

여러 가지 Die spacing material의 물리적 성질에 대한 연구

연세대학교 치과대학 보철학교실, 강북 삼성병원*

문홍석 · 김종진*

I. 서 론

1907년 Taggart가 lost wax technique을 통한 주조법을 개발한 이후에 보철물 제작에 획기적인 전기를 마련하게 되었다. 하지만 주조 과정을 거치면서 보철물이 완성되는 동안에 납형제작에서부터 매물 및 주조과정까지 각 단계마다 어느 정도 오차의 가능성을 내재하고 있다. 이와 같이 제작된 보철물의 이상적인 조건으로서 주조물은 구강내의 지대치 상에 정확히 장착되어야 한다. 하지만 보철물, 특히 전장판(full veneer restoration)인 경우에 완전한 장착은 영구접착제에 의한 hydraulic pressure를 비롯한 여러 가지 요소로 인하여 방해를 받게 되는데¹⁻⁵⁾ 이러한 불완전한 장착은 보철물의 영구접착 후에 교합면의 바람직하지 않은 조기 접촉이나 교합간섭이 일어나기도 하고 인접치아와 접촉의 소실이 일어나며 보철물의 유지력이 저하되고 무리한 치관 장착에 의한 수복물의 변형, 변연의 부정확한 적합과 보철물의 변연과 치아 사이의 과도한 틈새(gap)로 인한 영구접착제의 구강내 과도한 노출과 그에 따른 급속한 용해(dissolution)나 치아의 과민증상(hypersensitivity), 이차 우식증이 발생하거나 치태의 침착에 의한 치주질환의 발현을 일으킬 수 있다^{1,3,5-9)}.

이와 같은 여러 가지 부작용을 방지하기 위한 다양한 방법 등이 제시되어 왔다^{1-7,10-21)}. 즉, 치아에 구멍(hole)을 형성하여 치관 장착시에 영구접착제가 치관

의 변연을 통하여 배출되는 것보다 교합면의 hole을 통하여 빠져나가는 것이 더욱 용이하므로 치관내 영구 접착제의 두께를 최소로 하여 최적의 치관 장착이 가능하게 할 수 있다. 하지만 이러한 경우에는 hole을 다시 봉합해야 하므로 이를 위한 추가 내원이 필요하고 hole 주위로 변연누출이나 변색이 일어날 수 있다. 특히 도재 전장판인 경우에 있어서는 도재 판에 hole을 형성하는 것은 도재의 강도를 현저히 떨어뜨리는 결과를 야기하여 구강내 장착후 도재의 파절에 중요한 원인이 될 수 있다.

또한 납형(wax pattern)상에서 내면을 약간 삭제하거나(carving) 주조물의 내면을 갈아내던가(grinding), 혹은 Aqua regia 등으로 산 부식을 시켜서 내면에 완압(relief)을 얻는 경우도 있지만 이러한 방법은 부정확하며 항상 일정한 공간을 얻을 수 없다는 단점이 있으므로 현재는 거의 사용하지 않는 방법들이다³⁾.

내면의 적절한 완압을 위하여 최근에 가장 보편적으로 사용하는 방법은 die spacing이다^{3,6,7,15,22,23)}. 이러한 die spacing 방법은 접착 후 영구 접착제에 의한 보철물의 고경의 증가를 억제시키고 보철물 변연(margin)이 지대치 변연(finishing line)에 최대한 가깝게 위치될 수 있도록 하며 구강내 지대치상에 보철물의 장착 시간을 줄여서 시간의 경과에 따른 영구접착제의 점주도의 증가를 최대한 억제시킬 수 있다⁸⁾. 또한 이러한 접착제가 치관 밖으로의 배출을 용

* 본 논문은 1998학년도 연세대학교 교내연구비 지원에 의하여 이루어졌음.

이하에 해 주며 완전 접촉후 보철물의 유지력을 증가시켜준다²²⁾. 현재 die spacer로서 여러 회사의 제품을 다양하게 사용하고 있으나 이러한 die spacer에 대한 이상적인 두께와 그에 따른 보철물 장착에 대한 효과는 아직까지도 매우 다양한 견해를 나타내고 있다.

Fusayama 등¹⁰⁾은 die spacer로서 nail polish를 사용하였으며 이러한 과정을 통하여 보철물과 지대치 사이의 간격을 44 μ m까지 줄일 수 있다고 주장을 하였다. 하지만 몇 μ m 두께의 nail polish를 사용한 것에 대하여는 특별한 언급이 없었다. Hembree와 Cooper 등²⁴⁾은 여러 겹(coat)의 Tru-Fit die spacer(George Taub Co.)를 사용하였다고만 보고되었으며 이에 대한 자세한 설명은 생략하였다.

Eames 등¹²⁾은 4겹의 Tru-Fit die spacer를 사용하여 25 μ m의 두께를 이루었으며 이는 또한 지대치 사체의 경사도가 10°일 때 약 45 μ m의 보철물의 장착 오차(seating discrepancy)를, 20°일 때 33 μ m의 지대치와 보철물간의 장착오차가 발생하였다.

Campbell 등²⁵⁾은 Tru-Fit die spacer를 사용하여 2겹으로 13.3 μ m, 3겹 24.9 μ m의 두께와 4겹으로 37.5 μ m의 간격을 형성하였다. 하지만 Campagni²⁶⁾는 2겹으로 26.55 μ m와 4겹으로 58.76 μ m, 6겹으로 77.70 μ m의 두께를 측정하여 위의 연구치와 많은 차이를 보였으며 또한 die상의 측정된 위치에 따라서도 두께의 차이가 많이 나서 교두 부위보다 교합면 중앙 부위(midocclusal area)의 die spacer의 두께가 적게 측정되었다고 보고하였다. 또한 그는 Belle de St. Claire사의 die spacer도 측정하여 layer당 약 11.0 μ m의 두께를 측정하였다. 이러한 연구 결과를 토대로 Campagni는 제조회사에서 제시된 측정치와 일치하지 않는다는 것을 발표하였다.

Oliva 등¹¹⁾도 역시 stone die에서 측정한 die space의 두께의 측정치 사이에서 많은 차이를 보이고 있다고 보고하였고 이는 die 형태의 해부학적 차이점과 die spacer를 도포하는 방법상의 차이에서 주로 기인한다고 보고하였다.

Rieger 등⁶⁾은 Tru-Fit die spacer 사용시 gold-colored die spacer와 silver-colored die spacer 중에서 서로 두께의 차이가 있기 때문에 같은 수의 layer를 die 상에 도포했다고 하더라도 어느 color의 die spacer를 먼저 도포했는가에 따라서 최종 두께에서

차이가 날 수 있다는 것을 제시하였다.

이상에서와 같이 여러 임상가들은 다양한 재료를 die spacer로 사용하여 왔으며 또한 같은 die spacer라고 할지라도 실험자 사이에서 매우 다양한 값을 갖는 die spacer의 두께를 보고하였다. 이와 마찬가지로 보철물의 완전한 장착을 위하여 필요한 die spacer의 이상적인 두께 또한 연구자들 간에 완전히 일치하지는 않지만 임상적으로 추천되는 die spacer의 두께는 대체적으로 25 - 45 μ m 범주에 드는 것 같다^{2,8,10-12,25,27-31)}. 만일 높은 점주도를 갖는 최종 접착제를 사용할 경우에는 보다 충분한 공간을 갖는 것이 더욱 좋은 결과를 나타낼 수 있을 것이다. 그러나 너무 과도한 공간을 치관 내면과 지대치 사이에 부여할 경우에는 보철물의 유지력을 현저히 떨어뜨릴 가능성이 있다.

본 연구의 목적은 임상에서 흔히 사용되는 여러 가지 die spacer의 각 layer에 대한 두께를 측정하고 이의 결과를 발표된 다른 연구들과 비교 분석하는 데에 목적이 있다.

II. 연구재료 및 방법

stone die를 제작하기 위하여 얇은 판상형의 직육면체의 외형을 선택하여 putty type의 실리콘 인상재(Reprosil, Dentsply Co)로 채득한 후 형성된 판상형의 음형에 Type IV형 경석고(Silky-rock, Whip-Mix Co)를 제조회사의 지시대로 몰과 혼합하여 석고모형을 제작한다. 이러한 석고 모형을 기공용 톱을 이용하여 길이×너비×두께가 12.0×2.0×0.6cm의 막대형으로 절단하여 제작한 후 이를 연필을 이용하여 다시 12부분으로 균등하게 나누어 각 부위에 대하여 여러 다른 die spacer를 측정할 준비를 한다(Fig. 1). 임상에서 흔히 사용하는 Tru-Fit(silver and gold-colored, George Taub, Jersey City, N.J., U.S.A.), Whip Mix 제품의 die spacer(blue and gray-colored, Whip Mix, Louisville, K.Y., U.S.A.)와 Belle de St. Claire(blue-colored, Belle de St. Claire, Van Nuys, Calif., U.S.A.) 제품의 die spacer를 사용하여 각각 그 두께를 측정한다(Fig. 2).

Tru-Fit die spacer를 이용한 실험군에서는 석고 모형의 이미 나뉘어진 각 부분에 금색(gold colored)의 die spacer 1겹(coat), 은색(silver colored)의 1겹, 2

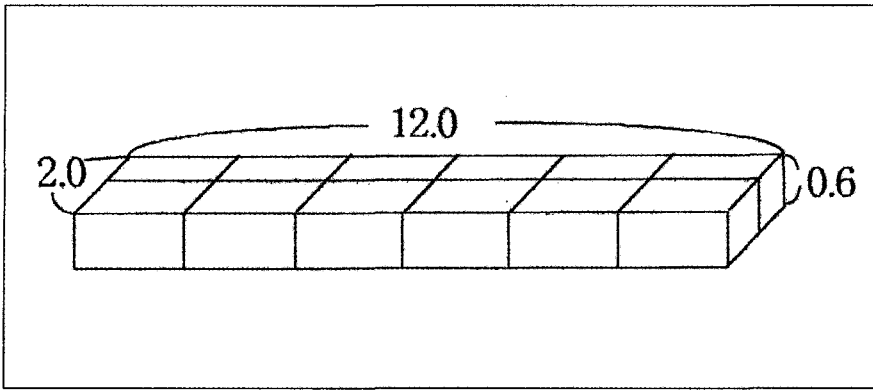


Fig. 1. Die spacer를 도포하기 위해 12부분으로 균등하게 나뉘어진 석고 모형판(stone plate)

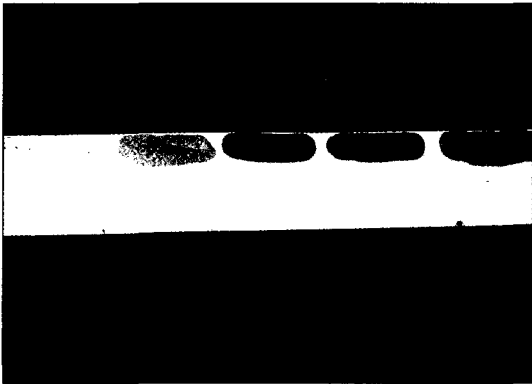


Fig. 2. 석고모형 위에 실험에 사용될 3가지의 die spacer를 도포한 모습.
좌측으로부터 Tru-Fit die spacer(silver와 gold-colored), Whip-Mix사의 die spacer(blue와 gray-colored), Belle de St. Claire사의 die spacer(blue-colored)

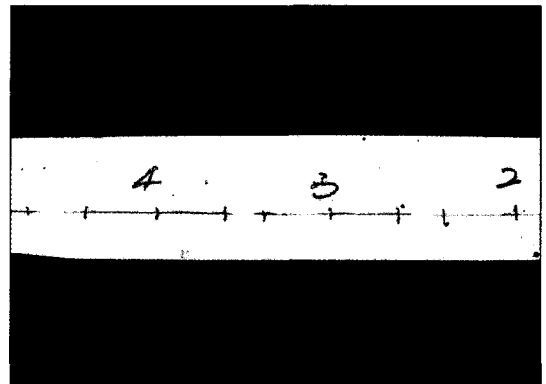


Fig. 3. 실험에 사용된 die spacer의 두께를 측정하기 위해 석고 모형의 단면을 trimming한 모습

접(G-S), 3접(G-S-G), 4접(G-S-G-S)과 5접(G-S-G-S-G)으로 차례대로 도포한다. 이 때 제조회사가 제공하는 brush를 사용하였고 2접 이상을 도포하는 경우에는 기존의 층 위에 다시 도포할 때 충분한 시간(2분)을 두고 도포하여 기존의 층이 완전히 경화한 후에 새로운 층을 도포하도록 주의를 기울였다. Whip-Mix 제품의 die spacer를 이용한 실험군에서도 같은 방법을 이용하여 1접의 blue-colored, 1접의 gray-colored, 2접(B-G), 3접(B-G-B-G), 4접(B-G-B-G)의 순서대로 도포하였다.

Belle de St. Claire 제품의 die spacer를 이용한 실

험군도 마찬가지로 방법으로 1, 2, 3, 4접의 Blue-colored die spacer를 석고 모형 상에 도포하였다. Die spacer를 도포하기 전에 용기를 약 20초간 흔들어서 용액이 균일한 농도를 유지하도록 하였다.

die spacer의 용기는 모두 ½ OZ로서 균일하였으며 한번도 사용하지 않은 die spacer를 사용하였다. 석고 모형 위에 die spacer를 도포한지 1시간 후에 Type III의 경석고를 물과 혼합하여 모형 위에 같은 두께로 덮는다. 경석고가 완전 경화된 후 기공용 톱을 이용하여 각각의 석고 모형을 절단하였으며 단면을 다시 표면이 가는 model trimmer를 이용하여

trimming 후에 모형의 단면에 나타난 die spacer의 정중앙부의 두께를 측정하였다(Fig. 3). 3명의 대학원생들이 이 실험에 참여하여 같은 조건 하에서 동시에 실험을 실시하였으며 실험자에 의하여 100 배율의 광학현미경을 이용하여 모든 측정값을 관찰하였다. 측정치는 총 810개의 표본을 측정하였다(표본수 : Tru-Fit: 324, Whip-Mix: 270, Belle de St.

Claire: 216). One way analysis of variance와 Tukey's multiple comparison 분석을 통하여 각 group 별과 재료 사이의 통계학적 유의차를 95% 신뢰도 하에서 측정을 하였다.

III. 연구성적

3종류의 die spacer의 두께를 측정한 바 각각의 평균 측정치는 다음과 같은 결과를 얻었다(Table 1, Fig. 4). 먼저 Tru-Fit die spacer의 평균 두께는 silver layer에서는 $7.37 \pm 2.30 \mu\text{m}$, gold layer에서는 $9.85 \pm 2.37 \mu\text{m}$, gold-silver의 2 layers에서는 $20.48 \pm 5.03 \mu\text{m}$, 3 layers는 $30.22 \pm 7.62 \mu\text{m}$, 4 layers는 $42.31 \pm 15.34 \mu\text{m}$ 그리고 5 layers는 $52.30 \pm 14.43 \mu\text{m}$ 의 결과를 얻었다.

Whip-Mix die spacer의 평균 두께는 blue layer에서는 $17.13 \pm 4.83 \mu\text{m}$, gray layer는 $21.28 \pm 7.18 \mu\text{m}$, 2 layers는 $35.74 \pm 7.82 \mu\text{m}$, 3 layers는 $56.73 \pm 14.78 \mu\text{m}$ 그리고 4 layers는 $71.30 \pm 13.95 \mu\text{m}$ 의 측정값을 얻었다.

Belle de St. Claire사의 die spacer의 평균 두께는 단일층은 $21.20 \pm 5.57 \mu\text{m}$, 2 layers는 $34.54 \pm 7.97 \mu\text{m}$, 그리고 3 layers는 $60.09 \pm 15.03 \mu\text{m}$, 4 layers에서는 $71.48 \pm 19.66 \mu\text{m}$ 의 측정값을 얻었다.

Tukey's multiple comparison 결과 Whip-Mix사

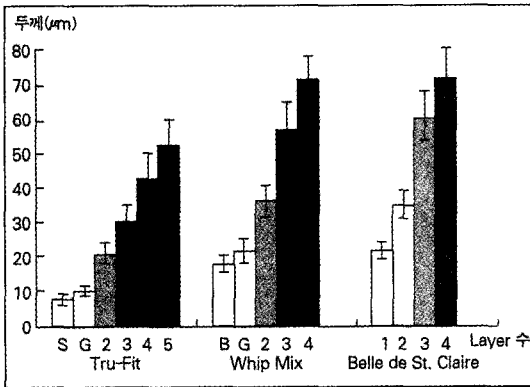


Fig. 4.

- s : silver-colored layer
- g : gold-colored layer
- b : blue-colored layer
- g : gray-colored layer

Table 1. Die spacer의 평균 두께와 표준 편차

재료	layer수	평균두께(μm)	SD
Tru-Fit die spacer	silver	7.37	2.30
	gold	9.85	2.37
	2	20.48	5.03
	3	30.22	7.62
	4	42.31	15.34
Whip-Mix die spacer	blue	17.13	4.83
	gray	21.28	7.18
	2	35.74	7.82
	3	56.73	14.78
Group III (Belle de St. Claire)	1	21.20	5.57
	2	34.54	7.97
	3	60.09	15.03
	4	71.48	19.66

- Fig. 5. 각각의 제품들 사이의 single layer에 있어서 두께에 대한 통계학적 유의차

Tukey's Studentized Range (HSD) Test

Means with the same letter are not significantly different

Tukey Grouping	Mean	N	Group
A	21.2778	54	W2
A			
A	21.2037	54	B1
B	17.1296	54	W1
C	9.8519	54	G2
C			
C	7.3704	54	G1

G1 : Tru-Fit die spacer (silver-colored)

G2 : Tru-Fit die spacer (gold-colored)

W1 : Whip-Mix die spacer (blue-colored)

W2 : Whip-Mix die spacer (gray-colored)

B1 : Belle de St. Claire die spacer (blue-colored)

의 gray layer가 가장 높은 두께의 수치를 나타냈으나 Belle de St. Claire사의 blue layer와는 통계학적으로 유의차가 없었으며 Tru-Fit die spacer의 silver layer는 가장 낮은 수치의 측정값을 보였지만 Tru-Fit die space의 gold layer와는 통계학적으로 유의차가 없었다(Fig. 5).

IV. 총괄 및 고안

Die spacing은 보철물이 구강 내의 지대치 상에 적절하게 위치시키기 위한 필수 불가결한 기공과정 중의 하나이다³⁰⁾. 비록 각 die spacing 재료들이 제조 회사가 추천하는 layer수와 이에 따른 두께를 표시하고 있지만 여러 연구에서 행한 실험 결과는 이와는 상이한 결과를 나타내기도 했다. 또한 이상적인 두께의 die spacer에 대해서도 논란이 많다. ADA spec. No 8에서는 인산아연 cement에 대한 추천하는 최대 허용치는 25 - 40 μ m이다³⁹⁾. 그러므로 이상적으로는 25 - 40 μ m의 영구접착제의 공간을 부여하기 위해서 최소한 이 정도의 die spacer의 두께가 필수적이다.

하지만 점주도가 높은 접착제 및 합착제를 사용 시에는 보다 충분한 공간을 부여해 주는 것이 바람직하다. 현재 임상에서 영구접착제로 사용되고 있는 재료의 점주도 및 film thickness는 일반적으로 만족스러운 결과를 나타내주고 있다. 대부분의 실험에서 다소 차이는 있지만 대체적으로 25 - 45 μ m 사이의 die spacer 두께를 추천하고 있는 실정이다^{2,10-12,16,25,27-31,34,35)}.

본 실험에서는 25 - 45 μ m의 범위에 들어가는 die spacer의 layer 수는 Tru-Fit die spacer에서는 3, 4 layers, Whip-Mix die spacer에서는 2 layers, Belle de St. Claire die spacer에서는 2 layers가 이 범위에 들어간다. 하지만 이 결과는 제조회사가 제시한 수치와는 다소 차이를 보이고 있는데 Tru-Fit die spacer의 권장 layers 수는 4 layers로써 이는 25 μ m의 두께를 지닌다고 발표를 하였으나 실험방법 등에 대한 것 등은 언급이 되지 않았다.

이와는 달리 Grajower 등²⁸⁾은 Tru-Fit die spacer의 1 - 4 layer까지 측정한 결과 76 μ m의 두께가 측정된 4 layers의 die spacer가 1, 2, 3 layers보다 주조

체를 die에 적합시킬 경우 최소한의 변연 오차를 이룰 수 있었다고 주장하였다. 그러므로 보철물을 장착 시에 최소한의 오차를 위해서는 70 μ m 정도의 die spacer 두께를 지녀야 한다고 주장하였고 Wilson³⁵⁾의 인산아연 cement를 이용한 실험에서도 30 μ m 이하의 장착 오차(seating discrepancy)를 위해서는 최소한 40 μ m 이상의 die spacer 두께를 가져야 한다고 발표하였다.

하지만 너무 과도한 공간의 부여는 보철물의 유지력에 오히려 좋지 않은 영향을 야기할 수 있으며 보철물의 지대치에 대한 적절한 장착을 위한 방향성(orientation)을 상실할 수 있다.

Fusayama 등¹⁰⁾은 manicure와 약 40 μ m 두께의 tin foil을 사용하여 최고 37 μ m까지의 보철물 장착의 최소오차를 실현하였으나 이러한 manicure 사용시 몇 coats를 사용했는지와 manicure를 포함하여 완압을 위한 총두께에 대해서는 언급을 하지 않았다.

Campagni 등²⁶⁾은 적절한 die spacer 두께로서 2 - 4 layer를 추천하였으나 어떠한 제품을 사용했는지와 이에 대한 최종적인 두께의 측정치는 보고하지 않았다.

Carter 등²²⁾은 Tru-Fit의 제품과 Belle de St. Claire사의 die spacer를 사용함에 있어서 재료의 구별함이 없이 2 - 3 layers의 사용을 추천하였다. 하지만 본 실험에서는 두 가지 재료의 두께가 유의성있게 차이를 보였다(2 layers에서는 20.48 \pm 5.03 μ m와 34.54 \pm 7.79 μ m, 3 layers에서는 30.22 \pm 7.62 μ m와 60.09 \pm 15.03 μ m)

Campbell²⁵⁾은 die spacer 자체로만 보철물의 제작과정중 일어나는 여러 가지 오류를 완전히 수정할 수는 없으며 따라서 die spacer 두께를 측정하는 것은 무의미하다고 주장을 하였다. 하지만 보철물의 구조상의 오차(casting error)와 같이 보철물의 제작과정 중에 일어나는 균일하지 않은 치관의 변형 등에 의한 지대치와의 binding을 방지하고³⁶⁾ 치관과 지대치 사이의 너무 긴밀한 공간으로부터 야기된 접촉제나 합착제의 hydraulic pressure의 급격한 증가에 의한 보철물 장착의 실패 등을 방지하기 위해서 최소한의 die spacer 두께는 확보를 해야하며 대다수의 실험에서 25 μ m를 최소한의 허용 두께로 인식을 하고 있다.

각 die spacer들의 평균 두께를 조사하면 앞서 제시

한 것과 같이 본 실험과 제조 회사가 제공한 자료가 어느 정도 차이를 보이듯이 여러 연구 결과들이 매우 다양하게 나타나고 있다.

Eames 등¹²⁾은 제조회사의 추천된 자료와 마찬가지로 4 layers의 Tru-Fit die spacer가 25 μ m 정도의 두께를 이루고 있다고 발표를 하였으며 이러한 완압은 구조물의 수축 변형 등에 의해서 보철물이 지대치에 잘 맞지 않음으로써 일어나는 반발 효과(rebounding effect)를 감소시키기 위한 가장 좋은 방법이라고 하였다.

Oliva 등^{11,14)}은 4 layers의 Tru-Fit die spacer를 사용하며 평균 39.8 μ m의 두께를 얻어서 Eames나 제조회사의 측정자료보다 다소 높은 수치를 발표하였으나 본 실험에서는 42.31 μ m로서 이와 유사한 결과를 얻을 수 있었다.

Campagni^{26,27)}와 Tjan 등³²⁾은 3가지의 다른 die spacer를 조사한 결과 6 layers의 aerogloss를 이용하여 20.84 - 39.12 μ m 두께를 얻었으며 Belle de St. Claire를 이용한 결과는 22.92 μ m/2 layers, 42.17 μ m/4 layers를 얻었으며 Tru-Fit die spacer는 2 layers로써 26.55 μ m와 4 layers로 58.76 μ m의 측정값을 얻을 수 있었다.

또한 이들은 서론에서 언급한 바와 같이 이러한 측정값이 제조회사의 결과와 일치되지 않는다고 보고하였다.

Rieger 등⁶⁾은 Tru-Fit의 silver color의 die spacer는 6.95 μ m/layer, gold color의 die spacer는 6.03 μ m/layer의 수치를 나타내었다. 그러므로 2가지 이상의 다른 종류를 가진 die spacer kit를 사용시 어떠한 die spacer를 주모형의 지대치 상에 먼저 적용하는가에 따라서 전체의 die spacer 두께에 영향을 미칠 수 있다. 또한 4 - 5 coats의 die spacer로서 약 23.93 - 32.95 μ m의 두께를 형성할 수 있다고 보고하였다. 이러한 결과는 본 실험결과보다 다소 낮은 수치를 보이고 있으며 silver layer가 gold layer의 두께보다 더욱 높은 것으로 나타나 상반된 결과를 보여 주고 있다.

Tylman의 교과서를 살펴보면 35 - 40 μ m 두께의 spacer를 확보하기 위해서는 3 coats의 Tru-Fit die spacer가 필요한 것으로 되어 있지만 이에 대한 자세한 정보는 나와있지 않았다.

Campbell 등²⁵⁾은 2, 3, 4 layers의 Tru-Fit die spacer

er에서 각각 13.3, 24.9, 37.5 μ m의 측정치를 얻었으며 Belle de St. Claire die spacer에서는 각각 16.0과 25.1 μ m의 측정값을 얻었으나 Passon 등은 4, 8, 12 layers의 Tru-Fit die spacer의 두께가 각각 34, 71, 100 μ m의 측정치를 나타내어 다른 실험의 측정값보다 다소 높은 수치를 나타내었다.

위의 연구들을 종합해 보면 대체적으로 stone die 상에 die spacer의 두께가 증가할수록 die 상에서 crown elevation의 수치는 낮아진다는 사실, 즉 장착 오차가 작아지는 경향을 나타내었지만 각각의 결과치들은 상이하게 나타났는데 가장 큰 이유로서는 실험 방법의 차이를 포함한 여러 가지 요소가 복합적으로 작용한 것이라고 할 수 있다.^{2,6,11,14,29,30,38} 실험 재료의 상이성과 표준화된 실험 방식의 부재, 예를 들면 치아 모형이나 재료의 차이, 지대치 삭제의 차이, 매물 및 주조과정 및 환경에 관한 요소, 접착제를 보철물의 치관 내면에 바른 후 실험용 석고 모형에 위치시킬 때까지 경과한 시간 및 die의 axial surface에서 die spacer를 변연까지 도포하는지 혹은 변연의 1mm 상방까지 도포하는지의 차이에 따라, 혹은 die에 장착 시에 어느 정도의 장착력(seating force)을 주었는가에 따라 매우 상이한 결과가 나타날 수 있다.^{22,39,40} 그러므로 향후 die spacer에 대한 연구에서는 이와 같은 변수에 대한 표준화가 필요하리라고 생각한다. 위의 증거를 뒷받침하는 연구로서 Donovan 등²⁰은 비록 single layer의 die spacer 평균 두께가 silver layer에서는 7.3 \pm 2.30 μ m와 gold layer에서는 9.85 \pm 2.37 μ m를 나타내었지만 이 두께는 편차가 아주 커서 3 coats의 Tru-Fit die spacer의 결과가 20 - 210 μ m까지 측정되었다고 보고하였다. 대부분의 일반적인 견해에도 불구하고 Rosentiel 등은 보철물을 접착시에 die spacer가 보철물의 유지력과 장착시의 오차에 미치는 영향에 대한 연구에서¹⁵ die spacer를 도포하더라도 접착제에 의하여 장착된 보철물의 장착오차는 개선되지 않았으므로 die spacer를 도포하지 않는 것이 오히려 보철물의 유지력을 감소시키지 않으면서 만족할 만한 정확성을 나타낼 수 있다고 하였다.

또한 여러 층의 die spacer를 도포할 시에도 먼저 도포한 층에 새로운 층의 die spacer를 도포할 경우, 경과한 시간에 따라서도 두께의 차이가 나타날 수 있는데 그 원인은 재료 자체의 특성 때문만이 아니

라 이전에 도포한 재료가 완전히 경화하기 전에 새로운 액상의 die spacer를 도포함으로써 기존층의 부분적인 용해가 일어날 수 있기 때문이다. 그러므로 die spacer 도포시에는 이같은 특성을 잘 이해하여 사용하는 것이 바람직하며 대체적으로 2분 정도의 시차를 두고 도포시에는 큰 문제점이 없으리라고 생각한다. 또한 재료에 따라서는 stone die에 도포시에 부분적으로 흡수가 일어날 수 있는데 이러한 현상도 전체적인 die spacer의 두께에 영향을 미칠 수 있다.

한편으로 Grajower 등²⁸은 새로 뚜껑을 열고 처음 사용하는 Tru-Fit die spacer에서 silver layer는 23 μ m의 측정치를 나타내었고 gold layer는 15 μ m를 나타내어 타 실험 수치와 많은 차이를 나타내었으며 사용한지 6개월이 지난 Tru-Fit die spacer에서는 각각 36 μ m와 29 μ m의 수치를 보였다.

Gardner와 Vermilyea 등³⁸은 처음 사용하는 3가지의 다른 die spacer와 계속 사용했던 old die spacer의 두께 차이를 비교해 본 결과 Tru-Fit die spacer가 점조도의 변화가 가장 심했으며 또한 3 layers의 Belle de St. Claire die spacer에서는 51 μ m에의 두께를 나타내었고 Tru-Fit die spacer에서는 29 μ m의 측정치가 기록되어 본 실험과 유사한 측정값을 보여 주었다. 하지만 이와는 반대로 Rieger⁶의 연구에 의하면 Tru-Fit die spacer의 gold와 silver layer에서 계속 사용한 것이라고 하더라도 모두 다 우수한 점조도를 나타낸다고 보고하였다.

위와 같이 시간이 지남에 따라서도 점조도의 변화가 나타나는 현상을 보이고 있으며 각 제품이나 여러 실험 결과에 따라서 점조도의 변화가 서로 상이한 양상을 나타내고 있다. 그러므로 향후 연구에서는 이와 같이 시간에 따른 점조도의 변화와 함께 각 제품마다의 점조도의 변화를 비교·분석하여 시간이 경과함에 따라 점조도의 변화가 적은 안정성이 있는 die spacer의 선택과 항상 적절한 두께의 die spacer 사용이 가능하도록 이루어져야 할 것이다. 또한 old die spacer의 사용시에 thinner 사용의 효과와 die hardening agent 사용에 의한 die spacer두께의 영향도 계속적인 연구가 필요하다고 생각된다.

본 실험에서는 제조업자가 제공하는 brush를 이용하여 die spacer를 도포하였는데 Oliva 등¹¹의 연구에서는 제조회사가 제공한 brush와 sable brush를 이용하여 die spacer 두께를 측정된 결과 sable brush를

사용한 것이 보다 높은 두께의 측정치를 얻었다.

Die spacer를 사용시 고려해야 할 또 다른 점은 접착된 수복물의 유지력에 대한 영향이다. 이것에 대한 연구 결과들 역시 다양하게 나타나고 있다.^{2,7,8,10,12,13,15,22,29,32)}

Die spacer는 보철물 장착시 접착제를 위한 적절한 공간을 부여하여 접착제에 의한 보철물의 변연오차를 최소한으로 줄일 수 있다고 생각되며 더욱이 이러한 완압은 보철물 제작과정에서 일어날 수 있는 여러 가지 오류를 보상해 줄 수 있으므로 보다 정확한 장착이 이루어질 수 있다. 또한 Passon 등²⁾은 최종 접착제의 두께의 정도보다는 일정한 간격의 cement thickness를 이루는 것이 보다 중요하다고 주장했으나 대부분의 실험에서나 임상에서는 주조 후 주조체 내면의 매몰재를 제거하기 위해 aluminum oxide particle로 sandblasting 과정을 거치고 또한 die spacer의 적용이 일정한 두께를 보장하지 않으므로 균일한 접착제의 두께를 얻는 것은 쉽지가 않은 일이다. 또한 비록 균일한 공간과 두께를 이루었다 할지라도 주조체 내면과 접착제 사이의 microirregularities에 의한 유지력의 영향에 대해서도 좀 더 연구가 필요하리라 생각된다.

V. 결 론

본 연구는 임상에서 흔히 사용되는 3가지의 die spacer인 Tru-Fit, Whip-Mix와 Belle de St. Claire 제품의 die spacer에 대한 평균적인 두께를 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. Tru-Fit die spacer에서의 각 layer 사이의 평균 두께는 다음과 같다.
Silver layer : $7.37 \pm 2.30 \mu\text{m}$, Gold layer : $9.85 \pm 2.37 \mu\text{m}$ 이며 임상적으로 추천할 만한 layer 수는 3 layers와 4 layers로서 각각 $30.22 \pm 7.62 \mu\text{m}$ 와 $42.31 \pm 15.34 \mu\text{m}$ 의 측정값을 나타내었다.
2. Whip-Mix die spacer에서는 각 layer의 평균 두께는 Blue layer는 $17.13 \pm 4.83 \mu\text{m}$, gray layer는 $21.28 \pm 7.18 \mu\text{m}$ 이며 임상적으로 추천할 만한 layer 수는 2 layers로서 $35.74 \pm 7.82 \mu\text{m}$ 가 측정되었다.
3. Belle de St. Claire 제품의 die spacer에서는 $21.20 \pm 5.57 \mu\text{m}$ 의 측정값을 나타내었으며 임상적

으로 추천할 만한 layer는 2 layer로서 $34.54 \pm 7.97 \mu\text{m}$ 의 측정값을 나타내었다.

4. 3가지 종류의 die spacer의 단일층에 대한 두께에서 Whip-Mix 제품의 gray layer가 가장 높은 수치를 나타내었으나 Belle de St. Claire 제품과는 통계학적으로 유의차가 없었으며 Tru-Fit die spacer의 silver layer가 가장 낮은 수치를 나타내었고 Tru-Fit die spacer의 gold layer와는 통계학적인 유의차가 없었다.
5. 제조회사에서 제공한 자료를 포함한 다른 연구들과의 비교 결과 측정치에 대한 높은 편차를 나타내었으며 die spacer 측정값의 객관적인 결과를 위해서 실험 방법과 이와 관련된 여러 가지 요소의 표준화가 요구된다.

참 고 문 헌

1. J R Gavelis, J D Morency, E D Riley et al. The effect of various finish line preparation on the marginal seal and occlusal seat of full crown preparations. J Prosthet Dent 1981;45:138-45.
2. C Passon, R H Lambert, R L Lambert et al. The effect of multiple layers of Die-spacer on crown retention. Oper Dent 1992;17:42-9.
3. R Pilo, H S Cardash, R C S Eng et al. Incomplete seating of cemented crowns: A literature review. J Prosthet Dent 1988;59:429-33.
4. Chu-Jung Wang, Philip L M, Dan Nathanson. Effects of cement, cement space, marginal design, seating aid materials, and seating force on crown cementation. J Prosthet Dent 1992;67:786-90.
5. Shahram E, Gary G. Effect of die spacers on precementation space of complete-coverage restorations. Int J Prosthodont 1997; 10:131-5.
6. M R Rieger, R A Tanquist, M O Brose et al. Measuring the thickness of a paint-on die spacer. J Prosthet Dent 1987;58:305-308.
7. D Dixon, L C Breeding, K R Lilly. Use of lut-

- ing agents with an implant system : Part II. *J Prosthet Dent* 1992;68:885-90.
8. P R Wilson. Effect of increasing cement space on cementation of artificial crowns. *J Prosthet Dent* 1994;71:560-4.
 9. Thomas H, Nasser B, Thomas B. Postcementation marginal fit of a new ceramic foil crown system. *J Prosthet Dent* 1992;68:766-70.
 10. Takao F, Kimiko I, Hiroyasu H. Relief of resistance of cement of full cast crowns. *J Prosthet Dent* 14:950106, 1964.
 11. R A Oliva, J A Lowe, M M Ozaki. Film thickness measurements of a paint-on die.
 12. Wilmer B E, Sandra J O, Jarbas M et al. Techniques to improve the seating of castings. *JADA* 1978;96:432-437.
 13. Stanley G V, Michael J K, Eugene F H. The effect of die relief agent on the retention of full coverage castings. *J Prosthet Dent* 1983;50:207-10.
 14. R A Oliva, J A Lowe. Effect of die spacer on the seating of cast restorations on composite core preparations. *J Prosthet Dent* 1987;58:29-35.
 15. Stephen F R, Anthony G G. Improving the cementation of complete cast crowns : a comparison of static and dynamic seating methods. *JADA* 1988;117:845-8.
 16. P R Wilson. Crown behavior during cementation. *J. Dent* 1992;20: 156-62.
 17. P R Wilson. Low force cementation. *J. Dent.* 1996;24:269-273.
 18. Leland-Webb E, Murray H V, Holland G A, et al. Effects of preparation relief and flow channels on seating full coverage castings during cementation. *J Prosthet Dent* 1983;49:777-80.
 19. Van Nortwick W T, Gittleman L. Effect of relief, vibration, and venting on the vertical seating of cemented crowns. *J Prosthet Dent* 1981;45:395-9.
 20. Gegauff A G, Rosenstiel S F. Reassessment of die-spacer with dynamic loading during cementation. *J. Prosthet Dent* 1989;61:655-8.
 21. Ishikiriama A, Oliveira J, Vieira D, et al. Influence of some factors on the fit of cemented crowns. *J Prosthet Dent* 1981;45:400-4.
 22. Steven Carter, Peter R. Wilson. The effect of die-spacing on crown retention. *Int J Prosthodont* 1996;9:21-9.
 23. Steven M C, Peter R W. The effect of die-spacing on post-cementation crown elevation and retention. *Australian Dental Journal* 1997;42:(3):192-8.
 24. Hembree J H, Cooper E W. Effect of die relief on retention of cast crowns and inlays. *Oper Dent* 1979;4:104-7.
 25. Stephen D Campbell. Comparison of conventional paint-on die spacers and those used with the all-ceramic restorations. *J Prosthet Dent* 1990;63: 151-5.
 26. W V Campagni, J D Preston, M H Reisbick. Measurement of paint-on die spacers used for casting relief. *J Prosthet Dent* 1982;47:606-11.
 27. W V Campagni, William W, James T M. Effect of die spacer on the seating of complete cast gold crowns with grooves. *J Prosthet Dent* 1986;55:324-8.
 28. Rafael G, Yuval Z, Israel L. Improving the fit of crowns with die spacers. *J Prosthet Dent* 1989;61:555-63.
 29. Terry D, William W, Wayne V C. Use of paint-on die spacers in preparation with grooves. *J Prosthet Dent* 1984;52:384-88.
 30. Jorgensen K D, Finger W. Die-spacing technique by diffusion precipitation. *J Dent Res* 1979;58:73-8.
 31. Tam S H, F M Gardner, Marion J E. The effect of selective die spacer placement technique on the seatability of castings. *J Prosthodont* 2:56-60.
 32. Anthony H L T, Ruben S. Comparison of internal escape channels with die spacing and

- occlusal venting. *J Prosthet Dent* 1985;53:613-7.
33. Reports of councils and bureaus. Revised American National Standards Institute/American Dental Association Specification No.8 for zinc phosphate cement. *JADA* 1978;96:121-3.
 34. Peter R W. The effect of die spacing on crown deformation and seating time. *Int J Prosthodont* 1993;6:397-401.
 35. Shane N W, Victor K. The three-dimensional effects of adjustment and cementation on crown seating. *Int J Prosthodont* 1993;6:248-54.
 36. Worley J L, Hamm R C, von Fraunhofer J A. Effects of cement on crown retention. *J Prosthet Dent* 1982;48:289-91.
 37. William F.P. Malone, David L. Koth : Tyman's theory and practice of fixed prosthodontics, Ishiyaku EuroAmerica, Inc., 8th edi, 1989:287.
 38. F M Gardner, S G Vermilyea. The variability of die-spacer film thickness. *General Dent* 502-503, 1985.
 39. M O Brose, J B Woelfel, M R Rieger et al. Internal channel vents for posterior complete crowns. *J Prosthet Dent* 1984;51:755-60.
 40. Jorgensen K D. Factors affecting the film thickness of zinc phosphate cements. *Acta Odontol Scand* 1960;18:279-490.

ABSTRACT

A STUDY ON THE PHYSICAL CHARACTERISTICS OF THE THREE COMMONLY USED DIE SPACING MATERIALS

Hong-Seok, Moon, D.D.S., M.S.D., Jong-Jin Kim*, D.D.S., M.S.

*Department of Prosthodontics, College of Dentistry, Yonsei University
Kangbuk Samsung Hospital**

As an optimal quality of the restorations, there should be a least amount of seating discrepancy between the casting and abutment teeth. However, high viscosity of the cementing medium and its resulting thickness may prevent complete seating of the restoration. The use of die spacing material provides adequate internal relief for the cementing medium. The purpose of this study is to compare the thickness of three commonly used die spacing materials.

Materials and Methods: Stone plates were fabricated and divided into 12 sections to be painted with die spacers. Tru-Fit, Whip-Mix and Belle de St. Claire die spacer which are commonly used in dental practice were tested in this study. Each die spacers were painted layer by layer according to the manufacturer's recommendation. The average thickness of each die spacers were measured with light microscope ($\times 100$) and compared between them. **Results and Conclusions:** A silver-colored Tru-Fit die spacer has the lowest value of thickness without statistical significance comparing with a gold-colored Tru-Fit die spacer and a gray layer of Whip-Mix die spacer has the highest value of thickness without any statistical significance comparing with Belle de St. Claire die spacer. Three and four layers of Tru-Fit die spacer and two layers of Whip-Mix and Belle de St. Claire die spacers seem to be in the acceptable range of thickness of 25 to 45 μ m for optimal seating of the restorations. The standard experimental design and method should be further evaluated for more consistent and objective results.

Key words : Die spacer, Die spacing material, internal relief, seating discrepancy