim, D.D.S., Ph.D.

*Department of Pediatric Dentistry and Institute of Oral Bioscience,
College of Dentistry, Chonbuk National University*

The importance of finishing and polishing the restoration has been described by several authors. The final step provides for improved metallurgical properties, better marginal adaptation, reduced plaque accumulation. Unfortunately, finishing of the restorations can produce damage from temperature rises at the pulpal wall.

The aim of this study was to determine the changes in temperature can be occurred during the use of finishing and polishing instruments under a variety of conditions. ; with or without a water coolant, intermittent or continuous operation, high or low rotation speed, remaining dentin thickness, and various restorative materials.

Class V preparations were cut on extracted molars and restored with composite resin(Z 100), resin-modified glass ionomer cements(Dyract, Fuji II LC), and amalgam. Finishing was done with aluminum oxide coated disc(Sof-lex® polishing disc, 3M, USA).

The following results were obtained.

1. The rise of temperature during polishing of amalgam restorations was the highest among the all experimental groups except polishing with water coolant($P < 0.05$). However, there were no statistical differences in temperature rises between Z 100, Dyract and Fuji II LC ($P > 0.05$).

2. The intrapulpal temperature was greatly influenced by the applied time, and intermittent polishing was showed significantly lower temperature rises than continuous polishing($p<0.01$).
3. The intrapulpal temperature was increased according to the application of polishing regardless of using water coolant. However, polishing with water coolant showed significantly lower temperature in the pulp than not used water coolant($P<0.01$).

Key word : temperature, polishing, finishing

I. 서 론

최근 다양한 종류의 치과재료가 발전되면서 각 수복물에 따른 마무리과정의 중요성이 여러 저자들에게 의해 강조되어 왔다¹⁻⁴. 현재 다양한 종류의 연마용 기구들이 상품으로 소개되어 임상적 시술에 사용되고 있다. 연마기구는 크게 연마용 bur, 연마용 rubber point, 연마용 디스크, abrasive strip의 4가지로 대별할 수 있는데, 연마용 디스크는 넓은 면적의 수복물 연마에 아주 편리하면서도 우수한 기구이다^{5,6}. 그러나, 수복물의 설측이나 인접면은 접근하기에 제약이 따르는 단점이 있기 때문에 연마용 bur나 strip을 이용하여 마무리하는 것이 바람직하다.

많은 술자들은 구강내 수복물에 물을 적용시키면서 연마하는 것은 시술부위를 더럽게 하거나 시간적 제약이나 불편함을 주기 때문에 간헐적 또는 연속적인 방법으로 물을 적용하지 않고 수복물의 연마를 행하고 있다. 몇몇 제품의 경우에는 연마효과를 더욱 좋게 하기 위해 건조한 상태에서 연마할 것을 권하고 있기는 하지만, 냉각제를 사용하지 않고 연마하는 것이 치수내에 어떤 온도변화를 유발하는지에 대한 정확한 연구는 별로 없다⁷⁻¹³.

수십 년에 걸쳐서 치수내부에 심각한 손상을 줄 수 있는 열에 대한 연구가 있었다. 열은 치수에 매우 유해하고, 특히 열에 의해 손상된 상아질은 치수에 비가역적인 손상을 초래한다. 1959년 Postle 등¹⁴은 개의 치아를 이용하여 215°F(102°C), 395°F(201°C), 900°F(482°C)로 가열된 철선을 치아의 협면에 20초간 적용하였다. 치면에는 어떤 와동도 형성하지 않았으며, 열이 적용된 치아면의 상아질과 법랑질의 총 두께는 2mm 였다. 215°F와 395°F로 적용한지 1주일 후 염증세포가 관찰되었지만, 1달 후에는 그

손상은 불규칙한 상아질에 의해 치유되었다. 900°F로 열이 적용된 경우에는 한달 후 3개의 치아에서 치수 괴사를 관찰하였다. 1965년 Zach와 Cohen¹⁵은 원숭이의 치아를 이용하여 열에 대한 치수의 반응을 연구하였다. soldering iron tip을 치아의 협면에 접촉시키고 275°C의 일정한 온도를 5초에서 20초간 유지하였다. 열이 적용되는 동안 치수내부에서의 온도 변화가 측정되었다. 똑같은 조건이 반대쪽 악궁에도 적용되었고 2일에서 91일 동안 조직학적으로 관찰하였다. 이런 실험의 결과 치수내 처음 온도로부터 5.5°C 온도 상승만으로도 치아의 15%정도에서 치수 생활력 상실을 초래하고, 11.1°C 온도 상승은 60%, 16.6°C의 온도상승은 100%에서 치수괴사를 초래한다고 발표했다. 1989년 Raab와 Müller 등¹⁶에 의하면 치수내부의 온도가 43°C 이상이 되면 치수의 미세혈관에 혈액의 흐름이 증가되며, 온도가 49°C 이상이면 치수의 미세혈관에 비가역적인 손상을 준다고 했다.

지금까지 몇몇 연구에서 금속성 충전물을 연마시 발생되는 치수내 온도상승을 평가하였다. 1968년 Christensen과 Dilts¹⁰는 burlew disc를 이용하여 아말감을 연마하는 동안 치수내에서 6.2°C의 최대 온도 상승값을 측정하였다. 1974년 Grajower 등¹¹은 아말감을 간헐적으로 연마시 연속적으로 연마하는 경우에 비해 30%정도 치수내 온도 상승을 막을 수 있음을 관찰했다. 또한, brush에 의해 연마하는 경우보다 rubber cup을 가지고 연마하는 경우에 치수내 온도 상승이 더욱 큰 것을 관찰했다. 1990년 Amerongen 등¹²은 아말감을 여러가지 연마용 기구로 연마시 치수내의 온도변화를 관찰하였다. 수복물을 냉각제 없이 연마하면, 항상 치수내 온도상승을 유발하고, 온도상승폭은 연마조건에 따라 달라진다

는 사실을 관찰했다. rubber point의 사용은 치수내 유해 작용을 줄 수 있으므로 항상 냉각제와 함께 사용할 것을 추천했다.

오늘날 임상에서 아말감뿐만 아니라, 복합레진과 글래스아이오노머 계통의 치과재료들의 사용이 크게 증가하고 있다. 그러므로, 금속성 수복물 뿐 아니라 비금속성 수복물의 마무리과정에 대한 중요성을 인식하는 것이 더욱 필요하게 되었다. 현재 비금속성 수복물을 연마시 발생하는 열에 대한 연구는 거의 없다. 이에 다양한 종류의 수복물을 연마하는 동안에 재료에 따른 치수내 온도변화 정도, 수복물의 연마시 여러가지 조건(회전 속도의 차이, 냉각제의 유무, 간헐적인 연마와 연속적인 연마의 차이, 잔존 상아질의 두께의 차이)에 따른 치수내부의 열변화 정도, 수복물의 연마에 의해 발생된 치수내 온도 상승치와 치수조직에 손상을 줄 수 있는 온도를 비교하여 치수손상이 없는 연마조건을 알아보기 위하여 본 연구를 시행한 바 다소의 지견을 얻었기에 보고 하는 바입니다.

II. 연구재료 및 방법

1. 연구재료

발거된 하악 제 1 대구치를 근원심의 중간에서 디스크를 이용해 자른 후 실험에 이용될 때까지 종류수에 보관 되었다. 실험을 위해 제1대구치의 협면에 사각형의 class V 와동이 형성되었다. 와동의 크기는 가로 6.0±0.2mm, 세로 3.0±0.3mm로 일정한 양의 수복물이 충전될 수 있도록 하였다. 와동을 형성할 때 깊이를 2.0mm로 일정하게 하기위해 bur위에 표시를 한 후 와동 형성이 시행되었고, 와동 형성이 완료된 후 잔존 상아질의 두께가 0.5mm, 1.5mm인 치아를 각각 4개씩 선별하였다. 정확성을 기하기 위해 1/10mm까지 잴 수 있는 micrometer를 이용하여 수

복물 직하방에서 잔존 상아질의 두께가 측정되었다. 이런 과정을 통해 준비된 class V 와동 안에는 각각 Z100, Dyract, Fuji II LC, amalgam을 충전하였다 (Table 1).

수복물 직하방 치수강에는 일단 소량의 광중합용 글래스아이오노머를 이용하여 chromium-alumina thermocouple을 초기 고정한 후 치수내부를 Caviton®으로 채웠다(Fig. 1). 이 thermocouple은 temperature-recording device(Multifunction Analyzer MA 6,000, Japan)에 연결되었고, 실험이 시작될 때의 초기온도부터 수복물의 연마가 끝날 때까지 매초마다 recording paper를 통하여 치수내 온도값이 기록 되었다.

2. 연구방법

다양한 종류의 수복물 연마는 다음의 일련의 과정을 통해 시행되었다. 연마용 기구로는 aluminum oxide coated disc(Sof-lex® polishing disc, 3M, USA)가 사용되었다. 8가지 경우(잔존상아질의 두께가 0.5mm인 경우 4가지, 1.5mm인 경우 4가지)의 표본에 대해 7,000, 11,000, 15,000rpm의 회전속도로 나누어 실험하였다. 다시 각각의 회전속도에 대해 간헐적인 연마와 연속적인 연마를 시행하였다. 연속적인 연마에서는 15초, 30초, 45초, 60초에 대한 치수내 온도 상승값을 기록했고, 간헐적인 연마에 대해서는 15초 연마 후 5초 쉬는 방식으로 총 연마시간

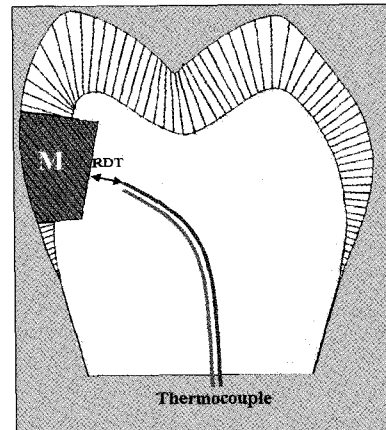


Fig. 1. Thermocouple attached on the pulpal wall directly under the restoration

Table 1. Materials used in this study

Materials	Manufacturer
Z 100	3M Dental Products, U.S.A
Dyract	Dentsply, Germany
Fuji II LC	GC, Japan
Amalgam	Degussa, Germany

이 60초가 되도록 하여, 20초, 40초, 60초, 75초에 대한 치수내 온도 상승값이 기록되었다(Table 2, 3). 수복물의 연마 동안에 일정한 압력이 적용되도록 하기 위해서 stress and tension gauge(Dentaram, Germany)를 이용하였으며, 이 압력측정기의 바늘이 일정하게 50gm이 되도록 눈으로 확인해 가면서 실험을 시행하였다.

위의 일련의 과정은 냉각제를 사용하지 않고 각각 10회 시행되었고, 1회의 실험이 끝나면 고속 핸드피스를 이용해 충전물을 제거하고 다시 새로운 충전물로 대체시켜 주었다. 처음 수복물의 연마를 시작 할 때의 온도는 $27.5^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 의 범위였고, 온도계측은 매 1초 마다 기록되었다.

또한 냉각제 유무에 따른 치수내 온도변화를 비교 하기 위해 계속적으로 물을 주수하면서 Z100과 amalgam 두 가지 재료에서 연속적인 연마를 시행하였다. 각각 10회 시행했으며, 1회 끝날 때마다 기존 충전물을 새로운 충전물로 교환하였다.

모든 실험이 끝난 후 micrometer를 사용하여 잔존 상아질의 두께를 재측정하였다.

3. 통계학적 분석

측정된 치수내 온도변화 값에 있어서 상아질 두께에 따른 통계학적 분석은 t-test를 이용하였고, 수복물의 종류에 따른 통계학적 분석은 oneway ANOVA를 이용하였다. 그리고 시간과 치수내 온도변화 사이에는 모든 경우에 있어서 회귀방정식이 성립되었다.

III. 연구 성적

1. 수복물의 종류에 따른 차이

4개의 서로 다른 재료(Z100, Dyract, Fuji II LC, amalgam)가 조사되었다. Table 2, 3은 각 충전물에 대해 건조한 상태로 연속적인 연마를 한 경우와 간헐적인 연마를 한 경우의 결과이다. Amalgam은 치수내 온도 상승값이 다른 재료에 비하여 거의 두 배 정도 큰 값을 보였다($P < 0.05$). 그러나, Z100, Dyract, Fuji II LC 간에는 간헐적 수복물 연마와 연속적인 수복물 연마 모두 어떤 경우든 유의차가 없

Table 2. Temperature rise as a function of restorative material, rpm and remaining dentin thickness for 60 seconds of continuous polishing.

RPM \ RD	7,000 rpm		11,000 rpm		15,000 rpm		
	0.5	1.5	0.5	1.5	0.5	1.5	
	T						
Z100	15	0.96±0.3	1.00±0.3	1.72±0.2	1.27±0.3	2.52±0.6	1.64±0.4
	30	2.54±0.6	2.41±0.3	4.19±0.9	3.88±0.6	7.44±0.9	4.68±0.6
	45	4.16±1.2	3.53±0.5	6.74±1.3	6.26±0.3	11.10±1.4	6.84±0.7
	60	5.72±1.4	4.65±0.5	8.84±1.8	8.22±0.7	13.90±1.6	9.08±0.8
Dyract	15	1.14±0.4	0.75±0.3	1.60±0.4	1.38±0.3	2.36±0.4	1.58±0.3
	30	2.97±0.7	1.87±0.4	4.46±0.9	4.20±0.5	6.70±1.2	4.36±0.4
	45	4.65±0.8	3.00±0.5	6.55±0.9	5.42±0.3	10.30±1.4	6.88±1.1
	60	6.22±0.8	3.98±0.6	8.78±1.5	7.04±0.2	12.30±1.9	8.98±1.6
Fuji II LC	15	0.97±0.5	0.61±0.1	1.28±0.3	1.08±0.2	2.08±0.5	1.08±0.1
	30	2.15±0.4	1.90±0.2	3.68±0.7	3.52±0.2	5.82±1.0	3.84±0.5
	45	3.72±0.6	3.13±0.5	6.12±1.6	5.59±0.4	8.28±1.6	6.81±1.0
	60	4.80±1.0	4.24±1.1	7.65±1.2	7.52±1.0	10.70±2.0	9.50±2.0
Am	15	2.74±1.1	1.55±0.6	6.20±0.8	2.88±0.5	8.58±0.2	4.50±0.6
	30	5.98±1.2	3.84±1.0	11.50±1.6	6.82±0.3	15.40±1.3	9.44±0.9
	45	8.34±1.2	5.62±1.0	16.40±1.7	10.10±1.0	20.20±1.0	13.30±1.2
	60	10.80±1.4	7.22±1.5	21.40±1.4	13.30±0.7	24.60±2.1	16.80±1.8

Data were expressed as mean±S.D., RPM : working speed, T: time
RD: remianing dentin thickness

Table 3. Temperature rise as a function of restorative material, rpm and remaining dentin thickness for 60 seconds of intermittent polishing.

	RPM	7,000 rpm		11,000 rpm		15,000 rpm		
		RD	0.5	1.5	0.5	1.5	0.5	1.5
Z100	20		1.56±0.4	0.90±0.4	2.16±0.3	1.68±0.6	3.36±0.9	2.24±0.4
	40		3.22±0.6	2.24±0.3	4.42±0.8	3.67±0.7	7.00±1.2	4.66±0.8
	60		4.32±0.9	3.29±0.6	6.12±1.0	5.70±0.6	8.22±1.5	6.64±0.9
	75		5.30±0.9	4.06±0.6	7.00±0.8	7.26±1.0	9.88±1.1	7.92±1.1
Dyract	20		1.36±0.5	1.07±0.2	1.74±0.7	1.62±0.2	3.12±0.5	2.74±0.3
	40		3.09±0.4	2.31±0.4	4.30±0.9	3.02±0.4	7.18±1.2	5.22±0.6
	60		4.40±0.6	3.12±0.2	6.22±1.5	4.72±0.6	10.20±1.2	7.32±1.3
	75		5.17±0.9	3.69±0.3	7.52±1.7	6.04±0.9	11.80±1.6	8.50±1.7
Fuji II LC	20		0.96±0.3	1.12±0.2	2.04±0.2	1.64±0.4	1.98±0.4	2.42±0.5
	40		2.47±0.5	2.18±0.4	4.08±0.5	3.26±0.4	4.86±1.1	4.84±0.4
	60		3.58±0.6	3.36±0.6	5.56±0.7	4.68±0.4	7.38±1.3	6.80±0.7
	75		4.44±0.7	4.02±0.7	6.78±0.7	6.46±1.2	8.98±1.7	8.16±1.0
Am	20		3.53±1.1	1.78±0.4	6.80±1.1	3.44±0.4	8.24±1.1	5.08±0.9
	40		6.01±1.5	3.76±0.7	11.30±1.3	6.92±0.7	16.30±1.2	8.68±2.6
	60		7.43±2.8	5.62±0.5	14.90±1.1	9.84±0.9	20.80±0.3	12.80±1.5
	75		9.96±1.4	7.02±0.7	18.10±1.2	11.80±1.3	24.10±2.0	15.30±2.0

Data were expressed as mean±S.D., RPM : working speed, T : time
RD : remaining dentin thickness

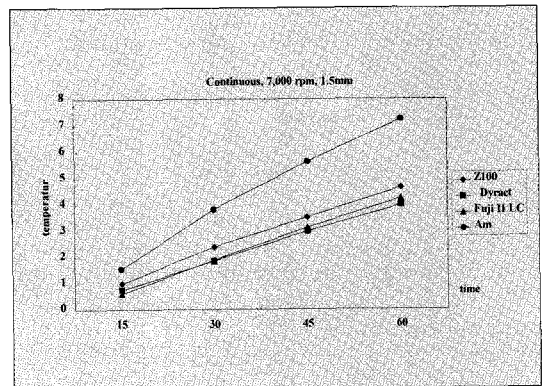
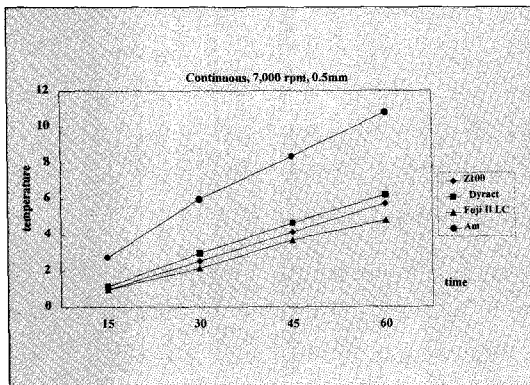


Fig. 2. Temperature increases during continuous polishing procedures without water coolant at 7,000 rpm.

었다(P>0.05).

물을 적용시키면서 수복물을 연마한 경우(Table 4)에는 amalgam과 Z100 사이에 치수내 온도 상승 값에 큰 차이를 보이지 않았다.

2. 연속적 연마와 간헐적 연마

치수내 온도변화 값을 비교하기 위해서 연속적인

연마에서는 15초, 30초, 45초, 60초의 경우만을 표2에 기록하였으며, 간헐적인 연마작업에서는 20초, 40초, 60초, 75초의 온도 상승값을 표3에 기록하였다. 그림2와 3은 건조한 상태에서 7,000rpm으로 여러가지 수복물들을 연마를 했을 때의 온도변화이며, 모든 경우에 있어서 연마시간이 증가될수록 비례적으로 온도 상승이 일어났다.

연속적인 연마와 간헐적인 연마의 치수내 온도 상승값을 비교해보면, 간헐적인 연마보다 연속적인 연

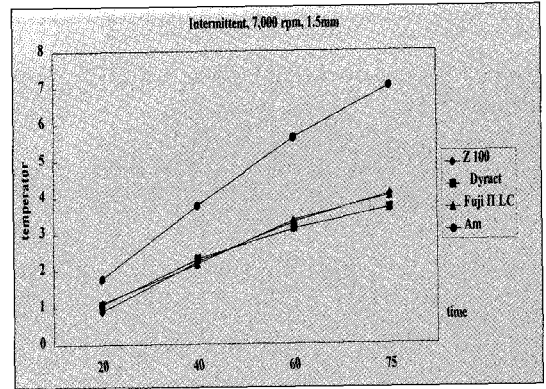
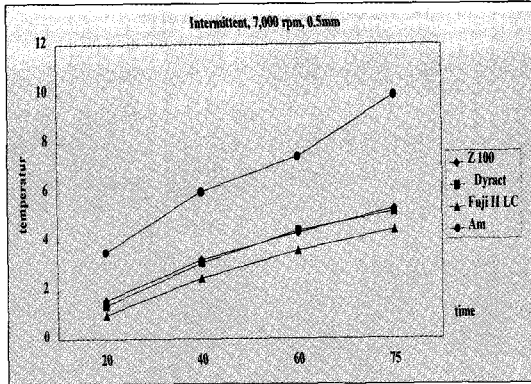


Fig. 3. Temperature increases during intermittent polishing procedures without water coolant at 7,000 rpm.

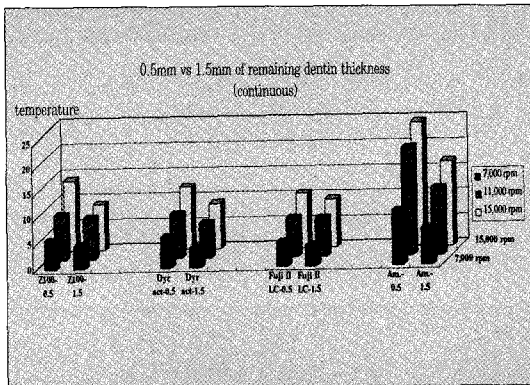


Fig. 4. Comparison of temperature rises on continuous vs intermittent polishing at 60 seconds of working time.

마의 경우가 항상 온도상승치가 더욱 크게 나타났다 (P<0.01)(Fig. 4).

3. 냉각제의 유무

건조한 상태와 물을 적용시키면서 연마를 한 경우를 비교하기 위해, 수복물(Z100, amalgam) 위에 물을 계속적으로 주수시키면서 연속적인 연마를 시행하였다. 표4에서와 같이 물을 계속적으로 주수시키면서 연속적인 연마를 시행하는 경우 최대 온도 상승값은 $5.40 \pm 1.2^\circ\text{C}$ 였고, amalgam을 15,000 rpm의 회전속도로 연마한 후 60초에 관찰되었다. 건조한 상태에서 연마한 모든 경우에서 연마시간이 증가될수록 비례적으로 온도 상승이 일어났으나 물을 적용시키면서 연마한 경우에는 양상이 다르게 나타났다. Fig. 5는 Z 100과 amalgam에 있어서 냉각제

를 사용한 경우와 사용하지 않은 경우를 비교한 그래프이다. 냉각제를 사용한 경우가 건조한 상태로 연마한 경우에 비해 온도상승값이 훨씬 작았으나 (P<0.01), 냉각제를 사용하여 연마한 경우에도 항상 작은 정도의 온도 상승은 관찰되었다.

4. 잔존 상아질의 두께에 따른 차이

잔존 상아질의 두께에 따른 온도변화 차이를 알아보기 위해서 Z100, Dyract, Fuji II LC, amalgam에 대해 3가지 종류의 회전속도로 연속적 연마와 간헐적 연마를 시행하였다. 비교되어진 잔존 상아질 두께는 0.5mm, 1.5mm 두 가지 경우였다(Table 5). 실험결과 건조한 상태에서 연마를 시행한 Dyract와 amalgam은 잔존 상아질 두께 0.5mm와 1.5mm 사이에 유의한 차이를 보였다(P<0.01). 그러나, Fuji II LC에서는 모두 유의한 차이가 없었다(P>0.05). 건조한 상태에서 연마를 시행한 Z 100의 경우에는 회전속도가 7,000 rpm과 15,000 rpm인 경우에만 유의차를 보였다. Figure 6은 여러가지 수복물에 대해 잔존 상아질 두께에 따른 치수내 온도변화를 비교하기 위해 나타낸 그래프이다.

5. 회전 속도

회전속도에 따른 치수내 온도 변화값이 Table 2-4에 기록되었으며, 일반적으로 회전 속도가 증가할수록 치수내 온도상승은 더욱 커진다.

Table 4. Temperature rise during continuous polishing of Z 100 and amalgam with water coolant

	RPM	7,000 rpm		11,000 rpm		15,000 rpm		
		RD	0.5	1.5	0.5	1.5	0.5	1.5
Z100	15		1.66±0.3	1.16±0.8	0.74±0.5	0.04±1.0	1.94±1.2	1.62±1.4
	30		2.34±1.2	1.64±0.7	1.54±0.3	1.40±0.9	3.74±1.9	2.44±1.8
	45		1.68±1.7	2.52±1.1	1.10±0.9	1.32±1.4	3.58±1.5	3.08±1.7
	60		1.66±1.2	1.10±1.0	1.82±1.0	1.58±0.7	4.32±1.5	4.22±0.9
Am	15		1.78±1.5	1.06±1.0	3.20±0.7	2.16±0.7	4.12±2.1	2.54±0.7
	30		1.20±0.8	1.36±1.4	5.38±1.0	2.94±0.6	4.76±1.7	2.60±1.2
	45		1.78±0.8	1.64±1.2	4.96±1.1	2.84±0.8	4.40±2.4	3.56±1.5
	60		2.20±1.0	1.84±1.0	4.68±1.3	2.24±1.0	5.40±1.2	3.80±2.9

Data were expressed as mean±S.D., RPM : working speed, T: time

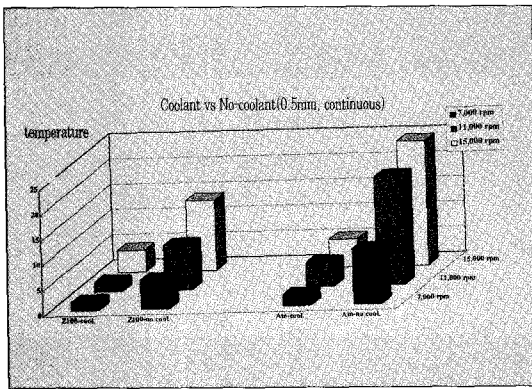


Fig. 5. Comparison of temperature rises on coolant vs no-coolant at 60 seconds of working time.

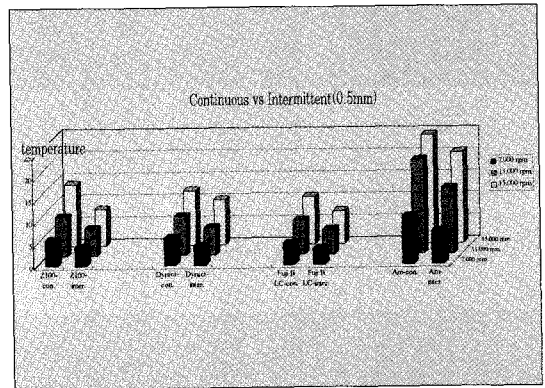


Fig. 6. Comparison of temperature rises on 0.5mm vs 1.5mm of remaining dentin thickness at 60 seconds of working time.

Table 5. Statistical significance between 0.5 and 1.5mm of remaining dentin thickness under various conditions without water coolant

	7,000 rpm		11,000 rpm		15,000 rpm	
	Con.	Inter.	Con.	Inter.	Con.	Inter.
Z100	*	**	NS	NS	**	**
Dyract	**	**	**	**	**	**
Fuji II LC	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Amalgam	**	**	**	**	**	**

Asterisks indicate statistically significant between 0.5 and 1.5mm of remaining dentin thickness (* P<0.05 ** P<0.01)

NS : non-significant

IV. 총괄 및 고안

우리가 보통 쓰고 있는 수복물은 연마를 통해 아주 부드러운 면을 얻는데, 이것은 수복물 표면에 박테리아의 축적을 막는다는 면에서 중요하다¹⁷⁾. 박테

리아는 수복물 표면의 거칠기에 따라 접착력이 달라진다. 아말감이나 골드크라운은 살균 능력과 세균 발육 저지능력을 가지고 있지만, 비금속 수복물(복합레진, 글래스아이오노머)은 이런 능력이 없으므로 술자는 부드러운 수복면과 더욱 좋은 수복물 변연을

형성하기 위해 노력해야 한다.

최근 많이 이용되고 있는 복합레진이나 글래스아 이오노머를 이용한 수복법은 비교적 적은 치질의 삭제만으로 치아와 강한 유지력을 얻고, 심미적으로도 우수한 결과를 보여 널리 사용되고 있다. 하지만 이들 수복물은 연마 작업에 세심한 주의를 하지 않으면 심미적으로 만족스럽지 못하고 수복물 위에 치태 침착의 문제를 야기한다^{18,19}. 이런 문제를 극복하기 위해서 우리가 흔히 사용하는 aluminum oxide coated disc는 수복물 연마를 위하여 아주 편리하고 우수한 기구이다^{20,21}. 하지만 연마용 디스크는 시술 과정에서 주의해서 사용하지 않으면, 치수 손상을 일으킬 수 있는 마찰열을 발생시킨다^{13,16}.

치수에 손상을 주는 원인은 많고 다양하다²²⁻²⁶. 예를 들면 주원인이 되는 치아우식과 세균 그밖에 수복, 교정치료, 치주치료, 발치와 같은 치과시술, 치과치료시 사용하는 재료와 약물, 방사선 자극 그리고 외상 등이 있다. 치수의 자극과 손상은 결과적으로 치수에 염증을 일으킨다. 온도적 원인에 의한 치수손상 중에는 bur나 stone에 의한 발열 외에도 충전물을 연마하는 동안이나 또는 급히 혼합한 시멘트가 경화하는 동안에 최소한 일시적인 치수의 손상을 일으키기에 충분한 열이 발생 할 수 있다. 중간에 시멘트의 이장이 없는 치수에 근접한 금속 충전물은 온도 변화를 급속히 치수에 전달하여 치수손상을 일으킨다.

본 연구에서 얻어진 결과를 임상적으로 적용시키는 데에는 어느정도 한계가 따른다. 서로 다른 치아 구조의 차이는 수복물의 연마동안에 발생된 치수내 온도변화에 영향을 줄 수 있으며, 실제 환자에 있어서 각 치아마다 발생할 수 있는 치수내 혈관 분포의 차이나 상아세관의 수와 크기의 차이 등의 다양성을 실험에서 완전히 표준화시키기는 어렵기 때문에 이런 요소는 본 실험에서는 고려하지 않았다. 1991년 Stewart 등²⁹의 실험에 의하면 실내온도에서 아말감을 연마하는 것과 구강내 온도에서 아말감을 연마하는 것 사이에는 유의차가 없다는 보고가 있긴 하지만, 이 두 환경 사이에서의 차이도 또한 임상적 적용에 있어서 하나의 변수로 작용될 수 있을 것이다.

수복물을 연마시 건조한 상태로 할 것인지, 물을 적용하면서 할 것인지에 대한 논란이 계속 되어 왔다. 1983년 Lutz 등²⁷과 1987년 Boghosian 등²⁸은

연마용 bur를 이용하여 물과 함께 수복물 연마를 하면, 열에 의해 발생하는 치수손상을 피할 수 있고, 복합레진의 탈수를 막을 수 있으며, 치면과 연마용 bur사이의 윤활효과에 의해 더욱 기구의 성능을 높일 수 있다고 했다. 1991년 Dodge 등⁴은 4가지 종류의 복합레진(Silux, Prisma, Viso-Dispers, Herculite)을 연마할 때 건조한 상태와 물을 적용하는 경우에 수복물 표면의 연마정도, 색조의 안정성, 표면 경도에 대해 연구하였다. 실험에 의하면 4가지 종류의 복합레진에서 어떤 상태로 연마하더라도 표면 경도에 있어서 큰 차이를 보이지 않았다. 그러나, 색조 변화와 표면의 연마정도에 있어서는 차이를 보였는데, Prisma-Fil과 Herculite에 있어서는 물을 적용시키면서 연마한 경우 색조 변화가 더욱 크게 나타났고, Silux에 있어서는 건조한 상태가 더욱 색조 변화가 컸으며, Viso-Dispers에서는 두가지 상태 모두에서 색조변화에 유의차가 없었다. 표면 연마정도에 있어서는 대부분의 복합레진이 연마조건에 따라 차이가 없었으나, Viso-Dispers에서만 물을 적용하면서 연마한 경우 더욱 연마표면이 거칠었다. 결론적으로 Silux에서의 색조변화를 제외하고는 모든 실험군에서 건조한 상태에서 연마하는 경우가 물을 적용하는 경우보다 더욱 우수하거나 최소한 같은 정도의 수복물을 만들 수 있다는 사실을 관찰했다. 1995년 Briseño 등¹³은 복합레진을 연마용 디스크를 이용하여 연마를 시행할 때 치수내 온도 변화를 관찰했다. 실험에 의하면 최대 4,000rpm 까지는 일정한 압력으로 건조한 상태에서 연마를 해도 치수내 손상이 없으며, 10,000rpm의 회전속도로 수복물을 연마할 때는 치수내 손상을 피하기 위해서 냉각제가 필요하다라는 사실을 관찰했다.

본 연구에서는 건조한 상태와 물을 적용시키면서 연마를 한 경우를 비교하기 위해, 수복물(Z100, amalgam) 위에 물을 계속적으로 주수시키면서 60초간 연속적인 수복물 연마를 시행하였다. 물을 계속적으로 주수시키면서 연속적인 수복물 연마를 시행한 경우 최대 온도 상승값은 $5.40 \pm 1.2^\circ\text{C}$ 인데, amalgam을 15,000 rpm의 회전속도로 연마한 후 60초에 관찰되었다. 이 온도는 Zach와 Cohen의 실험에 의하면¹⁵ 치수손상을 일으키지 않는 온도에 해당되며, 이러한 사실로부터 본 연구에서는 수복물을 연마시 냉각제의 유무가 연마에 따른 치수내 온도

상승을 막을 수 있는 가장 중요한 요소로 작용되며, 물을 적용시키면서 연마하는 경우에는 15,000 rpm의 회전속도로 60초간 Sof-lex disc를 수복물에서 연속적인 연마를 시행하여도 치수내 손상을 일으키는 온도에는 도달하지 않는다는 사실을 관찰했다.

건조한 상태에서 연마한 경우에는 모든 경우에 있어서 연마시간이 증가 될수록 비례적으로 온도상승이 일어났으나, 물을 적용시키면서 연마한 경우에는 이런 관계가 성립하지 않는다. Fig. 5는 Z 100과 amalgam에 있어서 냉각제를 사용한 경우와 사용하지 않은 경우를 비교한 그래프인데, 냉각제를 사용한 경우가 건조한 상태로 연마한 경우에 비해 온도 상승값이 훨씬 작았다(P<0.01).

1980년 Harper 등³⁰⁾은 사람의 상악 중절치를 이용한 vivo와 vitro 연구에서 재료별로 열이 전도되는 양상을 조사했다. 아말감은 다른 재료에 비해 열전도가 가장 크고, unfilled resin은 가장 낮은 열전도를 보이며, 실리카이트 시멘트와 복합레진은 중간 정도의 열전도를 보였다. 1991년 Stewart 등²⁹⁾은 연마시 수복물질에 따라 어떤 치수내 온도변화가 일어나는지 연구하였다. 실험에 의하면 아말감을 연마시 복합레진이나 글래스아이오노머보다 치수내 온도 상승폭이 훨씬 높다고 했다.

본 실험에서도 amalgam을 건조한 상태에서 연마시 치수내 온도 상승값이 다른 재료에 비해 거의 두 배정도 큰 값을 보였는데, 이런 결과는 여러 문헌에서 나온 실험결과와 일치한다²⁹⁻³¹⁾. 그러나, Z100, Dyract, Fuji II LC 간에는 간헐적 수복물 연마와 연속적인 수복물 연마 모두 어떤 경우든 치수내 온도 상승에 있어서 유의차가 없었다(P>0.05). 아말감이 다른 재료에 비해 연마에 따른 온도 상승값이 가장 큰 이유는 복합레진이나 글래스아이오노머에 비하여 열확산율이 현저하게 크기 때문인데, 아말감은 복합레진에 비하여 열확산율이 14배에 이르고, 글래스아이오노머에 비하여 48배에 이른다³²⁾. 이러한 사실은 아말감 충전을 위해 형성된 와동이 깊은 경우에는 thermal insulating base가 필수적임을 뒷받침해 준다. 그러나, base의 두께를 얼마로 해야 열을 효율적으로 차단할 수 있는 지에 대해서는 더 연구가 필요할 것으로 사료된다. 일반적으로 와동의 깊이가 깊을수록, 즉 잔존 상아질의 두께가 얇을수록 치수내 손상이 크다. Golden 등³³⁾은 porcelain-

fused to gold에 대해서는 0.75mm의 insulator가 필요하다고 했다. Harper 등³⁰⁾의 실험에 의하면, 0.5mm이하의 base두께는 insulator로써 별 가치가 없고, 1mm 이상으로 base를 크게 하면 amalgam의 두께가 너무 얇아져 파절의 우려가 있으므로 0.75mm 정도의 base 두께가 적당하다고 했다.

본 실험에서는 같은 조건에서 간헐적인 연마보다 연속적인 연마를 한 경우가 항상 치수내 온도가 더 크게 상승하였다(P<0.01). 그러나, 간헐적인 연마를 시행하는 경우에도 주의해서 연마를 하지 않으면, 치수내 손상을 줄 수 있는 5.5℃ 이상의 온도상승을 초래 할 수 있다(7,000 rpm에서 5가지 경우, 11,000 rpm에서 17가지 경우, 15,000 rpm에서 21가지 경우).

현재 많은 술자들은 수복물의 연마를 위하여 다양한 종류의 연마용 디스크를 사용하고 있다. 각각의 연마용 디스크 마다 제조회사에서 추천하는 사용방식이 있는데, 몇몇 제품에서는 수복물 연마를 할 때, 10,000 rpm의 회전속도까지는 냉각제 없이 연속적이든 간헐적이든 사용 할 수 있다고 하였다. 심지어 30,000 rpm의 회전속도에서도 사용이 가능하다고 주장하는 제품도 있다. 하지만, 본 연구에 의하면 이러한 방식은 수복물을 연마시 치수 손상을 일으킬 수 있다고 사료된다. 본 연구에서는 amalgam을 연마하는 경우에는 다른 재료에 비하여 훨씬 주의가 필요하다는 사실을 관찰했다. 11,000 rpm의 회전속도로 물을 적용하지 않고 연속적으로 연마한 경우에는 15초이내에도 치수내 유해 작용을 줄 수 있으므로 amagam과 같은 금속성 수복물을 연마시에는 항상 물을 적용하면서 연마하는 것이 필요하다고 사료된다. 그러나, 비금속성 수복물(Z100, Dyract, Fuji II LC)에 있어서는 냉각제 없이 연마할 수도 있는데, 본 실험에 의하면 7,000 rpm으로 연마하는 경우에는 75초까지 간헐적인 수복물 연마를 시행하여도 치수 손상을 일으키지 않으리라 사료된다.

본 실험에서는 base에 대한 고려가 없었으므로 앞으로 수복물의 연마시 base두께 및 종류에 따른 치수내 온도변화에 대한 실험이 필요하다고 생각한다.

V. 결 론

수복물의 연마시 회전속도의 차이, 냉각제의 유무, 여러종류의 수복물의 차이, 간헐적인 연마와 연속적인 연마의 차이, 잔존 상아질의 두께의 차이에 따른 치수내부의 열변화를 알아보기 위해 본 연구를 시행하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. Amalgam을 건조한 상태에서 연마시 다른 재료에 비해 가장 큰 치수내 온도 상승을 보였다(P<0.05). 그러나, Z100, Dyract, Fuji II LC 간에는 간헐적 수복물 연마와 연속적인 수복물 연마 모두 어떤 경우든 유의차가 없었다(P>0.05).
2. 같은 조건으로 연마를 시행했을 때, 간헐적인 연마보다 연속적인 연마를 한 경우가 치수내 온도가 더 크게 상승하였다(P<0.01).
3. 아말감과 Dyract 에 있어서는 잔존 상아질의 차이에 따른 치수내 온도변화에 유의한 차이를 보였으나(P<0.01), Fuji II LC에 있어서는 유의성이 없었다(P>0.05).
4. 냉각제의 유무에는 관계없이 어떤 경우든 시간에 따른 온도 상승을 보였다. 그러나, 냉각제를 사용한 경우가 냉각제를 사용하지 않은 경우에 비해 온도 상승값이 훨씬 작았다(P<0.01).
5. 회전 속도가 증가할 수록 더욱 큰 치수내 온도 상승을 보였다(P<0.01).

참 고 문 헌

1. Charbeneau GT : A suggested technique for polishing amalgam restorations. J Mich State Dent Assoc 47:135-8, 1976
2. Heath JR, Wilson HJ : Surface roughness of restorations. Br Dent J 140:131-7, 1976
3. Goldfogel MH, Smith GE, Bomberg TJ : Amalgam polishing. Oper Dent 1:146-50, 1976
4. Dodge WW, Dale RA : Comparison of wet and dry finishing of resin composites with aluminum oxide discs. Dent Mater 7:18-20, 1991
5. Lambrechts P, Vanherle G : Observation

and Comparison of polished composite surfaces with the aid of SEM and profilometer. J Oral Rehabil 169-182, 1982

6. Van Noort R, Davis LG : The surface finish of composite resin restorative materials. Br Dent J 157:360-364, 1984
7. Aplin AW, Sorenson FM, Cantwell KR : Temperature change in dental polishing. J Dent Res 46:325-30, 1967
8. Christensen GJ, Dilts WE : Thermal change during dental polishing. J Dent Res 47:690-3, 1968
9. Cooley R, Barkmeier W : Heat generation during polishing of restorations. Quint Int 12:77-80, 1978
10. Christensen G, Dilts W : Thermal change during dental polishing. J Dent res 47:690-693, 1968
11. Grajower R, Kaufman E, Rajstein J : Temperature in the pulp chamber during polishing of amalgam restorations.
12. Amerongen JP, Penning C : Temperature changes during finishing of amalgam restorations. J Prosthet Dent 64:455-8, 1990
13. Briseño B : Rise in pulp temperature during finishing and polishing of resin composite restorations: An in vitro study. Quint Int 26:361-365, 1995
14. Postle HH, Lefkowitz W, McConnell D : Pulp response to heat. J Den Res 58:740, 1959
15. Zach L, Cohen G : Pulp response to externally applied heat. Oral Surg Oral Med & Oral Path. 19:515-530, 1965
16. Raab WH, Müller H : Temperaturabhängige Veränderungen der Mikrozirkulation der Zahnpulpa. Dtsch Zahnärztl Z 44: 496-497, 1989
17. Quirynen M, Marechal M, Busscher HJ : The influence of surface free energy and roughness on early plaque formation. An

- in vivo study in man. *J Clin Perio* 17:138-144, 1990
18. Dunkin RT, Chambers DW : Gingival response to class V composite resin restorations. *J Am Dent Assoc* 106:482-484, 1983
 19. Weitman RT, Eames WB : Plaque accumulation on composite surfaces after various finishing procedures. *J Am Dent Assoc* 91:101-106, 1975
 20. Kanter J, Koski RE : An evaluation of new methods for polishing composite restorative resins. *Quint Int* 11:91-95, 1980
 21. Dogon I, Nathanson DA : Comparison of a new method for finishing composite restorations with conventional techniques-in vitro studies[abstract 1054]. *J Dent Res* 57:338, 1978
 22. Seltzer S : *Endodontology*. ed 2. Philadelphia, Lea & Febiger, 1988.
 23. Walton and Torabinejad : *Principles and practice of endodontics*. W.B. Saunders Co. 1989.
 24. Simon JHS : *Pathology of the pulp*. ed 5. edited by Cohen S, Burns RC., Mosby Year Book. 1991.
 25. Stanley HR : Biologic effects of various cutting methods in cavity preparation : the part pressure plays in pulp response. *JADA* 61:450, 1960
 26. Grossman LI, Oliet S, Del Rio CE : *Endodontic practice*. ed 11. Lea & Febiger Philadelphia. 1988.
 27. Lutz F, Setcos JC, Phillips RW : New finishing instruments for composite resins. *J Am Dent Assoc* 107:575-580, 1983
 28. Boghosian AA, Randolph RG : Rotary instrument finishing of microfilled and small-particle hybrid composite resins. *J Am Dent Assoc* 115:299-301, 1987
 29. Stewart GP, Bachman TA, Hatton JF : Temperature rise due to finishing of direct restorative materials. *Am J Dent* 4:23-28, 1991
 30. Harper R, Schnell R, Swartz M : In vitro measurements of thermal diffusion through restorations of various materials. *J Prosthet Dent* 43:180-185, 1980
 31. Civjan S, Barone JJ, Reinke PE : Thermal properties of nonmetallic restorative materials. *J Dent Res* 51:1030, 1972
 32. Craig RG. : *Restorative dental materials*. ed 8. The C.V.Mosby Com. 1989.
 33. Golden J, Freedman G, Soremark R : Thermal diffusion through gold restorations. *J Prosthet Dent* 20:552, 1968

국문초록

여러가지 수복물의 polishing조건에 따른 치수 온도변화

백병주 · 박종하 · 양정숙 · 이승영 · 김재곤

전북대학교 치과대학 소아치과학교실 및 구강생체과학연구소

수복물의 연마의 중요성에 대하여 많은 연구들이 이루어져 왔으며, 이는 수복물의 금속성질의 개선, 변연적합성의 증가 그리고 치태축적의 감소 등을 이유로 시행된다. 그러나 불행하게도 수복물에 대한 연마 시 열의 발생으로 인하여 치수부위에 손상을 초래하므로 열의 발생을 최소화하려는 노력이 뒤따라야 할 것이다.

이에 본 연구에서는 수복물의 연마시 회전속도의 차이, 냉각제의 적용 유무, 여러 종류의 수복물의 차이, 간헐적인 연마와 연속적인 연마의 차이 그리고 잔존 상아질의 두께의 정도에 따른 치수내부에서의 열의 변화를 알아보기 위하여 발거된 구치에 5급 와동을 형성한 후 복합레진(Z100, 3M co), resin-modified GIC(Dyract, Fuji II LC) 그리고 아말감(Degussa) 등으로 충전하였으며, 다양한 조건에서의 연마를 시행, 치수내부에서의 열의 변화를 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. Amalgam을 건조한 상태에서 연마시 다른 재료에 비해 가장 큰 치수내 온도 상승을 보였다($P<0.05$). 그러나, Z100, Dyract, Fuji II LC 간에는 간헐적 수복물 연마와 연속적인 수복물 연마 모두 어떤 경우든 유의차가 없었다($P>0.05$).
2. 같은 조건으로 연마를 시행했을 때, 간헐적인 연마보다 연속적인 연마를 한 경우가 치수내 온도가 더 크게 상승하였다($P<0.01$).
3. 아말감과 Dyract 에 있어서는 잔존 상아질의 차이에 따른 치수내 온도변화에 유의한 차이를 보였으나 ($P<0.01$), Fuji II LC에 있어서는 유의성이 없었다($P>0.05$).
4. 냉각제의 유무에는 관계없이 어떤 경우든 시간에 따른 온도 상승을 보였다. 그러나, 냉각제를 사용한 경우가 냉각제를 사용하지 않은 경우에 비해 온도 상승값이 훨씬 작았다($P<0.01$).

주요어 : 열, 연마, 복합레진, 아말감