

임시 수복물 중합시 시간과 중합온도가 변연 적합도에 미치는 효과

인하대학교 의과대학 치과보철학교실

윤승환 · 오남식 · 김일규 · 오성섭 · 최진호 · 김왕식 · 임영일

1. 서 론

보철 수복을 위해 삭제된 치아에 임시 수복물을 만들어 주는 것은 보철 치료에서 중요한 과정이며 임시 수복물의 변연을 잘 맞춰줌으로써 여러 가지 자극, 즉 물리적, 화학적, 세균학적, 온도적인 자극에 대해서 삭제된 상아질의 치수를 보호하며 치은의 건강을 유지하여 치은퇴축을 예방하는 데도 도움이 된다.¹⁻³⁾

임시 수복물의 이상적인 요구조건은 우선 구강 조직을 심미적으로 재현시키기 위해 적절한 반투명성이나 투명성을 가져야 하며, 변색이나 외형의 변화가 없어야 한다. 체적안정성과 적절한 강도, 내마모성이 있어야 하며 구강액이나 구강섭취 물질에 의해 용해되거나 부식되지 않아야 하며 무미, 무취, 비독성, 비자극성이어야 하며 비중은 낮은 것이 좋으며 만일 파절되었을 때 보수가 쉽고 경제적이어야 한다.⁴⁾

임시 수복물에 주로 쓰이는 아크릴릭 레진은 에틸렌의 유도체로서 분자 구조내에 비닐 그룹을 갖는다. 아크릴릭 산의 유도체와 메타크릴릭 산의 유도체로 부가반응에 의해 중합한다. 다중 아크릴릭 산이나 다중 메타크릴릭 산은 딱딱하고 투명하지만, 그 분자들 내의 카르복실 (carboxyl) 그룹이 극성을 띄어 물을 흡수한다. 흡수된 물에 의해 고분자 사슬이 분리되고 연화되어 강도가 저하되므로 구강내에서 사용되지 않지만, 다중산 (polyacid) 에스테르는 치과사용에 적합하며 종류로는 메틸메타크릴레이트

와 폴리메틸메타크릴레이트가 있고, 치과에서는 대개 분말 형태의 폴리메틸메타크릴레이트를 액체상태의 메틸메타크릴레이트와 혼합하여 사용한다. 혼합에 의해 단량체 용액이 중합체 분말을 녹여 가소성의 반죽 (dough)를 형성하고, 이 반죽을 몰드에 채운 후 단량체를 중합시켜 사용한다. 메틸메타크릴레이트는 실온에서는 맑고 투명한 용액으로 녹는점이 -48℃, 끓는 점이 100.8℃, 밀도는 20℃일 때 0.945gm/ml, 중합반응열은 12.9Kcal/mol이다. 높은 증기압을 가지며 좋은 유기용매로 자외선이나 가시광선 또는 열에 의해 중합이 개시될 수 있으나 치과에서는 주로 화학개시제에 의해 중합된다. 실온에서 잘 중합되며 순수한 메틸메타크릴레이트는 중합과정 동안에 21%의 체적 수축을 하므로 폴리메틸메타크릴레이트 분말과 함께 혼합 사용한다. 폴리메틸메타크릴레이트는 누프 (Knoop) 경도가 18~20 정도의 단단하고 투명한 레진으로 인장강도는 약 59MPa이고 비중은 1.19, 탄성계수는 2400Mpa이다. 자외선에 의해 변색되지 않으며 열에 대해 안정하고 125℃에서 연화된다. 125℃와 200℃ 사이에서 해중합 (depolymerization)이 일어나서 약 450℃가 되면 중합체의 90%가 단량체로 해중합이 되고 흡수성이 있어 1주간 물속에 침적되어 있을 때 약 0.5%의 중량 증가를 보인다.⁵⁾

임시 수복물을 만드는데 여러가지 기술과 재료가 소개되어 있으며 재료에 따라 다양한 변연 적합도를 나타내며 이장법 (relining technique)과 실리콘 퍼티

주형 (silicone putty matrix)을 이용한 방법 등 여러 방법에 따라라도 정확성이 다르다. 간접법으로 만든 임시 수복물이 직접법으로 만든 임시 수복물보다 더 정확하다고 생각되어지고 있다.⁶⁾ 그리고 간접법으로 임시 수복물을 빨리 만들기 위한 여러 방법들이 제시되고 있는데 예를 들어 유연성 있는 주형 (flexible cast)^{7,8)}을 이용한 방법 등이 있으나 아직은 이 방법에 문제점이 많으며 직접법으로 많은 임시 수복물이 제작되고 있다. 그리고 Dubois 등⁹⁾은 6~8주간 온도 순환 (thermocycling)과 교합력을 가했을 때 광중합형 레진이 자가 중합형 레진보다 변연 적합도가 더 정확하다고 보고하고 있으며 Ehrenberg 등¹⁰⁾은 50,000회의 교합력 부하와 8,000회의 온도 순환 후 Jet-shade에서 변연 간격이 $152.1 \pm 69.6 \mu\text{m}$ 를 나타냈고 Luthardt 등¹¹⁾은 광중합형 레진이나 이중 중합형 (dual curing) 레진이 물리적 성질은 우수하나 임상적으로 다루기가 어렵다고 보고하고 있으며 임상적으로는 자가 중합형 레진이 더 많이 사용되고 있다.¹¹⁾

임시 수복물을 제작할 때 레진은 발열 중합 반응을 일으키게 되는데 이때 온도가 올라감으로써 치수 조직에 손상을 입힐 수 있다. 그러므로, 치수와 치은 조직에 손상이 가지 않도록 초기 중합시 임시 수복물을 구강에서 제거해야 하며 임시 수복물이 공동 (undercut)에 걸리는 것을 막을 수 있다. 하지만 이렇게 구강외에서 중합시키게 되면 지지구조가 없어 중합 수축과 변형이 오게 된다.¹²⁾ 그러므로 발열 중합 반응시의 발열량이 적을 때 임시 수복물을 제거해야 하는 데 언제 임시 수복물을 제거해야 변연 적합도가 좋은지 그 제거 시간을 알아보는 것이 이번 실험의 목적이며 Ogawa¹²⁾에 의하면 20℃와 30℃의 물에서 중합시켰을 때가 상온의 공기중에 두었을 때보다 중합 후 변연 적합성이 좋았다고 보고하고 있는데 이 중합 환경이 앞의 제거 시간에 미치는 영향을 알아보고자 한다.

II. 연구재료 및 방법

1. 연구 재료

실험재료로는 레진으로 자가 중합형 메틸 메타크릴레이트 (Jet Tooth Shade, Lang Dental Mfg. Co.

Inc. Wheeling, IL., U.S.A.)을 사용하였으며 이 재료는 6분에서 9분 사이의 중합 시간을 가지고 있다. 제조사에 의하면 색조안정성이 좋으며 강도가 좋으며 조작이 쉽다고 한다.

실험용 다이를 만드는 재료로는 초경석고 (MG Crystal Rock, Maruish Gypsum Co., Ltd., Tokyo, Japan)를 사용하였다. 이것은 제4형 석고 (type IV stone)로 혼수비 (water/powder ratio)가 0.24, 경화시간이 10~12분이며 0.08%의 경화 팽창률을 가지고 420kg/cm^2 (2시간 후), 900kg/cm^2 (건조 후)의 내압 강도를 가진다.

2. 연구 방법

1) 치아 형성

상악 우측 레진 제1소구치 (Trimunt Corporation, Kyoto, Japan)를 Milling machine (Cambilabor CL-MF2000, HERAEUS KULZER., Co. Ltd, German)을 이용하여 경사도는 4°로 하였으며 1mm의 쇼울더 변연 (shoulder margin)과 6mm의 지름을 가지며 8mm의 치관 높이가 되도록 형성하였고 2mm의 회전 방지용 사면 (antirotational bevel)을 부여하였다. 삭제기구는 고속용 다이아몬드 포인트 (diamond point)를 사용하였으며 저속용 스톤 포인트 (stone point)를 사용하여 모든 면과 각을 둥글고 매끄럽게 마무리 하였다(Fig. 1).

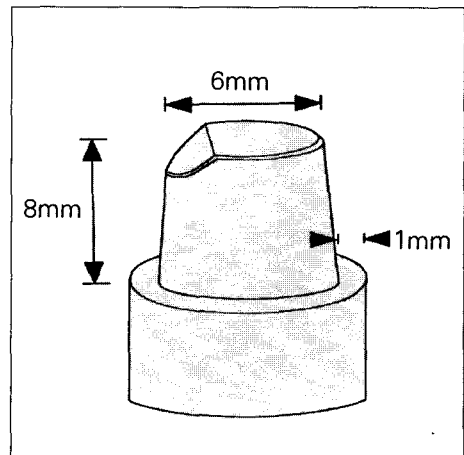


Fig. 1. 주모형 (master die)

2) 다이 제작

형성된 치아에 파라핀 왁스 (paraffin wax)를 덮은 후 트레이용 레진 (Instant Tray Mix, Lang Dental MFG. Co., INC., Wheeling, IL., U.S.A.)으로 각각의 인상 트레이를 제작하였다. 각각의 트레이에 인상용 접착제를 도포하고 비닐 폴리실록산 (vinyl polysiloxane) 인상재 (Exaflex light body type, GC America Inc. Chicago, IL., U.S.A.)를 사용하여 치아를 30회의 인상을 채득하여 초경석고 (MG Crystal Rock, Maruish Gypsum Co., Ltd., Tokyo, Japan)로 30개의 초경석고 다이를 제작하였다.

3. 레진 외형 치관의 형성

앞에서 만들어진 1개의 다이에 1mm의 균일한 두께로 파라핀 왁스를 덮은 후 트레이용 레진 (Instant Tray Mix, Lang Dental MFG. Co., INC., Wheeling, IL., U.S.A.)으로 각각의 인상 트레이를 제작하였다. 각각의 트레이에 인상용 접착제를 도포하고 앞에서와 같은 비닐 폴리 실록산 인상재를 사용하여 인상 채득 후 초경석고로 앞의 초경석고 다이보다 1mm 큰 초경석고 다이를 제작하였다. 이 다이 위에 3mm

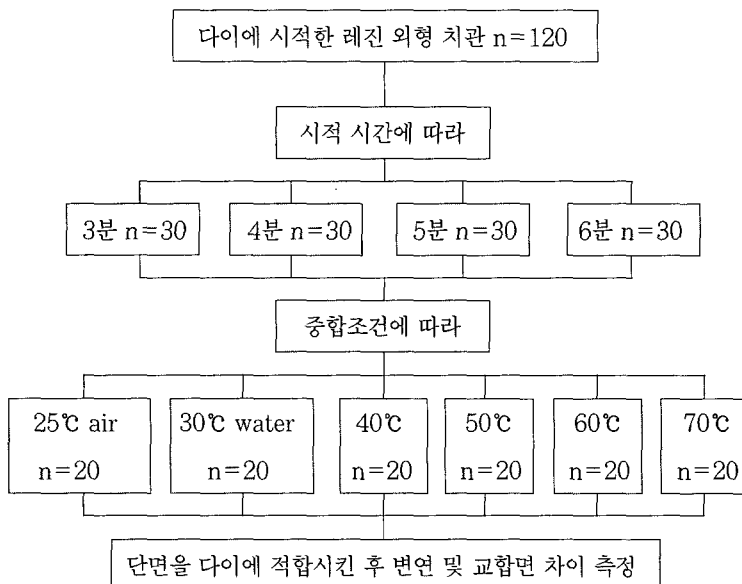
두께로 임시 수복물을 제작한 후 퍼터 인상재 (STD Firmer Set, 3M Dental Products. St. Paul., U.S.A)로 인상을 채득하였다. 이 퍼터 인상 (putty impression)에 Jet Shade Resin®을 분말 3단위에 용액 1단위의 부피비로 혼합하여 넣은 후 새로 만들어진 초경석고 다이를 적합시켜 1mm의 균일한 공간을 가진 120개의 레진 외형 치관을 제작하였다.

4. 이장 후 시적

제조자의 지시대로 분말 3단위에 용액 1단위의 부피비로 레진을 30초간 혼합한 후 미리 제작된 레진 외형 치관에 넣어 다이 (die)에 시적하였다. 초경석고 다이는 분리제로 바셀린 (petroleum jelly)를 얇게 도포하였다.

표본은 120개를 무작위로 선택하여 시적시간에 따라 4 그룹으로 나누었다 (Table I). 3분, 4분, 5분, 6분간 각각 다이에 놔둔 후 빼내어 각 그룹별로 5개씩 25℃ 공기중, 30℃, 40℃, 50℃, 60℃, 70℃의 물과 같은 조건에서 중합시켰으며 온도 조절은 항온수조 (Constant Temperature Water Bath) (JEIO co. Ltd., Seoul, Korea)를 이용하였다.

Table I. 실험 설계의 모식도



5. 시편제작 및 측정

완전 중합시킨 후 레진 치판을 회전방지용 사면 (antirotational bevel)에 수직방향으로 트리머 (Trimmer)를 이용하여 절단 후 각 절단면을 연마처리 하였다. 이 레진 치판을 초경석고 다이에 재적합시킨 후 버니어 캘리퍼스 (Mitutoyo, Japan) 하방에 위치시켜 사진을 찍었다. 그 사진을 스캐너 (Scanjet 6100C/T, HP Co. Ltd., U.S.A)로 스캐닝하고 2배 확대해서 변연 차이와 교합면 차이를 측정하였다. (Fig. 2). 변연 차이는 치축을 중심세로축으로 하여 수복물과 변연의 수직거리를 나타내며 교합면 차이는 치축을 중심세로축으로 하여 수복물과 다이 교합면의 수직거리를 나타낸다.

6. 통계분석

그룹들을 제거 시간과 중합조건의 다른 두 변수로 나누어 6×4 분할표의 형태로 나열되기 때문에 이런 경우 다른 변수의 효과를 통제한 후에 각 변수의 영향을 알기 위해서 제거 시간과 중합 조건 사이의 관계는 95%의 신뢰구간으로 이원 분산 분석법 (Two-way Analysis of Variance)으로 분석하고 Scheff' s multiple comparison test로 검정하였다.

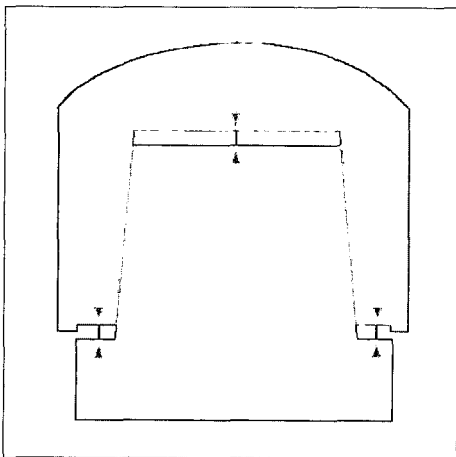


Fig. 2. 중합 후 수복물을 재위치시켜 변연적합도 측정

III. 연구 성적

시간에 따른 변연 및 교합면 차이의 양을 측정함을 Table 2와 Table 3에 나타내었다. 변연 차이 (marginal discrepancy)의 양은 3분에서 96.6 μ m, 4분에서 84.6 μ m, 5분에서 86.7 μ m, 6분에서 105.6 μ m로 나타났으며 이원 분산 분석법에서 P=0.1113으로 통계적 유의성은 없었고 6분 그룹에 비해서 4분 그룹과 5분 그룹에서 작은 값을 나타냈지만 Scheff' s 다중비교검정에서 4분 그룹과 6분 그룹 사이에 P=0.2489, 5분 그룹과 6분 그룹 사이에 P=0.3408로 통계적 유의성은 없었다. 교합면 차이 (occlusal discrepancy)의 양은 3분에서 106.7 μ m, 4분에서 89.3 μ m, 5분에서 98.6 μ m, 6분에서 127.7 μ m로 4분에서 가장 작았으며, 이원 분산 분석법에서 P=0.0125로 집단간 차이를 나타냈으며 Scheff' s 다중비교검정에서 4분 그룹이 6분 그룹에 비해 작은 값을 나타냈다 (P=0.0148).

25 $^{\circ}$ C의 공기중에서 중합된 수복물의 변연 차이는 98.2 μ m였고 교합면 차이는 124.1 μ m였다. 30 $^{\circ}$ C에서 70 $^{\circ}$ C사이의 물에서 중합시킨 결과 변연 차이는 50 $^{\circ}$ C에서 73.1 μ m로 가장 작았고 30 $^{\circ}$ C에서 100.8 μ m, 40 $^{\circ}$ C에서 96.7 μ m, 60 $^{\circ}$ C에서 101.8 μ m, 70 $^{\circ}$ C에서 89.7 μ m에서 높은 양상을 보였으며 이원 분산 분석법에서 P=0.1420으로 집단간 차이를 보이지는 않았고 50 $^{\circ}$ C 그룹이 60 $^{\circ}$ C 그룹에 비해 작은 값을 나타냈지만 Scheff' s 다중비교검정에서 P=0.3645로 통계적 유의성은 없었다. 교합면 차이에서는 50 $^{\circ}$ C에서 가장 작은 77.5 μ m였으며 30 $^{\circ}$ C에서 106.9 μ m와 40 $^{\circ}$ C에서 107.4 μ m, 60 $^{\circ}$ C에서 101.5 μ m와 70 $^{\circ}$ C에서 115.9 μ m로 높은 경향을 나타냈고, 이원 분산 분석법에서 P=0.0125로 통계적 유의성을 나타냈으며 Scheff' s 다중비교검정에서 50 $^{\circ}$ C 그룹이 25 $^{\circ}$ C 공기 중 그룹에 비해 작은 교합면 차이를 나타냈다 (P=0.0119).

중합조건이 앞의 제거 시간에 미치는 영향을 살펴 보았을 때 변연 차이에서 P=0.0501, 교합면 차이에서 P=0.0847로 시간과 중합 조건 사이에 상호 작용은 없는 것으로 나타났다. (P>0.05)

Table II. 시간과 중합조건에 따른 변연 차이(μm)

	3분	4분	5분	6분	Mean	SD
25 $^{\circ}\text{C}$ air	115.1	103.3	97.4	76.9	98.2	16.0
30 $^{\circ}\text{C}$	113.9	66.5	67.3	155.7	100.8	42.8
40 $^{\circ}\text{C}$	99.1	89.8	94.2	103.5	96.7	5.9
50 $^{\circ}\text{C}$	59.5	61.2	97.5	74.4	73.1	17.5
60 $^{\circ}\text{C}$	93.1	97.8	104.7	111.4	101.8	8.0
70 $^{\circ}\text{C}$	99.1	88.8	59.0	111.7	89.7	22.5
mean	96.6	84.6	86.7	105.6		
SD	20.2	17.0	18.8	29.6		

Table III. 시간과 중합조건에 따른 교합면 차이(μm)

	3분	4분	5분	6분	Mean	SD
25 $^{\circ}\text{C}$ air	170.6	126.9	96.1	102.9	124.1	33.7
30 $^{\circ}\text{C}$ water	103.1	72.4	85.7	166.5	106.9	41.6
40 $^{\circ}\text{C}$ water	97.8	88.9	128.5	114.3	107.4	17.6
50 $^{\circ}\text{C}$ water	75.2	56.4	90.7	87.7	77.5	15.6
60 $^{\circ}\text{C}$ water	83.0	98.6	97.3	127.2	101.5	18.5
70 $^{\circ}\text{C}$ water	110.3	92.3	93.4	167.5	115.9	35.4
Mean	106.7	89.3	98.6	127.7		
SD	33.9	24.0	15.2	33.1		

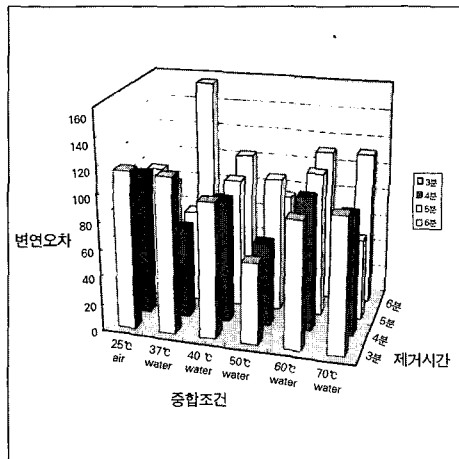


Fig. 3. 제거시간과 중합조건에 따른 변연 차이의 변화

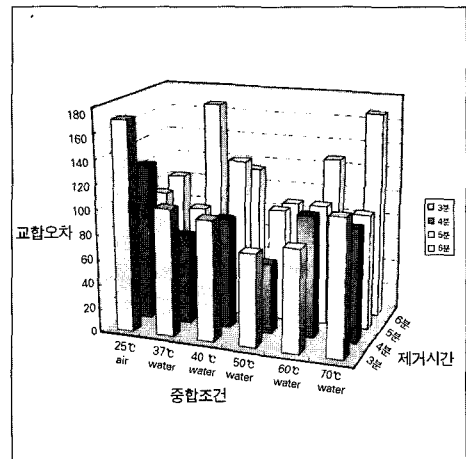


Fig. 4. 제거시간과 중합조건에 따른 교합면 차이의 변화

Table IV. 변연 차이의 이원 분산 분석 결과표

	유의수준	검정통계량	확률 (P)
중합 조건에 대한 집단간 비교	$\alpha = 0.05$	2.31	0.1420
제거 시간에 대한 집단간 비교	$\alpha = 0.05$	2.70	0.1113
중합 조건과 제거시간의 상호작용	$\alpha = 0.05$	1.77	0.0501

Table V. 교합면 차이의 이원 분산 분석 결과표

	유의수준	검정통계량	확률 (P)
중합 조건에 대한 집단간 비교	$\alpha = 0.05$	2.31	0.0438
제거 시간에 대한 집단간 비교	$\alpha = 0.05$	2.70	0.0125
중합 조건과 제거시간의 상호작용	$\alpha = 0.05$	1.77	0.0847

Table VI. 제거시간에 대한 통계표

	변연 차이	교합면 차이
4분	*	*
5분	*	* *
3분	*	* *
6분	*	*

Table VII. 중합온도에 대한 통계표

	변연 차이	교합면 차이
50℃ water	*	*
60℃ water	*	* *
30℃ water	*	* *
40℃ water	*	* *
70℃ water	*	* *
25℃ air	*	*

(같은 수직선에 위치한 변수 집단은 통계적 유의성이 없음)

IV. 총괄 및 고찰

보철 치료에서 임시 수복물의 중요성이 강조되고 있는데 임시 수복물의 역할을 살펴보면 치수를 보호하고 진정시키며 치주의 치유와 건강을 증진시킨다.^{2,3,13)} 그리고 지대치의 평행성의 평가와 상실치아의 수복에도 중요하며 지대치의 이동방지와 심미성을 제공한다. 교합원리의 확인과 발음, 수직고경, 저작 기능 등을 살펴볼 때에도 도움을 주며¹⁴⁾ 미세 누출과 화학물질에 의한 손상으로부터 치수를 보호한다. 그리고, 잠정 보철 수복물 (interim provisional restoration) 등으로 사용기간이 증가하고 있는데 미세 강도¹⁵⁾와 굴곡 탄성 단위 (flexural elastic moduli)와 균열 단위 (moduli of rupture)¹⁶⁾ 등의 물리적 성질이 중요하며, 요즘에는 물리적 성질을 강화시키기 위해 금속 구조물^{13,17)}이나 스테인레스 강철선^{18,19)}, 교

정용 밴드 재료²⁰⁾, 그리고 폴리에틸렌 (polyethylene)이나 탄소 석묵 섬유 (carbon graphite fibers)²¹⁻²³⁾ 등을 이용하기도 한다. 이런 다른 재료를 사용하는 방법 외에도 중합 조건을 변화시켜서 레진의 물리적인 성질을 향상시키는 방법도 발표되고 있는데 60℃와 80℃의 물에서 중합시킴으로써 상온의 공기중에서 중합시킨 레진보다 2배의 횡단 강도를 나타낸다고 한다.²⁴⁾

임시 수복물에서 요구되는 것은 다공성이 없는 광택이 나고 매끄러운 표면, 강도와 유지력이 적절해야 하며, 조화를 이룬 교합과 심미성이 점차 중요해지기 때문에 색조안정성²⁵⁾과 적절한 치간 공극의 형성이 중요해지게 되었다.⁴⁾ 임시 레진 수복물 재료의 색조 안정성에서 레진의 종류와 사용 기간, 그리고 착색물질 등이 중요한 역할을 하며, 차보다 커피가 착색이 잘 되었다고 보고하고 있다.²⁵⁾ 심미성을 증진

시키기 위해 아크릴릭 레진에 컴포지트 레진을 붙인 (veneer) 임시 수복물²⁶⁾도 소개되고 있고, 이 임시 수복물을 이용하여 환자의 기대정도를 파악할 수 있으며, 보철물의 재제작 가능성을 줄여 줄 수 있다.²⁷⁾ 적절하게 수복되지 않은 임시 수복물은 치태침착과 치주문제를 유도하여 치은퇴축 등이 생길 수 있으며 치수염을 유발하기도 한다.¹¹⁾

임시 수복물의 변연 적합성에 대해서는 많은 연구가 있어 왔으며, 레진의 양이나 사용된 술식, 레진의 종류와 수복물 변연의 형태 등 여러가지 조건에 의해서 영향을 받는다고 알려져 있다.^{10,28)}

임시 수복물은 레진의 종류 뿐만이 아니라 기술에 따라서도 변연 적합도에 차이가 생기는데, Crispin 등²⁹⁾은 간접적 방법이 변연의 정밀도가 더 정확하다고 보고하고 있으나 Tjan 등¹⁴⁾등은 직접적 방법으로 제작해도 변연의 적합성이 비교적 정확하였다고 보고하고 있고, Moulding 등³⁰⁾은 변연 적합도를 시험해 보기 위해 여러 방법 즉 In Situ 방법은 분무 냉각제 (air/water spray coolant)를 레진 중합시에 사용하고, Removal 방법은 초기 중합이 끝난 후 빼내어 상온의 공기중에서 중합하며, On/Off 방법은 초기 중합이 된 후 치관을 빼내어 2초간 물을 뿌린 후 다시 재적합시켰다가 5초후 다시 빼서 2초간 분무 냉각제를 중합이 끝날 때까지 반복하고, Indirect 방법은 인상을 떠서 다이를 만들고 임시수복물 제작하며, Reline 방법은 0.5mm 두께로 레진을 이장하고 Control은 제거나 냉각제 (coolant)의 사용 없이 직접 제작하는 방법을 비교 실험해 보았을 때 reline, indirect, in situ, control, removal, on/off방법의 순으로 변연적합도가 좋았다고 보고하고 있으며 Lui 등³¹⁾은 초기 중합이 끝난 후 임시 수복물을 제거해서 구강외에서 중합시키는 것이 적합도가 좋다고 보고하고 있다. 이번 실험에서는 변연적합도가 좋은 방법으로 이장하는 방법을 선택하여 1mm 두께로 레진을 침상할 수 있도록 레진 외형 치관을 제작하여 이장하였다. 그리고 변연 적합의 정확도 검사에서 운 좋게 선택된 부위의 관찰에 근거한 성급한 판단을 피하도록 360° 전체를 통해 시행하여서 변연전체를 포함하여 관찰하는 것이 좋으나 변연을 다듬는 과정에서의 오차를 피하고, 교합면 부위의 차이 (discrepancy)도 살펴봄과, 변연 부위의 차이 양상과도 비교해 보고자 시편을 사면 방향에 수직으로 절

단하여 차이 양을 측정하였다. 변연 부위의 차이 양상을 살펴보면 이번 실험에서 1mm 쇼울더 변연을 설정하였는데 쇼울더의 선각 부위가 조금 더 적합도가 떨어지는 양상을 보였다.

이번 실험에서 선택한 자가 중합형 메틸 메타크릴레이트 (Jet tooth shade[®])의 경우에 레진을 혼합하여 삭제된 치아에 3분간 적용시킨 후 각아 다듬고 재적합시킨 후 Lang Aquapres[®] pressure pot에서 완전 중합시키라고 제조사는 지시하고 있다. 일반적으로 중합시의 발열로 인한 치수 손상을 없도록 하는 한도내에서 최대한 오래 두는 것이 지지 구조에 의해 지지가 되어 중합수축량이 적게 되어 변연의 불일치가 적다고 알려지고 있다.

이번 실험의 결과를 살펴보면 변연 차이 (marginal discrepancy)의 양은 3분에서 96.6 μ m, 4분에서 84.6 μ m, 5분에서 86.7 μ m, 6분에서 105.6 μ m로 나타났으며 이원 분산 분석법에서 P=0.1113으로 통계적 유의성은 없었고, 6분 그룹에 비해서 4분 그룹과 5분 그룹에서 작은 값을 나타냈지만 Scheff's 다중비교검정에서 4분 그룹과 6분 그룹 사이에 P=0.2489, 5분 그룹과 6분 그룹 사이에 P=0.3408로 유의성은 없었다. 교합면 차이 (occlusal discrepancy)의 양은 3분에서 106.7 μ m, 4분에서 89.3 μ m, 5분에서 98.6 μ m, 6분에서 127.7 μ m로 4분에서 가장 작았고, 이원 분산 분석법에서 P=0.0125로 제거시간에 따라 교합면 차이가 있다고 할 수 있으며 Scheff's 다중비교검정에서 6분 그룹에 비해 4분 그룹이 작은 값을 나타냈다 (P=0.0148). 이 결과로 미루어보면 구강내에서 최대한의 시간동안 두었을 경우에 지지 구조물에 의해 변연 적합도가 좋아지는 것이 아니라 반죽 단계 (dough stage)를 지나 초기 중합이 끝난 후에 제거하는 것이 최종 중합이 끝난 뒤에 제거하는 것보다 변연 적합도가 좋아지는 것을 알 수 있었으며, 이것은 시간이 많이 경과된 후에는 지지 구조물에 의한 중합수축의 감소량보다 제거시에 생기는 힘과 마찰에 의한 뒤틀림의 양이 많기 때문으로 생각된다. 예비실험시에 30초, 60초, 90초, 120초, 150초 등 30초 간격으로 다이에서 레진 외형 치관을 제거하면서 변연 차이를 살펴보았는데, 이장한 레진이 반죽 단계 (dough stage)를 지나 어느 정도의 시간이 지나기 전에는 안정성이 낮아서 뒤틀림이 많이 생겨 변연 차이를 측정할 수 없었기에 3분부터 실험을 시행하

였다. 그런데 여기에서 문제점은 레진 중합시의 발열반응에 의한 치수 손상의 위험성이 있을 수 있다는 것으로, Zach 등³²⁾은 치수온도가 5.6℃ 이상 올라갔을 경우 원숭이의 15%에서 비가역적인 치수손상을 보였고 11℃ 이상 올라갔을 경우 60%에서, 16.6℃ 이상 온도가 올라갔을 경우에는 100%에서 비가역적인 치수손상을 보였다고 보고하고 있는데, 이 연구에 의하면 5.6℃가 올라가기 전에 임시 수복물을 제거해야 하지만 Castelnovo 등³³⁾에 의하면 자가 중합형 메틸 메타크릴레이트인 Jet tooth shade®의 경우 혼합 3분 후에 7.2℃가 올랐다고 보고하고 있어 4분까지 기다리게 되면 치수 손상이 의심된다. 그리고 Moulding 등³⁴⁾도 폴리메틸 메타크릴레이트 레진이 7.21℃로 가장 온도가 많이 올라갔다고 보고하고 있다. 하지만 Baldissara 등³⁵⁾에 의하면 단기간으로 보면 열이 손상의 주원인은 아니며 치수와 기능적, 생리적으로 연결되어 있는 조직인 상아질의 손상이 치수의 감압이나 피사의 주원인이라고 주장하고 있고, 발열량은 사용된 레진의 양에 비례하기 때문에 이장 (relining)에 사용된 소량의 레진에 의해 발생된 열량은 적을 것으로 생각되며, 어느 정도의 발열량이 생기는지에 대해서는 좀 더 연구가 필요하리라 생각된다. 그리고 이장 후 제거시간과 적합도와와의 관계에서 4분이 유의성 있게 작은 결과를 나타냈는데 이 실험이 In Vitro 실험이기 때문에 이 시간을 임상에 바로 적용시킬 수는 없으리라 생각되며, 이장한 후 기다리는 시간동안의 조건을 구강내와 동일하게 설정 해 주어야 좀 더 정확한 시간을 측정할 수 있으리라 생각된다. 왜냐하면 이번 실험에서는 구강외에서 이장을 시행했는데 구강내에서 시행했다면 온도와 습도의 영향으로 레진 중합 속도에 차이가 생길수 있기 때문이다.

중합조건에 따른 결과를 살펴보면 25℃의 공기중에서 중합된 수복물의 변연 차이는 98.2μm였고 교합면 차이는 124.1μm였다. 30℃에서 70℃사이의 물에서 중합시킨 결과 변연 차이는 50℃에서 73.1μm로 가장 작았고 30℃에서 100.8μm, 40℃에서 96.7μm, 60℃에서 101.8μm, 70℃에서 89.7μm에서 높은 양상을 보였으며 이원 분산 분석법에서 P=0.1420으로 집단간 차이를 보이지는 않았고, 50℃ 그룹이 60℃ 그룹에 비해 작은 값을 나타냈지만 Scheff's 다중비교검정에서 P=0.3645로 통계적 유

의성은 없었다. 교합면 차이에서는 50℃에서 가장 작은 77.5μm였으며 30℃에서 106.9μm와 40℃에서 107.4μm, 60℃에서 101.5μm와 70℃에서 115.9μm로 높은 경향을 나타냈고, 이원 분산 분석법에서 P=0.0125로 온도에 따라 교합면 차이가 있다고 할 수 있으며 Scheff's 다중비교검정에서 50℃ 그룹이 25℃ 공기중 그룹에 비해 작은 값을 나타냈다 (P=0.0119). 전체적으로 교합면 차이가 변연 차이보다 조금 더 큰 경향을 나타냈는데 이것은 레진의 두께는 같도록 만들어도 교합면 부위에 이장되는 레진의 양이 변연 부위에 이장되는 레진의 양보다 많기 때문에 중합수축이 더 많이 일어나는 것으로 생각된다. 교합면 부위와 변연 부위 모두 50℃에서 가장 작은 변연 차이를 나타내며 30℃에서 100.8μm, 40℃에서 96.7μm, 60℃에서 101.8μm, 70℃에서 89.7μm로 높은 양상을 보이는 것은 Ogawa 등¹²⁾의 연구에서 보인 30℃에서 63μm를 보이고 온도가 상승할수록 변연 차이가 커졌던 것과는 다른 결과를 보이고 있다. 온도가 상승할수록 변연 차이가 커지는 것은 단량체 용액과 중량체 분말 사이의 중합반응을 촉진시켜 보다 많은 중합이 일어나 중합수축 양이 많아지는 것으로 생각할 수 있으며, 이것은 Ogawa 등²⁴⁾이 60℃와 80℃에서 중합시킨 레진 이상온의 공기중에서 중합시킨 레진보다 2배정도의 강도와 횡단 모듈 (transverse modulus)을 나타내는 것으로 증명될 수 있다. 통계적 유의성이 교합면 차이에서는 있는 것으로 나타났고 변연 차이에서는 유의성이 없는 결과를 나타냈는데 이것은 위에서 설명한 바와 같이 레진 양의 차이에 따른 중합 수축량의 차이 때문인 것과 변연이 제거력에 의한 뒤틀림이 커서 분산 분포가 넓게 나타났기 때문인 것으로 생각된다. 중합온도가 앞의 제거 시간에 미치는 영향을 살펴 보았을 때 변연 차이에서 P=0.0501, 교합면 차이에서 P=0.0847로 시간과 중합 조건 사이에 상호작용은 없는 것으로 나타났다 (P>0.05). 하지만 90%의 신뢰 구간으로 보면 상호작용이 있다고 볼 수 있는 결과이다.

V. 결 론

쇼울더 변연 (shoulder finish line)과 4°의 기울기를 가진 소구치 (premolar)형태의 다이를 제작하여,

미리 제작된 레진 외형 치판에 이장하여 3분, 4분, 5분, 6분간 각각 다이에 놔둔 후 빼내었다. 각 그룹별로 5개씩 25℃ 공기중, 30℃, 40℃, 50℃, 60℃, 70℃의 물과 같은 조건에서 중합시켜, 중심 부위를 절단하여 변연 차이와 교합면 차이를 살펴본 결과는 다음과 같다.

1. 변연 차이 (marginal discrepancy)의 양은 3분에서 96.6 μm , 4분에서 84.6 μm , 5분에서 86.7 μm , 6분에서 105.6 μm 로 나타났으며 이원 분산 분석법에서 $P=0.1113$ 으로 통계적 유의성은 없었고 6분 그룹에 비해서 4분 그룹과 5분 그룹에서 작은 값을 나타냈지만 Scheff's 다중비교검정에서 4분 그룹과 6분 그룹 사이에 $P=0.2489$, 5분 그룹과 6분 그룹 사이에 $P=0.3408$ 로 유의성은 없었다. 교합면 차이 (occlusal discrepancy)의 양은 3분에서 106.7 μm , 4분에서 89.3 μm , 5분에서 98.6 μm , 6분에서 127.7 μm 로 4분에서 가장 작았으며, 이원 분산 분석법에서 $P=0.0125$ 로 제거시간에 따라 교합면 차이가 있다고 할 수 있으며 Scheff's 다중비교검정에서 6분 그룹에 비해 4분 그룹이 작은 값을 나타냈다 ($P=0.0148$).
2. 25℃의 공기중에서 중합된 수복물의 변연 차이는 98.2 μm 였고 교합면 차이는 124.1 μm 였다. 30℃에서 70℃사이의 물에서 중합시킨 결과 변연 차이는 50℃에서 73.1 μm 로 가장 작았고 30℃에서 100.8 μm , 40℃에서 96.7 μm , 60℃에서 101.8 μm , 70℃에서 89.7 μm 에서 높은 양상을 보였으며 이원 분산 분석법에서 $P=0.1420$ 으로 집단간 차이를 보이지는 않았고, 50℃ 그룹이 60℃ 그룹에 비해 작은 값을 나타냈지만 Scheff's 다중비교검정에서 $P=0.3645$ 로 통계적 유의성은 없었다. 교합면 차이에서는 50℃에서 가장 작은 77.5 μm 였으며 30℃에서 106.9 μm 와 40℃에서 107.4 μm , 60℃에서 101.5 μm 와 70℃에서 115.9 μm 로 높은 경향을 나타냈고, 이원 분산 분석법에서 $P=0.0125$ 로 온도에 따라 교합면 차이가 있다고 할 수 있으며 Scheff's 다중비교검정에서 50℃ 그룹이 25℃ 공기중 그룹에 비해 작은 값을 나타냈다 ($P=0.0119$).
3. 중합조건이 앞의 제거 시간에 미치는 영향을 살펴 보았을 때 변연 차이에서 $P=0.0501$, 교합면 차이에서 $P=0.0847$ 로 시간과 중합 조건 사이에

상호 작용은 없는 것으로 나타났다 ($P>0.05$).

이 실험의 결과로 중합반응 동안에 레진을 삭제된 치아에 얼마동안의 시간만큼 둘 것인가 하는 제거 시간이 임시 수복물의 변연 적합도에 영향을 미친다는 사실을 알 수 있었으며, Jet tooth shade 레진의 경우에 초기 중합이 끝난 시기인 4분동안 둔 후 빼내어 50℃의 물속에서 중합시킨 경우가 가장 변연 적합도가 좋았다.

참고문헌

1. Koumjian JH, Holmes JB.: Marginal accuracy of provisional restorative materials. *J Prosthet Dent* 1990;63(6):639-642.
2. Burgess JO, Haveman CW, Butzin C.: Evaluation of resins for provisional restorations. *Am J Dent* 1992;5(3):137-139.
3. Koumjian JH, Nimmo A.: Evaluation of fracture resistance of resins used for provisional restorations. *J Prosthet Dent* 1990;64(6):654-657.
4. Tjan AH, Castelnuovo J, Shiotsu G.: Marginal fidelity of crowns fabricated from six proprietary provisional materials. *J Prosthet Dent* 1997;77(5):482-485.
5. Kim KN.: Dental materials. 1st edition 1995;Kunja publisher:142-156.
6. Monday JJ, Blais D.: Marginal adaptation of provisional acrylic resin crowns. *J Prosthet Dent* 1985;54(2):194-197.
7. Moulding MB, Loney RW, Ritsco RG.: Marginal accuracy of indirect provisional restorations fabricated on poly(vinyl siloxane) models. *Int J Prosthodont* 1994;7(6):554-558.
8. Boberick KG, Bachstein TK.: 1998 Judson C. Hickey Scientific Writing Award. Use of a flexible cast for the indirect fabrication of provisional restorations. *J Prosthet Dent* 1999;82(1):90-93.
9. Dubois RJ, Kyriakakis P, Weiner S, Vaidyanathan TK.: Effects of occlusal

- loading and thermocycling on the marginal gaps of light-polymerized and autopolymerized resin provisional crowns. *J Prosthet Dent* 1999;82(2):161-166.
10. Ehrenberg DS, Weiner S.: Changes in marginal gap size of provisional resin crowns after occlusal loading and thermal cycling. *J Prosthet Dent* 2000;84(2):139-148.
 11. Luthardt RG, Stossel M, Hinz M, Vollandt R.: Clinical performance and periodontal outcome of temporary crowns and fixed partial dentures: A randomized clinical trial. *J Prosthet Dent* 2000;83(1):32-39.
 12. Ogawa T, Aizawa S, Tanaka M, et al.: Effect of water temperature on the fit of provisional crown margins during polymerization. *J Prosthet Dent* 1999;82(6):658-661.
 13. Galindo D, Soltys JL, Graser GN.: Long-term reinforced fixed provisional restorations. *J Prosthet Dent* 1998;79(6):698-701.
 14. Tjan AH, Grant BE.: Marginal accuracy of temporary composite crowns. *J Prosthet Dent* 1987;58(4):417-421.
 15. Diaz-Arnold AM, Dunne JT, Jones AH.: Microhardness of provisional fixed prosthodontic materials. *J Prosthet Dent* 1999;82(5):525-528.
 16. Ireland MF, Dixon DL, Breeding LC, Ramp MH.: In vitro mechanical property comparison of four resins used for fabrication of provisional fixed restorations. *J Prosthet Dent* 1998;80(2):158-162.
 17. Emtiaz S, Tarnow DP.: Processed acrylic resin provisional restoration with lingual cast metal framework. *J Prosthet Dent* 1998;79(4):484-488.
 18. Powell DB, Nicholls JI, Yuodelis RA, Strygler H.: A comparison of wire- and Kevlar-reinforced provisional restorations. *Int J Prosthodont* 1994;7(1):81-89.
 19. Liebenberg WH.: Wire-reinforced, light-cured glass ionomer-resin provisional restoration: a description of the technical procedure. *J Prosthet Dent* 1994;72(3):337-341.
 20. Hazelton LR, Brudvik JS.: A new procedure to reinforce fixed provisional restorations. *J Prosthet Dent* 1995;74(1):110-113.
 21. Larson WR, Dixon DL, Aquilino SA, Clancy JM.: The effect of carbon graphite fiber reinforcement on the strength of provisional crown and fixed partial denture resins. *J Prosthet Dent* 1991;66(6):816-820.
 22. Ramos V, Jr., Runyan DA, Christensen LC.: The effect of plasma-treated polyethylene fiber on the fracture strength of polymethyl methacrylate. *J Prosthet Dent* 1996;76(1):94-96.
 23. Samadzadeh A, Kugel G, Hurley E, Aboushala A.: Fracture strengths of provisional restorations reinforced with plasma-treated woven polyethylene fiber. *J Prosthet Dent* 1997;78(5):447-450.
 24. Ogawa T, Tanaka M, Koyano K.: Effect of water temperature during polymerization on strength of autopolymerizing resin. *J Prosthet Dent* 2000;84(2):222-224.
 25. Yannikakis SA, Zissis AJ, Polyzois GL, Caroni C.: Color stability of provisional resin restorative materials. *J Prosthet Dent* 1998;80(5):533-539.
 26. Solow RA.: Composite veneered acrylic resin provisional restorations for complete veneer crowns. *J Prosthet Dent* 1999;82(5):515-517.
 27. Rouse JS.: Facial shell temporary veneers: reducing chances for misunderstanding. *J Prosthet Dent* 1996;76(6):641-643.
 28. Robinson FB, Hovijitra S.: Marginal fit of direct temporary crowns. *J Prosthet Dent*

- 1982;47(4):390-392.
29. Crispin BJ, Watson JF, Caputo AA.: The marginal accuracy of treatment restorations: a comparative analysis. *J Prosthet Dent* 1980;44(3):283-290.
30. Moulding MB, Loney RW, Ritsco RG.: Marginal accuracy of provisional restorations fabricated by different techniques. *Int J Prosthodont* 1994;7(5):468-472.
31. Lui JL, Setcos JC, Phillips RW.: Temporary restorations: a review. *Oper Dent* 1986;11(3):103-110.
32. Zach L, Cohen G.: Pulp response to externally applied heat. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1965;19(4):515-530.
33. Castelnuovo J, Tjan AH.: Temperature rise in pulpal chamber during fabrication of provisional resinous crowns. *J Prosthet Dent* 1997;78(5):441-446.
34. Moulding MB, Teplitsky PE.: Intrapulpal temperature during direct fabrication of provisional restorations. *Int J Prosthodont* 1990;3(3):299-304.
35. Baldissara P, Catapano S, Scotti R.: Clinical and histological evaluation of thermal injury thresholds in human teeth: a preliminary study. *J Oral Rehabil* 1997;24(11):791-801.

Reprint request to:

Dr. Nam-Sik Oh

Department of Prosthodontics, College of Medicine, In-Ha University
7-206, Shinhung-dong 3Ga, Chung-gu, Incheon, Korea
E-mail: onsdo@inha.ac.kr

ABSTRACT

EFFECT OF TIME AND TEMPERATURE ON THE MARGINAL FIT OF PROVISIONAL RESIN CROWN DURING POLYMERIZATION

Seung-Hwan Youn, Nam-Sik Oh, Il-Kyu Kim, Sung-Seop Oh,
Jin-Ho Choi, Wang-Sik Kim, Young-Il Rim

Department of Prosthodontics, College of Medicine, In-Ha University

The purpose of this study was to compare the marginal fit of provisional restorations by differentiating the removal time and setting temperature during resin polymerization. After mixing autopolymerizing methyl methacrylate resin, the material was placed in a preformed resin shell crown. The crown was seated on a die with 1mm shoulder margin. Crowns were removed after 3, 4, 5, 6 minutes and polymerization was continued under the following conditions : 25°C air, 30°C, 40°C, 50°C, 60°C, 70°C water. After polymerization, the crown was sectioned. The marginal & occlusal discrepancies were measured.

The mean marginal discrepancies at 3 minutes, 4 minutes, 5 minutes and 6 minutes of removing time were 96.6 μ m, 84.6 μ m, 86.7 μ m and 105.6 μ m. The mean occlusal discrepancies at 3 minutes, 4 minutes, 5 minutes and 6 minutes of removing time were 106.7 μ m, 89.3 μ m, 98.6 μ m and 127.7 μ m. There was significant difference between 4 minutes group and 6 minutes group in occlusal discrepancies.

The mean marginal & occlusal discrepancies for crowns polymerized in 25°C air were 98.2 μ m and 124.1 μ m. The crowns polymerized in 50°C water demonstrated the smallest marginal & occlusal discrepancies. The mean value of marginal & occlusal discrepancies in 50°C water were 73.1 μ m and 77.5 μ m. These values were smaller than that of 25°C air. There were significant differences in the occlusal discrepancies between 25°C air and water conditions of 50°C water ($\alpha=0.05$) but, no significant difference in marginal discrepancies.

There was no significant difference in the interaction between time and temperature.

4 minutes waiting time & 50°C water polymerizing condition produces the best fit at the margin of the provisional crown.

Key words : Marginal discrepancy, Provisional restoration, Temperature, Time