

사진 주사(走査)를 이용한 치과용 모형재의 정확도에 관한 연구

단국대학교 치과대학 보철학교실

양성욱, 임주환, 조인호

I. 서론

주조체를 이용한 치과 수복을 위해 사용되는 간접법에서, 치과 모형재는 가능한한 정확하고 재현성이 뛰어나야 한다^(23, 38).

치과용 모형재의 주된 단점들은 첫째, 제한된 미세 재현 능력, 둘째, 부족한 강도, 셋째, 마모에 의한 변화를 들 수 있다^(2, 33).

현재 치과용으로 사용되는 모형재들중 치과용 경석고(Type IV)는 조작이 쉽고, 가격이 저렴하며 탄성인상재에 적합하므로 널리 사용되고 있으며⁽¹⁷⁾ 최근에는 치과용 모형재의 에폭시 레진 모형재에 대한 관심이 증가되고 있다⁽¹⁸⁾.

이론적으로 모든 석고(반수 석고 : calcium sulfate hemihydrate)는 경화되는 과정에서 체적상 수축되어야 하지만 석고 결정의 반응(thrusting action)에 의해 실제적으로 0.2-0.4%의 선 팽창률을 보인다⁽³⁾. 에폭시 레진 모형재는 paste에 활성제를 혼합하여 사용하며 뛰어난 미세 재현 능력이 있고 경화시 24시간 동안 0.1%의 수축이 일어나며 초경석고 모형재에 비하여 마모에 대한 저항이 크고 강하다⁽⁴⁾. Gettle-man과 Ryge⁽⁹⁾, Toreskog등⁽³³⁾은 에폭시 레진 다이가 중합수축을 일으킨다고 하였으며, Mo-ser등⁽¹⁸⁾은 완전 금관과 3/4 crown, MOD inlay 제작시 이 레진 다이를 사용하면 우수한 적합도를 보인다고 하였다. 그러나

Nomura등⁽²²⁾은 레진 다이에 대한 이전의 연구들을 주관적인 평가라고 보고 레진 다이가 임상에서 성공적으로 사용되므로 정확한 임상적 관련성은 불분명하다고 주장하였다. 최근까지 여러 가지 모형재의 정확성에 관한 문헌들은 모호한 결과가 많으며 보철물의 주조과정에서 일어나는 불가피한 부정확성들에 대한 모형재의 정확도가 미치는 영향을 판단할 수 있는 기준이 불명확한 실정이고⁽⁴²⁾ 제조사에 따라 재료의 정확도는 달라질 수가 있기 때문에^(16, 38)이 연구에서는 현재 임상적으로 널리 사용되고 있는 모형재들을 선택하여 금속 주모형과 비교, 오차의 정도를 분석하여 각 재료를 임상에서 사용할 때 최종 보철물에 미치는 영향을 평가하기 위해 시행 하였다.

II. 실험 재료 및 방법

1. 실험재료

본 실험에서는 다음의 3가지 초경석고 모형재와 1가지 에폭시 레진 모형재를 사용하였다.

2. 금속 주모형 제작

모형재의 오차를 평가하기 위하여 금속 주모형을 선반 가공 제작하였다. Kaiser와 Nicholls⁽¹³⁾, Linke와 Nicholls⁽¹⁴⁾가 고안한 방법에 따라 악궁 형태에 맞도

Table 1. Experimental Materials

Materials	Manufacturer
Die Keen [®]	Columbus Dental Products (St. Louis, Mo., U.S.A.)
Suprastone [®]	Kerr (Romulus, Mi., U.S.A.)
Fujirock [®]	GC (Tokyo, Japan)
Epoxy Die [®]	Ivoclar (Liechtenstein)

록 5개의 지대치를 좌우 대구치부와 좌우 소구치부 그리고 전치부에 위치시켰으며(Fig. 1), 인상용 트레이가 정확한 수직적 위치를 재현시킬 수 있도록 3개의 봉을 위치시켰다(Fig. 2). 일정 위치에서 인상 채득을 위해 에크릴 판(10.5 X 10.5mm)에 3개의 봉에 일치하는 구멍을 형성하고 인상용 트레이를 부착시켰다.

3. Clear Resin Spacer제작

일정한 두께의 인상채득을 위해 flasking 과정을 통해서 clear resin으로 2 mm 두께의 spacer를 제작하였다(Fig. 3).

4. 인상채득

금속 주모형 상에 clear resin spacer를 위치시키고 Silascon[®](Dow Corning, U.S.A.) putty의 base 와 catalyst를 동량 혼합하여 putty 인상채득후 injection type을 제조회사의 지시대로 혼합하여 인상을 채득하였다. 인상재가 경화될 때까지 제조회사에서 지시한 구강내 경화시간(2분 30초)보다 1분 더 경과한 뒤에 금속 주모형에서 제거하였다. 각 모형재 당 10개 씩의 인상을 채득하였다.

5. 모형재 주입

부가중합형 실리콘 인상재는 반응시 수소가스가 발생하므로 인상채득 30분 후에 모형재를 주입하였다. 초경석고 모형재들은 혼수비 0.2로 60초동안 vacuum mixer[®](J. Morita Co., Tokyo, Japan)로 혼합하여 주입하였고 경화된 모형재는 1시간 후 제거

하였다. Epoxy die는 epoxy material 25ml에 제조 회사의 지시에 따라 활성제를 4 graduation marks를 혼합하고 희석제를 50방울 첨가하였으며 3시간후 인상체에서 제거하였다.

6. 사진 촬영

사진 주사를 시행하기 위해 금속 주모형과 각 모형들을 사진촬영하였다. 우선 금속 주모형을 사진촬영후 각 지대치 교합면과 카메라(Nikon F-801, Japan) 렌즈와의 거리를 측정후(29.5mm), 각 모형을 일정한 위치와 거리에서 사진촬영을 하기 위해 2개의 에크릴판(15X15mm)을 4개의 기둥으로 연결하여 거리유지 장치로 제작하였다(Fig. 4). 일정한 두께의 Base로 제작하여 3개의 에크릴판을 고정시켜 시편들이 일정한 위치에 위치되도록 하였다(Fig. 5). 사진 촬영후 현상된 사진은 스캐너(GT-6500[®], Epson Co., Japan)를 이용하여 사진 주사하였다. 사진 주사는 Adobe Photoshop[®](Adobe System Inc., U.S.A.)을 이용하였다.

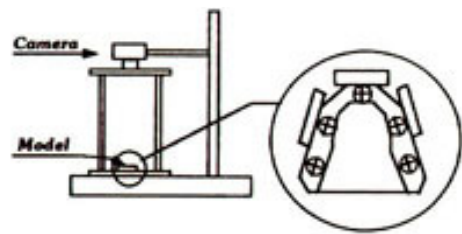


Figure 5. Schematic drawing of photo-taking method of specimen

7. 측정

측정을 위해 Adobe Photoshop®의 information 기능을 이용하여 1/100mm 단위까지 측정하였다. 측정의 표준화를 위하여 한 사람이 측정하여 오차를 줄였다. 지대치간 거리의 측정은 지대치 A, B, C, D, E에 있어서 A-B, A-C, A-D, A-E, B-C, B-D간의 거리를 측정하였으며(Fig. 6), 각 모형재의 시편을 5회씩 반복 측정하였다. 측정방법은 주사된 모형재 사진을 컴퓨터 모니터상에 추력, 확대하여 지대치 교합면 상 십자표차점에 마우스를 클릭한 후 대응하는 지대치의 교차점 상에까지 이동시켜 이것을 X와 Y축거리 절대값을 기록하였으며 피타고라스 정리를 이용하여 지대치 교차점간의 거리를 계산하였다(Fig. 7). 금속 주모형의 측정값을 기준으로 하여 각 측정치를 실제 모형상의 수치로 환산하였다.

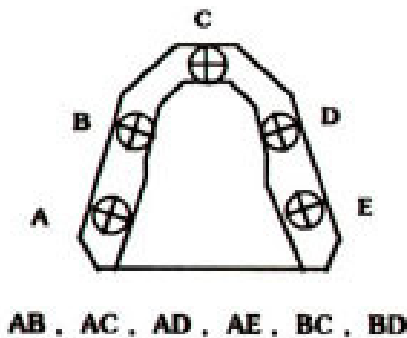


Figure 6. Schematic drawing of measuring sites

8. 통계 처리

각 측정 부위에서 금속 주모형과 모형재 측정치간의 차이를 Windows용 SPSS Version 5.02(SPSS Inc., U.S.A.)로 K-S test를 시행하여 정규 분포를 검사하였고 ANOVA test, One-way ANOVA test, Student-Newman-Keul Multiple Range test로 통계처리하였다.

III. 실험 결과

1. 부위별 재료의 오차비교

각 부위에서 금속 주모형과 시편간의 평균오차를 비교한 결과 다음의 표와 그래프와 같이 나타났다.

모형재 시편과 금속 주모형의 각부위별 측정치 오차

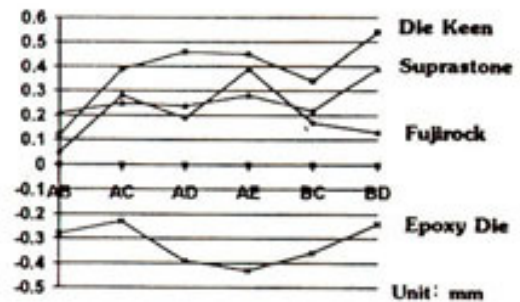


Figure 8. Graph representing discrepancies between metal mold and specimens in each site

Table 2. Mean and Standard Deviation for overall discrepancies between metal mold and specimens in each site(Unit ; mm)

(Unit : mm)

	Fujirock [®]	Suprastone [®]	Epoxy Die [®]	Die Keen [®]
A-B	0.05 ± 0.04	0.21 ± 0.13	0.28 ± 0.10	0.12 ± 0.11
A-C	0.28 ± 0.16	0.25 ± 0.28	0.23 ± 0.18	0.39 ± 0.26
A-D	0.19 ± 0.12	0.24 ± 0.34	0.39 ± 0.20	0.46 ± 0.32
A-E	0.39 ± 0.41	0.28 ± 0.23	0.43 ± 0.15	0.45 ± 0.26
B-C	0.17 ± 0.11	0.22 ± 0.10	0.36 ± 0.09	0.34 ± 0.13
B-D	0.13 ± 0.07	0.38 ± 0.20	0.26 ± 0.13	0.54 ± 0.27

에 대해 재료와 측정부위가 미치는 상호 작용을 검증하기 위한 ANOVA test 결과는 Table 3와 같다.

각 모형재에서 지대치 A, B, C, D, E의 A-B, A-C, A-C, A-D, A-E, B-C, B-D간 거리를 측정하여 금속 주모형과 오차를 비교한 결과 Fujirock[®]이 0.20±0.12mm 로 가장 작았고, Supra-stone[®] 0.26±0.27mm, Epoxy Die[®] 0.32±0.18mm, Die Keen[®] 0.38±0.27mm의 순으로 오차의 크기가 증가하였으며, Fujirock[®]과 Epoxy Die[®], Die Keen[®]간에 유의차가 있었다(p<0.05). 재료에 따른 각 모형재와 금속 주모형과의 오차에 대한 One-way ANOVA test와 Multiple Range test 결과는 Table 4,5와 같다.

모형재 각 부위 A-B, A-C, A-D, A-E, B-C, B-D 들갈에서는 편측 최소 측정치인 A-B(0.16±0.13mm)와 A-D(0.32±0.27mm), B-D(0.33±0.31mm), A-E(0.39±0.27mm)간에 유의차가 있었다. 부위에 따른 모형재와 금속 주모형의 오차에 대한

one-way ANOVA test와 multiple range test 결과는 Table 6,7와 같다.

각 부위에 따른 모형재들간의 오차는 A-B, B-C, B-D에서 유의성을 나타냈으며(p<0.05), A-B에서 Fujirock[®]이 0.05±0.04mm 로 가장 작고 Die Keen[®] 0.12±0.11mm, Suprastone[®], 0.21±0.13mm, Epoxy Die[®] 0.28±0.10mm순으로 증가하였으며 Fujirock[®]과 Suprastone[®], Epoxy Die[®]간에 유의차가 있었다(p<0.05). B-C에서 Fujirock[®]이 0.17±0.11mm로 가장 작고 Supra-stone[®] 0.22±0.10mm, Die Keen[®] 0.34±0.13mm, Epoxy Die[®] 0.36±0.09mm의 순으로 증가하였으며 Fujirock[®]과 Die Keen[®]간에 유의차가 있었다(p<0.05).

금속 주모형에 대한 각 모형재 오차의 부위별 one-way ANOVA test와 multiple range test 결과는 Table 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16과 같다.

Table 3. Results of ANOVA test

Source of Variation	Sum of Squares	DF	Mean Square	F	Sig of F
Main Effect	2.157	8	.270	5.343	.000
Material	1.057	3	.352	9.983	.015
Site	1.118	5	.224	4.430	.001
2-way Interactions	1.204	15	.080	1.590	.078
Material, Site					

Table 4. Results of One-way ANOVA test for Discrepancies according to Materials

Source	D.F.	Sum of Squares	Mean Squares	F Ratio	F Prob.
Between Groups	5	1.0450	.3483	6.2128	.0004
Within Groups	235	13.1762	.0561		
Total	238	14.2212			

Table 5. Mean(M), Standard Deviation(SD) and Results of Multiple Range Test for Discrepancies according to Materials(Student-Newman-Keul test)

M ± SD	Fujirock [®] 0.20 ± 0.12	Suprastone [®] 0.26 ± 0.27	Epoxy Die [®] 0.32 ± 0.18	Die Keen [®] 0.38 ± 0.27
Fujirock [®]				
Suprastone [®]				
Epoxy Die [®]	*			
Die Keen [®]	*	*		

* Denotes pair of groups significantly different at the 0.05 level

Table 6. Results of One-way ANOVA test for Discrepancies according to Measuring Sites

source	D.F.	Sum of Squares	Mean Squares	F Ratio	F Prob.
Between Groups	5	1.1324	.2265	4.0383	.0016
Within Groups	234	13.1238	.0561		
Total	239	14.2563			

Table 7. Mean(M), Standard Deviation(SD) and Results of Multiple Range Test for Discrepancies according to Materials Sites(Student-Newman-Keul test)

	AB (M ± SD) 0.16 ± 0.13	BC (M ± SD) 0.27 ± 0.16	AC (M ± SD) 0.29 ± 0.23	AD (M ± SD) 0.32 ± 0.27	BD (M ± SD) 0.33 ± 0.31	AE (M ± SD) 0.39 ± 0.27
AB						
BC						
AC						
AD	*					
BD	*					
AE	*					

* Denotes pair of groups significantly different at the 0.05 level

Table 8. Results of One-way ANOVA test for Discrepancies according to Measuring Site A-B

source	D.F.	Sum of Squares	Mean Squares	F Ratio	F Prob.
Between Groups	3	.2876	.0959	9.2786	.0001
Within Groups	36	.3719	.0103		
Total	39	.6595			

Table 9. Results of Multiple Range Test(Measuring Site A-B)

M ± SD	Fujirock ⁰⁰ 0.05 ± 0.04	Die Keen ⁰⁰ 0.12 ± 0.11	Suprastone ⁰⁰ 0.21 ± 0.13	Epoxy Die ⁰⁰ 0.28 ± 0.10
Fujirock ⁰⁰				
Die Keen ⁰⁰				
Suprastone ⁰⁰	*			
Epoxy Die ⁰⁰	*	*		

* Denotes pair of groups significantly different at the 0.05 level

Table 10. Results of One-way ANOVA test for Discrepancies according to Measuring Site A-C

source	D.F.	Sum of Squares	Mean Squares	F Ratio	F Prob.
Between Groups	3	.1541	.0514	.9879	.4094
Within Groups	36	1.8725	.0520		
Total	39	2.0266			

Table 11. Results of One-way ANOVA test for Discrepancies according to Measuring Site A-D

source	D.F.	Sum of Squares	Mean Squares	F Ratio	F Prob.
Between Groups	3	.4570	.1523	2.2681	.0972
Within Groups	36	2.4181	.0672		
Total	39	2.8751			

Table 12. Results of One-way ANOVA test for Discrepancies according to Measuring Site A-E

source	D.F.	Sum of Squares	Mean Squares	F Ratio	F Prob.
Between Groups	3	.1769	.0590	.7491	.5303
Within Groups	35	2.7554	.0787		
Total	38	2.9323			

Table 13. Results of One-way ANOVA test for Discrepancies according to Measuring Site B-C

source	D.F.	Sum of Squares	Mean Squares	F Ratio	F Prob.
Between Groups	3	.2506	.0835	4.2820	.0170
Within Groups	36	.7024	.0195		
Total	39	.9530			

Table 14. Results of Multiple Range Test(Measuring Site B-C)

M ± SD	Fujirock [®] 0.17 ± 0.11	Suprastone [®] 0.22 ± 0.10	Die Keen [®] 0.34 ± 0.13	Suprastone [®] 0.36 ± 0.09
Fujirock [®]				
Suprastone [®]				
Die Keen [®]	*			
Epoxy Die [®]	*			

* Denotes pair of groups significantly different at the 0.05 level

Table 15. Results of One-way ANOVA test for Discrepancies according to Measuring Site B-D

source	D.F.	Sum of Squares	Mean Squares	F Ratio	F Prob.
Between Groups	3	.9395	.3132	4.1312	.0129
Within Groups	36	2.7292	.0758		
Total	39	3.6687			

Table 16. Results of Multiple Range Test(Measuring Site B-D)

M ± SD	Fujirock ⁽⁸⁾ 0.13 ± 0.07	Epoxy Die ⁽¹⁰⁾ 0.26 ± 0.13	Suprastone ⁽⁹⁾ 0.38 ± 0.20	Die Keen ⁽⁹⁾ 0.54 ± 0.27
Fujirock ⁽⁸⁾				
Epoxy Die ⁽¹⁰⁾				
Suprastone ⁽⁹⁾				
Die Keen ⁽⁹⁾	*			

* Denotes pair of groups significantly different at the 0.05 level

IV. 총괄 및 고안

치과 모형재는 치과 치료에서 사용되는 다른 재료에 비하여 매우 적절히 적용되어지는 재료이다⁽⁸⁾. 치과 보철치료시 이러한 모형재는 기공작업을 가능하게 하며 정확한 최종 보철물의 제작을 가능하게 하며 정확한 최종 보철물의 제작을 위해 환자가 구강내 해부학적인 구조물들을 정확히 재현하는 것이 가장 중요한 요구사항 중 하나이다. 그러나 모든 모형재는 경화시 어느 정도의 체적 변화와 뒤틀림(distortion)을 일으키며 이들 재료의 특성 연구시 선택들을 완전하게 만족할 만큼 정확한 재료는 없다고 하였다^(16, 18, 21, 33). Hollenback과 Smith⁽¹²⁾는 다이용 모형재가 평균 0.1%의 경화 팽창을 일으킨다고 하였으며 Myers와 Hembree⁽²⁰⁾, Dilts등⁽⁵⁾은 이러한 경화 팽창이 보철물 기공시 다이의 정확성에 영향을 주며 다이의 위치를 이동시킨다고 하였다. ADA Specification No.25⁽⁶⁾에 따르면 치과용 모형재는 0.2%의 팽창이 발생할 수 있으며, 다이의 변위에 상당한 영향을 줄 수 있다고 하였다. Finger⁽⁸⁾는 초경석고 다이 모형재의 경우 이러한 경화 팽창을 막기 위한 노력으로 부가적인 촉진제(potassium sulfate)나 지연제(borax)를 이용하여 평균 경화 팽창을 0.01%까지 낮출 수 있다고 보고하였다. Skin-ner와 Pomes⁽³¹⁾는 변형이 없는 모형을 위해 치아와 인접 연조직에 1차로 모형재를 주입하여 경화시킨 후 base를 2차로 제작하는 doublepour

technique에 대해 설명하였다. 그러나 이러한 변형은 제조회사에 따라 다른 양상을 보이며^(16, 38), 특히 혼수비는 석고 모형재의 물성에 결정적인 영향을 미치며 수화(hydration)에 요구되는 양보다 과다한 양의 물은 경화후 모형재가 다공성이 되는 원인이 된다고 알려져 있다⁽¹⁾. Toreskog등⁽³³⁾은 에폭시 다이 모형재가 0.1-0.2%의 선상 수축을 중합시에 일으킨다고 하였고 Schwartz등⁽²⁹⁾과, Price등⁽²⁵⁾, Vermilyea등⁽³⁴⁾은 에폭시 다이 모형재의 부정확도에 대해 보고 하였다. 또한 에폭시 다이 모형재의 주입시 흐름성을 좋게 하기위한 희석제(diluting agent)는 물리적 성질을 변화시킬 수 있다. 따라서 본 실험에서는 최상의 기공 작업 요건을 충족시키는 상황에서의 시편을 제작하기 위해 현재 가장 많이 사용되는 초경석고 모형재와 에폭시 다이 모형재를 선택하여 제조사의 지시에 따라 정확한 혼수비와 혼합비로 혼합하였으며 초경석고 모형재의 경우 균일한 혼합을 위해 진공혼합을 시행하여 시편을 제작하였다⁽²³⁾.

본 실험에서 정확도에 영향을 줄 수 있는 인상채득에 의한 변형들 즉 인상재의 두께, 인상채득 방법, 트레이 제거시의 변형 등^(7, 28, 29, 39)을 고려하여 clear resin spacer를 flasking과정을 통하여 제작하였고, 금속 주모형 주위로 3개의 post를 제작하여 인상체 제거시 측방응력을 최소화 시키도록 하였다⁽¹⁰⁾.

금속 주모형과 각 시편의 측정을 위해 일정한 위치에서 사진촬영후 컴퓨터를 이용한 사진주사를 시행하

였다. 사진 주사시 사용되는 스캐너는 사진 등의 이미지나 문서를 컴퓨터로 입력시키는 입력 장치의 하나이다. 아날로그 방식의 이미지는 주사(scanning) 과정을 거쳐야 컴퓨터에서 다룰 수 있는 디지털 이미지로 변환된다. 스캐너는 주사의 방법과 외관의 차이에 따라 여러 종류로 분류되지만 이중 플랫 베드 스캐너, 슬라이드 스캐너, 드럼 스캐너 등이 많이 사용되면 일반적으로는 본 실험에서 사용한 플랫 베드 스캐너가 가장 많이 이용된다. 플랫 베드 스캐너는 주사되는 대상체를 투과한 빛(혹은 반사된 빛)이 필터를 통하여 CCD(charge-coupled device)를 자극함으로써 주사 작업을 수행한다⁽⁴¹⁾.

사진 주사와 측정에 이용한 Adobe Photo-shop[®]은 1990년 2월 Adobe system사이에 매킨토시용으로 처음 시판되어 현재 가장 좋은 평가를 받고 있는 이미지 프로세싱 프로그램이다. Adobe Photoshop[®]의 기능 중 Line Tool Option을 이용하여 시작점과 끝점을 지정하면 X축과 Y축 길이, 각도 등을 알 수 있으며 것으로 사물의 길이를 여러 가지 단위로 환산하여 측정할 수 있다. 이러한 측정 방법의 장점은 시편의 상을 원하는 부위에서 확대할 수 있으며, 상의 확대에 관계 없이 일정한 실측치를 얻을 수 있고 측정시 재현성이 높으며 간편하다는 것을 들 수 있다.

금속 주모형과 모형재 측정치간의 차이에서 Fujirock[®]은 Die Keen[®]과 통계적으로 유의성 있는 차이를 보였는데(p<0.05), Millstein⁽¹⁷⁾의 최근 연구에서도 이들 두 재료는 현저한 차이를 보이고 있다. 부위에 따른 결과에서 편측 최소 측정치인 A-B와 A-D, A-E, B-D부위가 유의성 있는 차이를 보였으며, 다른 측정 부위보다 평균적으로 큰 측정치를 보이는 A-C, A-D, A-E부위에서 각 재료에 따른 유의차가 없는 것은 인상재의 경우와 마찬가지로 재료의 용적이 커지면서 정확도가 변화하는 이유 때문인 것으로 사료된다^(11, 27).

1996년 Toreskog⁽³³⁾의 발표이후 현재까지 에폭시 모형재는 수축된다고 보고되었다^(9, 18, 22, 29, 34, 37). Nomura⁽²²⁾은 에폭시 레진 다이로 제작한 완전 금관은 수축되지만 MOD 인레이는 정확하다고 보고하였고, Moser⁽⁴⁸⁾은 이러한 에폭시 레진 다이 모형재가

수축이 되지만 통상의 치과 기공 작업에서 성공적으로 사용될 수 있다고 한 반면 Vermilyea⁽³⁴⁾은 마모에 대한 저항성이 초경석고 모형보다 뛰어나다고는 하지만 긴 경화시간과 중합 수축 및 몇 가지 인상재와 호환되지 않는다는 단점 때문에 에폭시 레진 모형재를 임상적으로 적절하지 못한 재료로 보고하였다. 본 실험에서 초경석고 모형재들은 모든 측정부위에서 팽창되는 양상을 보였으며 Epoxy Die[®]는 모든 측정 부위에서 평균적으로 수축된 양상을 보였다. 이러한 오차를 고려하여 각 재료에 따른 매몰과 주조시 방법을 조정하는 것을 고려하여야 하며, 더 정확한 최종 보철물의 제작을 위해 모형재에 대한 재료 학적인 측면에서의 연구가 이루어져야 한다고 사료된다.

V. 결론

치과용 모형재는 거의 모든 치과 보철 수복과정에 사용되는 필수적인 재료이며 구강내 해부학적 구조를 정확하게 재현하는 것이 가장 중요한 요구조건의 하나이다. 따라서 본 연구에서는 악궁 형태에 맞도록 금속 주모형에 5개의 지대치 A, B, C, D, E를 제작하여 각 모형재 4가지로 시편을 제작 A-B, A-C, A-D, A-E, B-C, B-D부위를 사진 주사를 이용하여 측정, 금속 주모형과의 오차를 조사하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 각 모형재에서 지대치 A, B, C, D, E의 A-B, A-C, A-D, A-E, B-C, B-D간 거리를 측정하여 금속 주모형과의 오차를 비교한 결과 Fujirock[®]이 $0.20 \pm 0.12\text{mm}$ 로 가장 작았고, Suprastone[®] $0.26 \pm 0.17\text{mm}$, Epoxy Die[®] $0.32 \pm 0.18\text{mm}$, Die Keen[®] $0.38 \pm 0.27\text{mm}$ 의 순으로 오차의 크기가 증가하였으며, Fujirock[®]과 Epoxy Die[®], Die Keen[®]간에 유의차가 있었다(p<0.05).
2. 각 측정 부위에서 금속 주모형과 모형재 측정치간의 차이는 편측 최소 측정치인 A-B와 Cross-arch 측정치인 A-D, B-D, A-E 부위

간에 유의차가 있었다($p < 0.05$).

3. A-B 부위에서 금속 주모형과 모형재 측정치간의 차이는 Fujirock[®]이 $0.05 \pm 0.04\text{mm}$ 로 가장 작았고 Die Keen[®] $0.12 \pm 0.11\text{mm}$, Suprastone[®] $0.21 \pm 0.13\text{mm}$, Epoxy Die[®] 간에 유의차가 있었다($p < 0.05$).
4. B-C 부위에서 금속 주모형과 모형재 측정치간의 차이는 Fujirock[®]이 $0.17 \pm 0.11\text{mm}$ 로 가장 작았고 Suprastone[®] $0.22 \pm 0.10\text{mm}$, Die Keen[®] $0.34 \pm 0.23\text{mm}$, Epoxy Die[®] 간에 유의차가 있었다($p < 0.05$).
5. B-D 부위에서 금속 주모형과 모형재 측정치간의 차이는 Fujirock[®]이 $0.13 \pm 0.07\text{mm}$ 로 가장 작았고 Epoxy Die[®] $0.25 \pm 0.13\text{mm}$, Suprastone[®] $0.39 \pm 0.20\text{mm}$, Die Keen[®] $0.54 \pm 0.27\text{mm}$, 순으로 증가하였으며 Fujirock[®]과 Die Keen[®] 간에 유의차가 있었다($p < 0.05$).
6. 본 실험에서 Epoxy Die[®]는 모든 측정 부위에서 평균적으로 수축을 보였으며, Cross-arch 수복 시에는 어떠한 모형재를 사용하더라도 변형도가 크다는 것을 고려해야 한다고 사료된다.

참고문헌

1. American Dental Association : Guide to dental materials, Chicago, American Dental Association, 69, 1970.
2. Bailey, J.H., Donovan, T.E., Preston, J.D. : The dimensional accuracy of improved dental stone, silverplated, and epoxy die materials. J Prosthet Dent. 99 : 307, 1988.
3. Craig R.G. : Restorative dental materials. 8th ed., Mosby Co., St Louis, 337, 1989.
4. Craig R.G. : Restorative dental materials 8th ed., Mosby Co., St Louis, 347, 1989.
5. Dilts, W.E., Podshadley, A.G., Sawyer, H.F., Neiman, R. : Accuracy of four removable die techniques. J Am Dent Assoc. 83 : 1081, 1971.
6. Council on dental materials, American Dental Association. ANSI/ADA specification No. 25 for Dental Gypsum Products. Chicago : Am Dent Assoc, 1987.
7. Eames, W.B., Siweeke, J.C., Wallace, S.W., Rogers, L.B. : Elastomeric impression materials : Effect of bulk on accuracy. J Prosthet Dent. 41 : 304, 1979.
8. Finger, W. : Effect of the setting expansion of dental stone upon the die precision. Scand J Dent Res. 88 : 159, 1980.
9. Gettleman, L., Ryge G. : Accuracy of stone, metal, and plastic die materials. J Calif Dent Assoc. 46 : 28, 1970.
10. Gordon, G.E., Johnson, G.H., Drennon, D.G. : The effect of tray selection on the accuracy of elastomeric impression materials. J Prosthet Dent. 63 : 12, 1990.
11. Gourion, G.R.E. : Factors influencing the accuracy of Xantopren, A silicone impression material, master of science thesis, University of Missouri-Kansas City, 1971.
12. Hollenback, G.M., Smith, P.D. : Further investigation of physical properties of hard gypsum. J Calif Dent Assoc. 43 : 221, 1976.
13. Kasier, D.A., Nicholls, J.I. : A study of distortion and surface hardness of improved artificial stone casts. J Prosthet Dent. 36 : 373, 1976.
14. Linke, B.A., Nicholls, J.I., Faucher, R.R. : Distortion analysis of stone casts made from impression materials. J Prosthet Dent. 54 : 794, 1985.
15. McCabe, J.F., Wilson, H.J. : Addition curing silicone rubber impression materials. Brit Dent J. 145 : 17, 1978.
16. Millstein, P.L. : Determining the accuracy of gypsum casts made from type IV dental stone. J

- oral Rehabil. 19(3) : 239, 1992.
17. Millstein, P.L. : A comparison of the accuracy of two removable die systems with intact working casts. *Int J Prosthodont* 6 : 533, 1993.
 18. Moser, J.B., Stone, D.G., Willoughby, G.M. : Properties and characteristics of resin die material. *J Prosthet Dent*. 34 : 297, 1975.
 19. Myers, G.E., Stockman, D.G. : Factors that affect the accuracy and dimensional stability of the mercaptan rubber-base impression materials. *J Prosthet Dent*. 10 : 525, 1960.
 20. Myers, M., Hembree, J.H. : Relative accuracy of four removable die systems. *J Prosthet Dent*. 48 : 163, 1969.
 21. Nevman, A., Williams, J.D. : Die materials for inlay, crown and bridge work. *Br Dent J*. 115 : 415, 1969.
 22. Nomura, G.T., Reisbick, M.H., Preston, J.D. : An investigation of epoxy resin dies. *J Prosthet Dent*. 44 : 45, 1980.
 23. Overberger, J.E. : Basic characteristics of gypsum products. *W Va Dent J*. 44y2, 1970.
 24. Phillips, R.W. : Skinner's science of dental materials. 8th ed., W.B. Saunders Company, 416, 1982.
 25. Price, Jr. W.R., Chai, L., Eames, W.B., Wallace, S.W. : Dimensional accuracy and detail reproduction of several die materials. Microfilmed paper No. 694. Presented at the annual meeting of the International Association of Dental Research, Dental Materials Group, Miami Beach, 1976.
 26. Reisbick, M.H. : The effect of viscosity of the accuracy and stability of elastomeric impression materials. *J Dent Res*. 52 : 407, 1973.
 27. Schnell, R.J., Phillips, R.W. : Dies for measuring accuracy of impression, *Dent Progr*. 2 : 249, 1962.
 28. Schnell, R.J., Phillips, R.W. : Dimensional stability of rubber base impression and certain other factors affecting accuracy. *J Dent Assoc*. 57 : 39, 1958.
 29. Schwartz, H.B., Leupold, R.J., Thompson, U.P. : Linear dimensional accuracy of epoxy resin and stone dies. *J Prosthet Dent*. 45 : 621, 1981.
 30. Shigeto, N., Murata, H., Hamada, T : Evaluation of the methods for dislodging the impression tray affecting the dimensional accuracy of the abutment in a complete dental arch cast. *J Prosthet Dent*. 61 : 54, 1989.
 31. Skinner, E.W., Pomes, C.E. : Alginate impression materials, *J Am Dent Assoc*. 35 : 245, 1947.
 32. Stackhouse, J.H. : A comparison of elastic impression materials. *J Prosthet Dent*. 34 : 305, 1975.
 33. Toreskog, S., Phillips, R.W., Schenell, R.J. : Properties of die materials : A comparative study. *J Prosthet Dent*. 16 : 119, 1966.
 34. Vermilyea, S.G., Huget, E.F., Wiskoski II J. : Evaluation of resin die materials. *J Prosthet Dent*. 42 : 304, 1979.
 35. Walters, R.A., Spurrier, S. : An effect of tray design and material retention on the linear dimensional changes in polysulfide impressions. *J Prosthet Dent*. 63 : 277, 1990.
 36. Williams, P.T., Jackson, D.G., Bergman, W. : An evaluation of time-dependent dimensional stability of eleven elastomeric impression materials. *J Prosthet Dent*. 52 : 120, 1984.
 37. Williams, G. : Centrifugal casting of resin die materials into copper ring impressions. *Dent Tech* 25 : 161, 1972.
 38. Yaman, P., Brandau, H.E. : Comparison of three epoxy die materials. *J Prosthet Dent*. 55 : 328, 1986.
 39. Yeh, C.L., Powers, J.M., Craig, R.G. : Properties of addition-type silicone impression

materials. J Am Dent Assoc. 101 : 482, 1980.
40. 강충희, 방몽숙 : 고무 인상재의 크기 안정성 및 친수성

에 관한 연구. 대한치과보철학회지. 30 : 233, 1992.
41. 정병건 : 포토샵의 마스터, 성인당. 55, 1994.

논문 사진부도 설명

Figure 1. metal master model

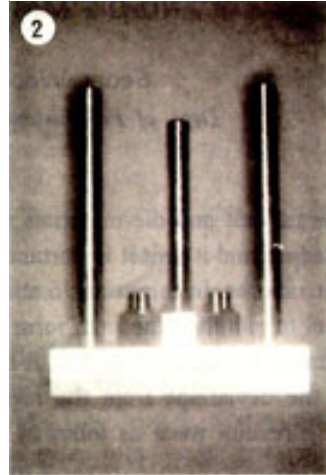
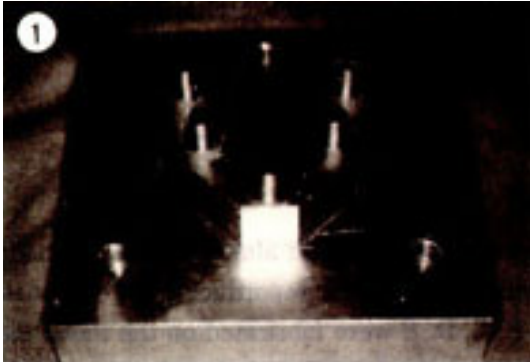
Figure 2. Metal master model with 3 parallel posts.

Figure 3. Clear resin spacer.

Figure 4. Photo-taking method

Figure 7. Measuring method using Adobe Photoshop®

논문사진부도



=Abstract=

A STUDY ON THE ACCURACY OF DENTAL CAST AND DIE MATERIALS USING PHOTO-SCANNING

Seong-Wook yang, Ju-Hwan Lim, In-Ho Cho

Dept. of prosthodontics, College of Dentistry, Dankook university

Dental cast and die materials are essential material using in almost dental prsthodontic procedure and it's most important requirement is accuracy for reqorducing the oral anatomical structures. In this study, 5 abutments A, B, C, D, E were fabricated on the metal master model to simulate the arch form and specimens were poured with 4 cast materials. Inter-abutment distances, A-B, A-C, A-D, A-E, B-C, B-D were calculated using the photo-scanning and the deviations from the metal master model were also evaluated.

The results were as follows;

1. The distance between A-B, A-C, A-D, A-E, B-C, B-D of the abutments A, B, C, D, E of each cast material was calculated. And after comparing the deviations between the metal master model. Fujirock[®] showed the lowest value with 0.20 ± 0.22 mm, and the deviation increased in the order of Suprastone[®], Epoxy Die[®], Die Keen[®]. There was significant difference between Fujirock[®] and Epoxy Die[®], Die Keen[®].
2. In each calculation area, the difference in measurements between cast material and metal master model showed singificant difference between A-B and Cross arch measure-ments of A-D, B-D, A-E($p < 0.05$).
3. The difference in measurements between cast material and metal master model in the A-B area showed Fujirock[®] to be the lowest with 0.05 ± 0.04 mm and increased in the order of Die Keen[®], Suprastone[®], Epoxy Dies[®]. There was significant difference between Fujirock[®] and Suprastone[®], Epoxy Die[®] ($p < 0.05$).
4. The difference in measurements between cast material and metal master model in the B-C area showed Fujirock[®] to bo the lowest with 0.17 ± 0.11 mm and increased in the order of Suprastone[®], Die Keen[®], Epoxy Dies[®]. There was significant difference between Fujirock[®] and Die Keen[®], Epoxy Die[®] ($p < 0.05$).
5. The difference in measurements between cast material and metal master model in the B-D area showed Fujirock[®] to bo the lowest with 0.13 ± 0.07 mm, Epoxy Dies[®] and increased in the order of Suprastone[®], Die Keen[®]. There was significant difference between Fuji-rock[®] and Die Keen ($p < 0.05$).
6. In this experiment, Epoxy Dies[®] showed mean contraction in every calculation area. And when reconstruction cross arch restorations it is thought that distortion should be considered in every cast material.