

발플라스트 레진 주입 시 발생하는 의치상의 두께변화에 관한 연구

장 완 영*, 김 부 섭, 정 인 성

부산가톨릭대학교 보건과학대학원 치기공학과*, 부산가톨릭대학교 보건과학대학 치기공학과

Research for Thickness Change of Denture Base in Flask when Injecting Valplast Flexible Partial Denture Resin

Wan-Young Jang*, Busob Kim, In-Sung Chung

Department of Dental Laboratory Science, Graduate School of Health Science, Catholic University of Pusan*
Department of Dental Laboratory Science, College of Health Science, Catholic University of Pusan

[Abstract]

This is a research for thickness change of denture base according to the shape of sprue & investment position of denture base in flask when injecting polyamid base resin for flexible partial denture as a part of study for Valplast among the flexible partial denture with a nylon base.

It has been introduced several kinds of flexible partial denture product with a nylon base, but Valplast is the most widely used product among them. Valplast has been the most generally used material today since developed in 1950s in the United States as a material for flexible partial denture.

Valplast is much more aesthetic than general metal-acrylic partial denture due to its translucent pink color and biocompatibility in terms of material characteristic. It keeps its flexibility for a long time after production, imposes a less burden on the teeth used as abutment, and it can be easily insert and remove due to its particular suppleness. Moreover, it is felt like real teeth more than metal-acrylic partial denture when being put in and takes alveolar bone under good protection since it receives occlusal force equally under the denture base.

The most outstanding feature of Valplast is flexibility. The extent of its flexibility is determined by width & thickness of denture base. Considering general working procedure of Valplast, it can be seen that the thickness of denture base formed out of wax is increasing by the pressure while injecting resin. This research is to decide and test on the thickness increasing of Valplast by injecting pressure and the hypothesis upon that and is to prepare the basis estimating the increasing extent of thickness of denture base on the basis of the test result.

In this test, it is expected occlusal malposition & thickness increasing of denture base by injecting pressure according to 4 kinds of test data which are to select 3 types of sprue method settling the forefront position at which the test material of fixed standard can be invested and to position the test material at the rearmost part keeping the minimum distance to set sprue.

For 4 kinds of injecting test by investment position & sprue type, 20 test materials, 5 for each test were produced and a pressure of 1,180Kg was given with automatic injector of air cylinder type. The results are as follows:

교신저자	성명	장 완 영	전화	010-2561-0179	E-mail	zero893@naver.com
	주소	부산광역시 금정구 부곡동 9번지, 부산가톨릭대학교 보건과학대학 치기공학과				

1. For the amount of thickness increasing of denture base by investment position, the thickness of front investment is less increasing than the one of rear investment.

2. For the amount of thickness increasing of denture base by sprue type, the thickness of straight decompression sprue type which can absorb the injecting pressure after injecting polyamide base resin is less increasing than the other sprue types.

◎Key word : flexible partial denture, investment position of denture base, shape of sprue, thickness change of denture

I. 서 론

탄성국소의치(flexible partial denture)중 polyamid계(PA, nylon) resin인 Valplast[®]는 일정한 온도로 균일하게 용해된 주재료를 압력을 가해 주입하는 주입 성형 기술(injection molding system)을 이용하여 제작하며 생체친화성이 높고 유연성(flexibility)이 우수하다.

1931년에 발명된 최초의 합성섬유인 나일론은 Carothers와 그의 동료들의 연구에 의해 개발되었고 치과재료에의 응용은 1950년대에 Arpad F. Nagy와 Tibor F. Nagy에 의해 superpolyamide를 주성분으로 한 심미적이고 좋은 탄성을 가진 가철성 국소의치로 발명되어졌고, 이는 현재 국내에 널리 알려지고 많이 사용되어지는 탄성국소의치 재료인 Valplast[®]이다(Valplast[®] precessing technique).

Valplast[®]는 기본적인 재료의 특성으로 탄성 국소의치의 제작에 널리 사용되어졌고 제작기술 또한 많은 향상을 가져왔다.

가철성 국소의치의 한 분야인 플렉시블 덴처는 금속 구조물과 acrylic 레진 base로 인해 파생되는 알러지(allergy) 문제를 해결하고 착용감에 대한 환자들의 만족도를 크게 향상시켰다(Olveti E, Hegedus C, 2007 & Samet N, 2008).

Valplast[®]는 얇은 알루미늄 캡슐에 알갱이 형태로 제작되어 공급되는데 크기에 따라 세가지 종류가 있으며 285℃로 일정하게 유지되는 전용 실린더 속에서 각 캡슐 크기에 맞는 시간에 맞춰 열을 가하면 캡슐 안에 알갱이 형태의 superpolyamide가 녹아 액체 상태로 되어 주입하기 좋은 흐름성을 가진 상태가 된다. 액체상태의

superpolyamide를 스프링 압력을 이용한 수동 실린더 주입기나 자동 공기압 실린더를 이용하여 cavity 안으로 주입하고 일정시간 동안 경화시킨 다음 매몰된 flask 내에서 취출하게 된다.

이후 경화시킨 Valplast[®] denture를 모델에 적합시키고 연마하여 구강 내에 시적하게 된다. 이 과정에서 Valplast[®]의 재료학적 특성으로 인한 몇가지 문제점이 나타나고 이에 따라 그 문제점들을 개선하고자 많은 노력들이 있었다.

제작과정과 구강 내 시적에서 나타난 몇가지 문제점은 주입압 부족으로 인한 부정확한 적합과 연마의 어려움과 Valplast[®] 주입 압력에 의해 교합변위와 의치상 두께의 증가 및 Valplast[®]의 탄성으로 인하여 조직에 압박 통증을 나타냈다.

이 중 연마의 애로점은 Valplast[®] 재료학적 특성에 맞는 연마제를 찾아 적용함으로써 그 해결책을 찾고 있으며, Valplast[®]의 재료학적인 특성을 고려한 연마법을 이해하면서 대부분 해결되었고 불충분하고 지속적이지 않은 주입압력에서 비롯된 부정확한 적합은 그 문제를 해결하기 위해 충분하고 지속적인 주입압을 필요로 하는데 이 과정에서 Valplast[®] 경화 시 수축을 보상하기 위한 충분하고 지속적인 주입압 때문에 오히려 교합의 변위와 의치상 두께의 증가가 발생한다.

주입시 발생하는 의치상 두께의 증가에 대해 조사하여 교합변위와 적합문제를 해결하고자 다음의 가설을 정하여 표본화된 시편으로 실험을 실시하였다.

즉, “Valplast[®] 주입 시 발생하는 의치상 두께의 증가 원인에 대해 Valplast[®] 주입 후 수축을 방지하기 위해서 충분하고 지속적인 압력(이하 주입압)을 필요로 하는데

이로 인해 교합변위와 동시에 의치상 두께의 증가를 가져온다.”라는 추정 아래 실험하여 결과치를 추출하였다.

주입압으로 인한 교합 변위와 그에 따른 의치상의 두께의 증가는 주입 시 가해지는 1톤의 압력이 왁스 제거 후 형성된 공간(model cavity) 안에 가해질 때, 먼저 진입한 재료의 경화로 인해 썩기 형태로 경화가 진행되어 후방부 위로 갈수록 교합 변위가 심해지고, 그에 따라 의치상 두께가 후방으로 갈수록 두꺼워지는 것이 나타날 수 있다.

이에 본 연구는 시편의 매몰 위치, 그리고 스프루의 형성방법에 따라 의치상의 두께에 미치는 영향이 달라짐을 확인하고 그 중 이상적인 형태를 찾아 이를 표본화함으로써 배열작업과 왁스 의치상의 두께 결정 시에 최종적으로 주입 후 경화된 의치상의 두께를 예상하여 작업할 수 있도록 한다. 또한 교합변위의 양을 계산하여 이를 감안한 배열법으로 교합기 재부착(remounting) 후 교합조절의 양을 줄일 수 있다. 한편 국내외에 Valplast® 주입 시 발생하는 교합변위와 의치상 두께의 증가에 대하여 현재 선행 연구가 없는 관계로 독자적인 sprue 설계 형태와 매몰 위치를 결정하여 Valplast® 량을 조사하였다.

II. 실험 방법

1. 실험재료 및 사용기기

1) 실험재료

실험 재료로는 현재 시판되고 있는 Valplast® 주입용 캡슐 세 종류 중 중간 크기의 캡슐을 사용하고 매몰용 왁스 시편 제작에 사용될 파라핀 왁스는 두께 1mm의 파라핀 왁스를 사용하였다.

매몰용 스톤은 핀 작업용 경석고(문교석고)를 제조사의 지시에 따라 혼수비(23ml/100g)에 맞추어 사용하고 24시간 경과 후 경석고가 최대 강도를 가질 때 왁스제거 한 공간 안에 Valplast® 캡슐을 285℃로 13분 가열하여 주입한다. 스프루로 사용될 왁스는 일반 기공용 유틸리티 왁스(0.5cm)를 사용하였다.

2) 주입기

에어실린더 방식의 자동주입기(하이덴탈 코리아)를 이

용하여 일정한 주입압력의 상황이 되게 했다. 수동주입기(Vitaflex, USA)는 비교 분석용으로 사용하였다.

3) 볼트 체결 공구 및 측정 공구

플래스크 체결용 볼트, 너트의 결합토크를 일정화 하기 위해 토크렌치(Snap-on 다이얼 토크렌치, US측정오차 2%미만)를 이용하여 토크를 통일화시켜 실험하였다. 볼트체결력은 68.03kg/cm²로 실험하였고, 마이크로 미터(Mitutoyo, JAPAN)를 이용하여 소수점 두 자리까지 측정하였다.

2. 실험 방법

1) 시편 및 시편제작

시편재료는 변위된 교합양과 증가된 의치상 제작 증가의 양을 알기 위해 모든 시편은 1mm의 두께로 통일하여 파라핀 왁스로 만들며, 시편 크기의 기준은 시험하기 편리한 치수로 하고 모양은 시편의 제작과 측정을 편리하도록 윗면 4cm, 아랫면 8cm, 높이 5cm의 마름모꼴로 하였다(Fig. 1).

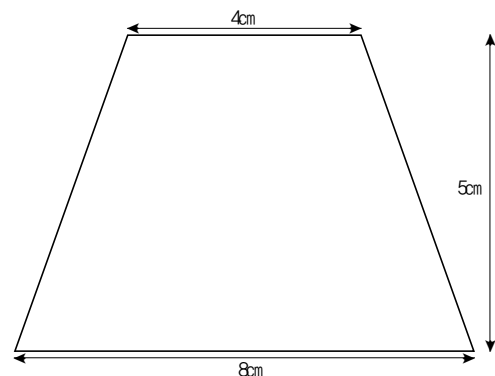


Fig. 1. Wax specimen size

2) 실험방법

왁스시편은 매몰용 플라스크 최전방에서 0.6cm거리의 위치에 일정하게 매몰 후 통상의 방법으로 왁스를 제거하고 분리체를 도포하여 Valplast®를 주입하는데, 주입 시 중간 크기의 캡슐을 사용하였다(Fig. 2 A, B, C). 정해진 각 부위의 측정점(Fig. 3)의 두께를 측정하여 감압 스프루의 효과를 실험하고 위치변화에 따른 효과를 비교분석하기 위해서 후방 1cm 직선 스프루(Fig. 2 D)로 왁스 시편을

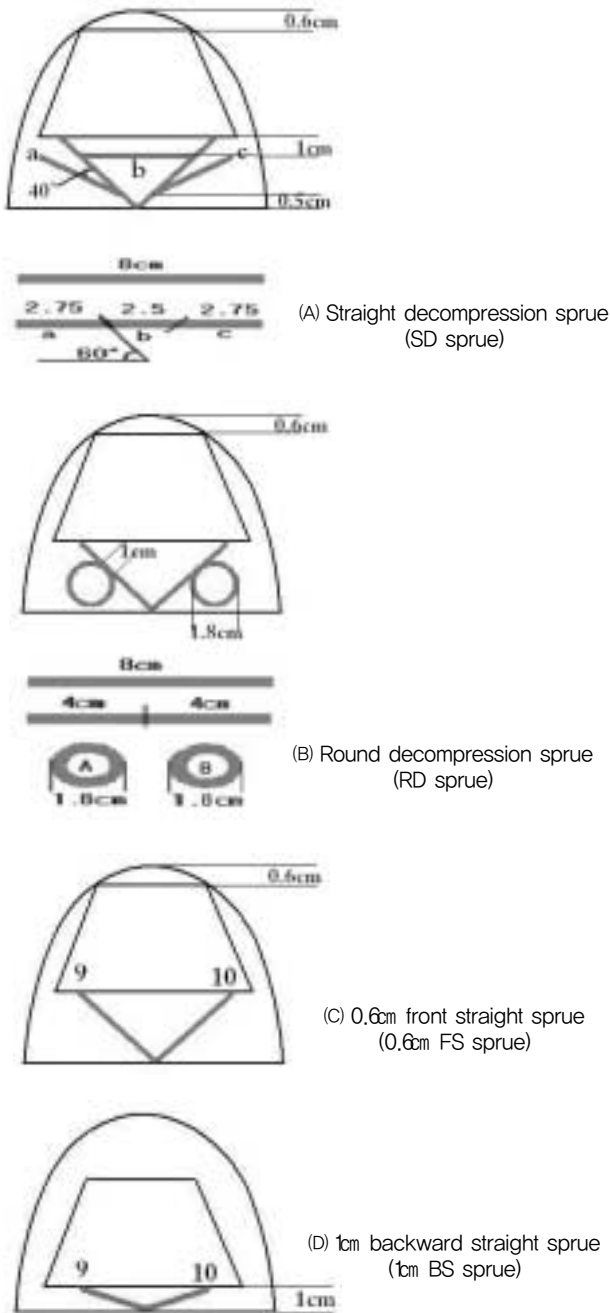


Fig. 2. Various kinds of spruing method

매물용 플라스크 최후방에서 1cm 거리의 위치에 매물하고 중간 캡슐을 주입하여 매물 위치에 따른 의치상 두께증가를 측정하였다.

주입 시 매물된 cavity 온도는 70°C로 일정하게 하여 주입하였으며 주입압력은 115.6MPa의 에어 압력으로 일정하게 하였고 주입 후 10분간 유지하였다. 측정 부위는 주입 완료된 시편의 상부의 가장자리 두 점과 이를 평행 이동

하여 생긴 하부의 두 점과 하부의 두 점을 이를 양분한 중간 지점과, 상부의 두점과 하부의 두 점이 교차할 중간 부위에 생긴 측정점과 상부의 가장자리 점과 이를 평행이동시킨 하부의 측정점을 이등분한 점을 측정하여 의치상 두께의 증가를 측정하고 하부의 측정점과 하부의 가장자리를 이등분 한 점과 상부의 측정점과 연결하여 얻은 일직선에 상부의 두께의 변위를 측정하였다(Fig. 3).

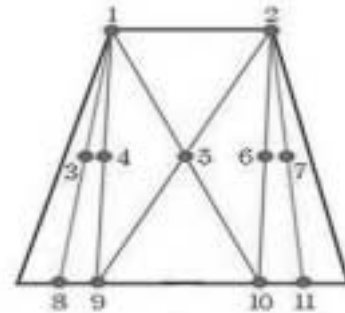


Fig. 3. Measuring point of sample

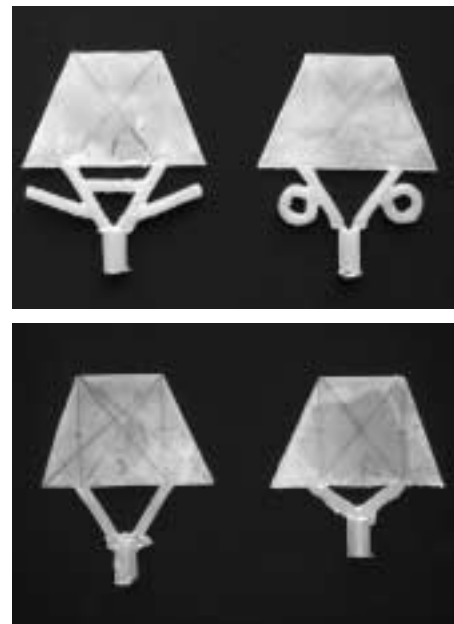


Fig. 4. Samples after resin injection

모든 시편의 수는 다섯 개 제작하였고, 주입 스프루의 부착 위치는 상부의 측정점을 평행 이동 시킨 하부의 두 측정점 뒤쪽에 부착 하였다.

III. 실험 결과

1. 의치상 두께증가의 측정결과

의치상 매물위치와 스프루 형태에 따른 의치상 두께 증가의 정도를 Table 1에 나타내었다. 의치상 매물위치와 스프루 형태에 따른 의치상 두께증가의 양이 가장 큰 것은 후방 1cm 직선 스프루(D)로서 두께 증가가 가장 심하였다(Table 1 D). 그 다음으로 두께의 증가가 심한 것은 전

방 0.6cm 직선 스프루(C)였다(Table 1 C). 감압 스프루의 효과로 두께 증가의 정도가 가장 적은 것은 전방 0.6cm 직선 감압 스프루(A)였고(Table 1 A), 그 다음 감압 스프루의 효과로 두께 증가의 폭이 작은 것은 둥근 감압 스프루(B)였다(Table 1 B).

매물 위치 및 스프루 형태에 따른 수평 동일선상의 평균치는 Table 2 그리고 Fig. 5에 나타내었다.

Table 1. Average thickness of each points of specimens

A. Straight decompression sprue			
a	b	ATES	
Front area	1	1.30	1.30
	2	1.30	
Middle area	3	1.32	1.31
	4	1.32	
	5	1.33	
	6	1.29	
	7	1.29	
Back-ward area	8	1.30	1.31
	9	1.33	
	10	1.32	
	11	1.29	

B. Round decompression sprue			
a	b	ATES	
Front area	1	1.28	1.28
	2	1.28	
Middle area	3	1.35	1.36
	4	1.36	
	5	1.38	
	6	1.37	
	7	1.36	
Back-ward area	8	1.34	1.37
	9	1.39	
	10	1.39	
	11	1.36	

C. 0.6cm front straight sprue			
a	b	ATES	
Front area	1	1.34	1.35
	2	1.35	
Middle area	3	1.36	1.38
	4	1.37	
	5	1.42	
	6	1.38	
	7	1.38	
Back-ward area	8	1.41	1.43
	9	1.45	
	10	1.45	
	11	1.41	

D. 1cm backward straight sprue			
a	b	ATES	
Front area	1	1.38	1.36
	2	1.33	
Middle area	3	1.48	1.47
	4	1.48	
	5	1.50	
	6	1.46	
	7	1.43	
Back-ward area	8	1.54	1.52
	9	1.57	
	10	1.54	
	11	1.44	

※ a: measurement point, b: average thickness of each specimens(ATES)

Table 2. Average thickness of same line of specimens

Average thickness of same line of specimens					
a	b	D. 1cm BS sprue	C. 0.6cm FS sprue	B. RD sprue	A. SD sprue
1	Front line	1.36	1.35	1.28	1.30
2	Middle line	1.47	1.38	1.36	1.31
3	Backward line	1.52	1.43	1.37	1.31

※ a: measurement point line, b: average thickness of each specimens(ATES)

※ Front line=measurement point 1+2/2

Middle line= measurement point 3+4+5+6+7/5

Backward line=measurement point 8+9+10+11/4

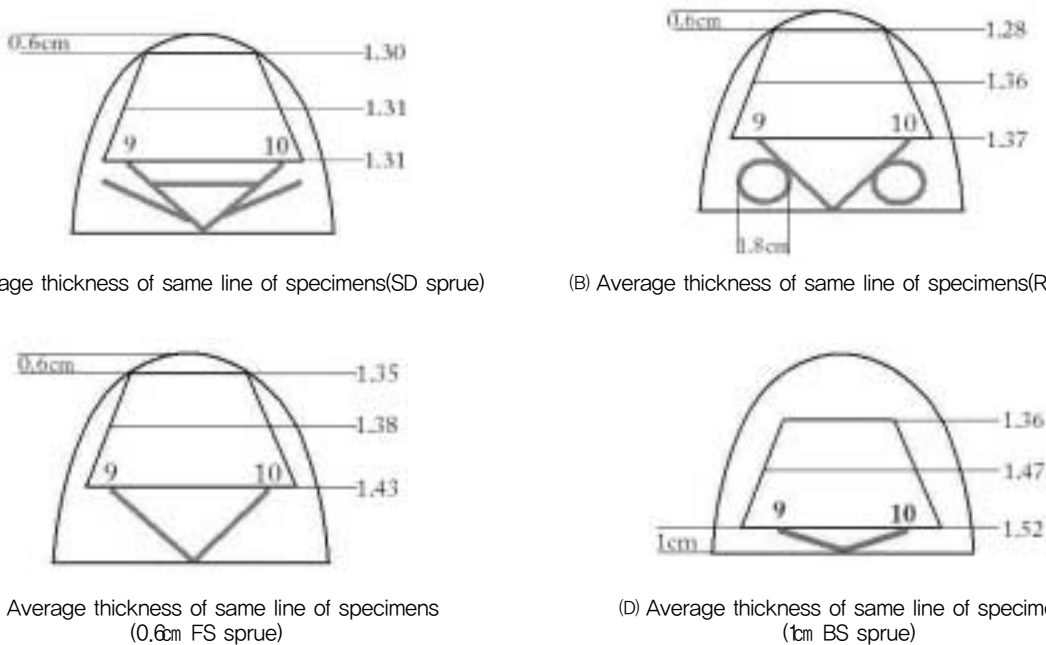


Fig. 5. Average thickness of same line of specimens

전방 부위의 평균 두께는 직선 감압 스프루(A)에서 1.30 mm, 둥근 감압 스프루(B)에서 1.28mm, 전방 0.6cm 직선 스프루(C)에서 1.35mm, 후방 1cm 직선 스프루(D)에서 1.36mm로 나타나 둥근 감압 스프루(B)가 가장 적게 나타났으나 유의차는 없었다($p>0.05$)(Table 3의 (A)).

중앙 부위의 평균 두께는 직선 감압 스프루(A)에서 1.31 mm, 둥근 감압 스프루(B)에서 1.36mm, 전방 0.6cm 직선 스프루(C)에서 1.38mm, 후방 1cm 직선 스프루(D)에서 1.47mm

로 나타나 직선 감압 스프루(A)가 가장 적게 나타났으며 유의차가 있었다($p<0.05$)(Table 3의 (B)).

후방 부위의 평균 두께는 직선 감압 스프루(A)에서 1.31 mm, 둥근 감압 스프루(B)에서 1.37mm, 전방 0.6cm 직선 스프루(C)에서 1.43mm, 후방 1cm 직선 스프루(D)에서 1.52mm로 나타나 직선 감압 스프루(A)가 가장 적게 나타났으며 유의차가 있었다($p<0.05$)(Table 3의 (C)).

Table 3. Statistical analyses of each line

(A) Statistical analyses of front line

Group	N	Mean	SD	Std.Error	95% Confidence interval for Mean		Lower bound	Upper bound
					Min.	Max.		
① A	10	1,3070	.04218	.01334	1,2768	1,3372	1,22	1,36
② B	10	1,3560	.07230	.02286	1,3043	1,4077	1,30	1,53
③ C	10	1,3420	.04917	.01555	1,3068	1,3772	1,24	1,40
④ D	10	1,2820	.04709	.01489	1,2483	1,3157	1,20	1,35
Sum.	40	1,3218	.05961	.00943	1,3027	1,3408	1,20	1,53

Group	Sum Squares	df	Mean Squares	F	Sig
Between groups	.034	3	.011	3,872	.017
Within groups	.105	36	.003		
Total	.139	39			

(B) Statistical analyses of middle line

Group	N	Mean	SD	Std.Error	Confidence 95% interval for Mean		Lower bound	Upper bound
					Min.	Max.		
① A	10	1,3050	.06258	.01979	1,2602	1,3498	1,21	1,41
② B	10	1,4720	.07829	.02476	1,4160	1,5280	1,36	1,62
③ C	10	1,3810	.07340	.02321	1,3285	1,4335	1,27	1,50
④ D	10	1,3650	.05949	.01881	1,3224	1,4076	1,26	1,47
Sum.	40	1,3808	.08971	.01418	1,3521	1,4094	1,21	1,62

Group	Sum Squares	df	Mean Squares	F	Sig
Between groups	.143	3	.048	10,059	.000
Within groups	.171	36	.005		
Total	.314	39			

(C) Statistical analyses of backward line

Group	N	Mean	SD	Std.Error	95% Confidence interval for Mean		Lower bound	Upper bound
					Min.	Max.		
① A	10	1,3260	.04971	.01572	1,2904	1,3616	1,26	1,42
② B	10	1,5550	.08935	.02825	1,4911	1,6189	1,42	1,72
③ C	10	1,4490	.07824	.02474	1,3930	1,5050	1,37	1,58
④ D	10	1,3880	.07843	.02480	1,3319	1,4441	1,24	1,49
Sum.	40	1,4295	.11211	.01773	1,3936	1,4654	1,24	1,72

Group	Sum Squares	df	Mean Squares	F	Sig
Between groups	.286	3	.095	16,759	.000
Within groups	.205	36	.006		
Total	.490	39			

IV. 고 찰

관형의 음형 내에 polyamide계 Valplast[®]를 주입할 때의 위치에 따른 압력 차이가 나타나 두께 증가가 나타나는 것을 막기 위해서 다양한 형태의 스프루 방식을 구상하였으며 매몰 위치에 따른 차이가 있는지를 확인하기 위해 매몰 위치를 전방부위와 후방부위로 나누어 실험하였다. 이 때에 추정되는 것은 실온의 cavity안에 285℃로 용해되어 액체화된 Valplast[®] 레진이 주입되는 과정에서 cavity를 채우고 먼저 도달한 Valplast[®] 레진이 초기 경화를 시작하고 주입이 계속되는 동안 Valplast[®] 레진의 수축을 보상하기 위해 계속된 압력이 가해지는 것이 polyamide 전입 방법이므로 이러한 제작방식과 동일하게 실험하였다.

따라서 시편이 주입구에서 멀수록 감압 스프루를 부착할수록 두께증가가 감소한다는 것을 전제하였다. 이런 가설을 세우게 된 경위는 연구자가 실제 임상작업에서 수년간 작업해 온 과정에서 찾을 수 있었다. 그러나 이런 결론은 수동 주입기에서 내린 결론으로 수동 주입기의 결과를 객관적인 데이터화하기에 부족한 점이 있어 자동주입기로

실험을 검증하였으며 결과는 가설과 동일하게 나타났다.

Flask의 전방부위 매몰이 후방부위 매몰보다 sprue의 길이가 길므로 레진 전입후 감압효과가 나타나 두께 증가가 적게 나타났다고 사료되며, 직선 감압 sprue와 둥근 감압 sprue가 감압효과로 인해 두께 증가가 적게 나타난 것으로 확인 할 수 있었는데 가장 우수한 것은 직선 감압 sprue로서 그 형태상 감압효과가 가장 두드러지는 형상이었다고 판단된다. 또한 후방부위의 두께 증가 비교에서 직선 감압 sprue 가 둥근 감압 sprue 보다 두께 증가가 더 적었다($p < 0.05$).

따라서 실험조건 자체가 변화가 있어 수동주입기에서 행한 예비실험과는 약간의 차이가 있었다. 먼저 수동주입 조건은 상온의 cavity 안에 285℃에서 13분 동안 용해시킨 Valplast[®] 레진을 숙련된 주입자가 최대의 주입속도로 신속하게 주입하고 주입이 완료되면 3초 간격으로 최대의 압력을 2~3분정도(cavity 크기에 따라 경화시간이 다르기 때문에) 계속 가입하여 Valplast[®] 레진의 수축을 보상하는 것이다. 그러나 자동주입기의 주입 조건은 아래의 Table 4와 같이 차이가 있었다.

자동주입기로 주입했을 때 cavity가 70℃로 가열되어

Table 4. Difference of the manual spring pressure cylinder injection system and the automatic air pressure injection system

Injection system	manual spring pressure	automatic air pressure cylinder
pressure	▶ max pressure: 1,100kg ※ different pressure by operator	▶ max pressure: 1,900kg ▶ applied pressure on this experiment: 1,180kg (5.8bar)
method of pressure	▶ apply continuous maximum pressure on flask	▶ 1,100kg pressure after injection. ▶ Valplast [®] resin can't compensate the shrinkage part of the cavity.
injection rate	▶ around 1/2 of automatic apparatus	▶ 3 m/s

있었고 주입속도가 수동 주입기보다 2배 빠르고 주입 후 계속적인 가압이 이루어지지 않았으며 단순한 초기 주입 압으로 생긴 결과였다.

수동식 주입기를 사용한 예비실험에서 감압 스프루의 효과는 본 실험보다 많은 효과가 있었다. 수평 동일선상 평균치에 있어서 거의 두께 변화가 미약하였으나 자동주

입기를 사용한 본 실험에서는 두께 증가가 많은 편이었다. 이는 수동 주입기의 조건과 자동 주입기의 조건 차이의 결과라고 생각한다.

사용된 캡슐 크기에 있어서 발생하는 주입압력의 차이로 발생하는 두께변화에 있어서도 실제 임상 작업에 있어서 수동 주입기의 경우 그 차이가 나타났으나 자동주입기

의 경우 그 차이가 나타나지 않았다. 이는 자동 주입기의 특성상 에어 실린더의 실린더 가동 공간부족으로 차이가 나타나지 않았다고 생각한다.

그러나 실험결과에서 나타난 바와 같이 cavity의 위치가 전방 부위의 경우 두께증가가 적었고 감압 스프루를 부착했을 때 두께증가의 폭이 더욱 감소함을 알 수 있었다. 실험 방법에 있어서도 스톤의 혼수비를 회사의 지시에 따라 하였으나 이는 실제 작업에서 사용하는 혼수비보다 적어 매물 작업에 많은 애로가 있었다.

실험 후 느낀 점은 실제 작업 시 사용하는 혼수비가 실험을 용이하게 하고 보다 실제작업에 근접한 데이터가 나오리라 생각하고 후방 위 스프루 부착점에 있어서 실제 실험에서 측정점 9, 10 후방에 부착하였으나 이는 1cm 공간에 스프루가 너무 벌어진 상태로 부착되었으므로 작업 시 많은 애로가 있었다. 따라서 후방 위 1cm 부착점은 측정점 9, 10 사이를 3등분 한 점에 각각 부착하였다면 실험이 더욱더 용이해졌으리라 생각한다.

또한 효과적인 레진 주입을 위하여 차가운 cavity 안에서도 주입이 용이하며 Valplast® 레진의 수축보상을 위한 지속적인 압력을 가할 수 있는 유압 실린더 방식의 자동 주입기가 개발 된다면 매우 효율적으로 Valplast® 레진의 수축보상이 이루어질 수 있을 것이다.

V. 결론

본 연구에서는 우수한 생체친화성과 착용감, 특유의 탄성으로 탄성 국소의치에서 많이 사용되고 있는 polyamide base 인 Valplast® 레진 주입 시 주입압에 의한 의치상 두께 증가 현상으로 인한 교합변위와 의치상 탄성저하의 문제를 해결하기 위해 동일한 크기의 마름모꼴 형태로 wax 시편을 제작하고 wax 시편의 매물 위치와 스프루 형태에 따른 효과를 분석하기 위해 공기압(115.6MPa) 실린더 주입 방식으로 주입하는 실험을 통해 비교, 분석한 결론은 아래와 같다.

1. 매물 위치에 따른 의치상 두께 증가의 비교에서는 전방위 매물이 후방위 매물보다 두께 증가의 양이 적게

나타났다($p < 0.05$).

2. 스프루 형태에 따른 의치상 두께 증가의 양은 Valplast® 주입후 주입압을 흡수 할 수 있는 직선 감압 스프루 방식이 다른 스프루 방식보다 두께 증가가 적었다($p < 0.05$).

참고 문헌

- 계기성, 박철우, 황영필. Valplast® 탄성 국소 의치 system을 이용한 부분 무치악 환자의 보철 수복. Oral Biology Research, Vol. 30(2), 55-73, 2006.
- 신중우. TCS flexible injection system. 가철성치과기 공학회지, Vol. 8, 71-86, 2006.
- 이청재. FRS injection system. 가철성치과기공학회지, Vol. 8, 101-113, 2006.
- 한형렬. Valplast® 시스템을 이용한 Removable partial denture 제작과 증례, 가철성치과기공학회지, Vol. 8, 89-98, 2006.
- Gert JM, Phillippe JW. Provisional flexible denture to assist in undisturbed healing of the reconstructed maxilla. J Prosthet Dent, Vol. 98(4), 327-328, 2006.
- Laurence KF. Valplast® partial removable denture - discover the advantage. Perspectives Dental Practice Building Strategies, Vol. 1(1), 4-5, 2005.
- DiTolla M. Valplast - Flexible, esthetic partial denture. Clinical Technique & Procedures, Vol. 5(1), 1-4, 2004.
- Olveti E, Hegedus C. Typical symptoms of methyl acrylate sensitivity in wearers of acrylate dentures. Fogorvosi Szemle, Vol. 90(1), 19-26, 1997.
- Parvizi A, Lindquist T, Schneider R, Williamson D, Boyer D, Dawson DV. Comparison of the dimensional accuracy of injection-molded

denture base materials to that of conventional pressure-pack acrylic resin. J Prosthodontics, Vol. 13(2), pp.83-89, 2004.

Samet N, Tau S, Findler M, Susarla SM, Findler M. Flexible, removable partial denture for a patient with systemic sclerosis(scleroderma) and microstomia. Gen Dent, Vol. 55(6), 548-5, 2007.