

## 치과보철물 제작시 Sprue 부착 형태가 주조성에 미치는 영향

원광보건대학 치기공과, 전북대병원 치과진료처 중앙기공실\*  
최운재, 소정모\*

=Abstract=

### Influences of Sprue joint Forms on Castability in dental Restorations

**Un-Jea Choi, Jung-Mo So\***

*Dept. of Dental Lab. Technology, Wonkwang Health College  
Dept. of Central Dental Lab, Chonbuk National University Hospital\**

The purpose of this study was to evaluate the influence of sprue joint form on castability in dental prosthetics. The researcher carried out experimental study according to the type was divided by sprue joint form. Therefore type A was made thicken than sprue diameter of type B and type C was made it conversely.

The results were as follows :

1. In the order of castability, type C(87.8%) was first and then type A(87.0%) and type B(79.2%) was last. However there was no significant difference statistically.
2. If reservoir was located at the correct position and in sufficient size, internal shrinkage porosity in the casting bodies were not generated in the type of all.
3. At the reservoir, internal shrinkage porosity was generated first in type A, followed by type B and type C in the order named. Although it gives no impact on casting body, porosity seems to appear the least when it's produced in the form of type C.

\* Key words : sprue joint form, castability

\* 본 연구 논문은 2001년도 원광보건대학 학내 연구비의 지원을 받아 수행되었음.

**교신** · 성명: 최운재 · 전화: 063-840-1245, 1240 · E-mail: ujchoi@sky.wkhc.ac.kr  
**저자** · 주소: 전북 익산시 신용동 344-2, 원광보건대학 치과기공과 연구실

## 1. 서 론

치과영역의 주조는 인체에 사용되는 생체 재료를 제작하는 과정에 사용되므로 그 활용 측면이 큰 만큼 그에 따른 정밀도와 요구되는 여러 가지 특성이 있는데 특히 생체재료의 특성을 변화시키지 않은 범위에서 작업이 이루어져야 하므로 주조 결합이 생기거나 화학적 기계적 성질이 변화되지 않도록 주의하여야 한다.

치과주조는 정밀주조 기법인 investment법으로 제작하는데 예전에는 plaster mold 법으로 제한적이었으나 현재는 다양한 방법을 사용하고 있으며 높은 정밀성을 요구하면서 대량생산의 불필요성과 불가능함이 어려운 점의 하나이기도 하다.

그러므로 치과 정밀주조는 관련되는 모든 이론과 재료의 사용, 주조기법면에 있어서도 완벽함을 추구하는 자세가 필요하다(김부섭과 박익민, 1994).

또한 치과보철물 제작과정은 상당히 복잡하고 정밀도가 요구되며 wax pattern이 완성되면 매몰하기 전에 spruing을 하여야 하는데 spruing을 하는 목적은 cavity로부터 wax pattern을 빼내기 위한 손잡이 역할을 하고 Casting ring을 일정한 위치에 매몰하는데 지주(supporting) 역할을 하며 매몰재가 경화된 후에 주입선을 뽑아낸 구멍은 casting ring을 가열할 때의 용융된 wax 및 그 기화(氣化)된 gas의 배출로가 되는 등 각종 역할을 함과 동시에 그 주 목적은 casting시에 용융된 주조합금이 wax pattern이 기화 배출되어 형성된 주형(casting mold)내로 유입 즉, 주입되는 sprue way를 만들어 주는 것이다(한택선, 1996).

특히 비귀금속 합금은 귀금속 합금에 비해 낮

은 주조성이 문제가 되고 있는데 이러한 여러 가지 단점 중에서 특히 낮은 주조성은 기공제작 과정에서 많은 어려움을 야기 시키는데, 금속의 주조성이란 납형의 날카롭고 미세한 변연을 충실히 재현해 낼 수 있는 합금의 능력(Baran, 1983) 또는 납형의 제거에 의해 형성된 주형을 완전히 채울 수 있는 용융금속의 능력으로 정의된다(Presswood, 1983).

그러므로 치과용 합금의 주조성은 납형의 크기 및 형태, 주입선의 설치방법, 매몰재의 종류, 소환방법, 합금의 선택, 합금의 용융 및 주조방법을 포함하여 많은 요인에 영향을 받으며(Baran, 1983; Preston, 1984) 주조하는 동안 mold 공간방향, mold내의 합금의 주입로와 가스의 배출, 소환 등 많은 부분에 연구가 있었다. 또한 국내의 학자들에 의해서도 많은 연구가 있었는데(김웅철, 1988; 최석순, 1989) 대부분 주조체의 형태, 재료, 길이, 설치방법, 주조압력 등에 의한 주조성에 관한 내용이 있다.

주입선의 설계에서 주입선의 부착 부위와 직경, 길이에 대하여 Asgar(1959), Leinfelder(1963), Ryge(1957) 등이 1950~1960년대에 연구 발표한 내용에 의하면 주입선의 부착부위는 깔대기 모양이어야 하고, 납형의 횡단면 두께보다 주입선의 직경이 커야하고, 두꺼운 납형을 위해서는 긴 주입선이 좋고 얇은 납형을 위해서는 짧은 주입선이 좋다고 하여 일부 연구자들의 내용과 불일치하는 면이 있어 본 연구자는 wax pattern과 sprue의 부착부위 형태를 3가지(A type sprue 보다 크게, B type sprue와 동일, C type sprue 보다 적게)로 제작하여 실험함으로써 주조성이 가장 좋고 casting body 에 수축기포가 발생되지 않는 가장 이상적인 sprue 부착방법을 알아보려고 한다.

## II 실험재료 및 방법

### 1. 실험재료 및 기기

본 연구에 사용된 재료 및 기기는 표 1, 2, 3과 같다.

표 1. The materials used for the experiment

Plastic screen mesh	Korea
Casting wax	Han Denk Chemistrys, Korea
Inlay wax	Whip-Mix Co.,-U.S.A.
Margin wax	Heart Man Dental Co.,-U.S.A.
Sprue wax	Han Denk Chemistrys, Korea
Asbestos liner	Korea
Hi-Temp Investment	Whip Mix Co.,-U.S.A.
New Crown Metal	Ruby Dental MFG Co.,-Japan
Wax Cleaner Spray	Shofu, Inc-Japan
Wax separater	Heart Man Dental Co.,-Korea

표 2. Alloy Used in the present study

New crown metal
Ruby Dental MFG Co., Japan
Components - Ni = 70~ 80%*
Cr = 13~ 20%

\* This is a general Ni-Cr alloy component.

표 3. The instruments Used for the experiment

Vibrator	GC Co.-Japan
Vacuum mixer	Whip mix Co.,-U.S.A.
Burnout furnace	Sea ki Electronics Co.,-Korea
Scales	Kyung Inc-Korea
Casting machine	Kerr Co.,-U.S.A.
Sand blastor	Sea ki Co.,-Korea

### 2. 실험방법

#### 1) 시편 제작

Sprue와 wax pattern의 부착부위 형태에 따른 주조성을 정확하고 정밀하게 비교 분석하기 위하여 방충망을 19mm×14mm되게 직사각형으로 자른 후 12gauge 1/2 Round wax를 이용하여 양측 인접변과 아래변, 앞면과 뒷면을 부착시켜 U자형으로 만들었다.

또 sprue와 wax pattern의 부착형태에 따른 수축기포 상태를 알아보기 위해 paraffin wax를 가로·세로 10mm 정사각형 2장을 T자형태로 제작한 후 10gauge sprue wax로 주입선 형태 A,B,C 3종류를 각각 설치한 후 casting ring의 상단과 wax pattern과의 거리를 1/4inch로 맞추어 crucible former에 부착한 다음 casting shrinkage을 방지하기 위해 wax pattern으로부터 1.5mm 하방의 sprue에 reservoir를 부착하였다(그림 1).

이상의 방법으로 제작한 wax pattern의 수는 정확성을 기하기 위해 sprue 종류당 3개의 ring을 제작하여 각각 sprue별 평균 성적을 알아보기 위해 24개의 ring을 제작하였다(표 4).

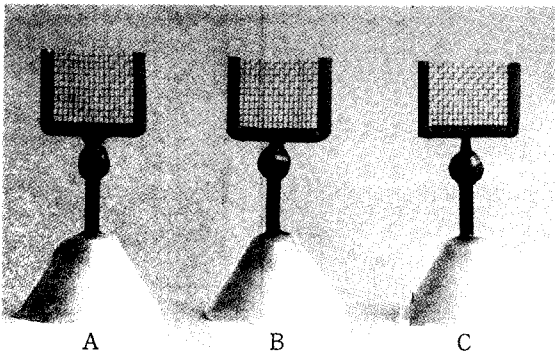


그림 1. wax patterns for castability test

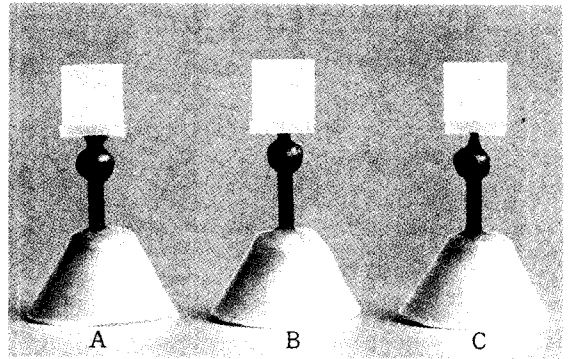


그림 2. wax patterns for shrinkage porosity test

표 4. Numbering of wax pattern

sprue joint form	wax pattern type	wax patterns for castability test				wax patterns for shrinkage porosity test				Total			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Numbering of wax pattern	A	1	1	1	1	1	1	1	1	8			
	B	1	1	1	1	1	1	1	1	8			
	C	1	1	1	1	1	1	1	1	8			
Total		3	3	3	3	3	3	3	3	24			

※ I, II, III, and IV respectively refer to the casting frequencies of four patterns of the same type to measure average score in each experimental pattern, A,B,and C indicate the form of the part attached to sprue and wax pattern.

A = The case when the attached part between the pattern and sprue is more thick than standard sprue, B = when that part is the same size as standard sprue, C = when that part is more thin than standard sprue.

주입선은 3가지 종류를 사용하였는데 crown & bridge 제작시 10gauge round wax sprue를 이용하여 그림 1, 2와 같이 type A, type B, type C로 제작하였다.

wax pattern과 부착부위 형태를 type A-sprue wax가 10gauge 보다 크게 한 경우이고, type B-sprue wax 10gauge 그대로 한 경우이며, type C-sprue wax를 10gauge 축소시켜 14gauge 정도로 하여 각각 동일 조건의 wax pattern에 부착하였는데 충분한 gas 배출을 위해 ring의 상단부

와 1/4inch(약 6mm) 공간을 두었고, 수축다공성을 방지하기 위해 pattern의 1.5mm 하방에 reservoir를 sprue의 2배 크기로 설치하였다.

정확한 주조체를 얻기 위해 매몰하기 전에 시편(plastic screen mesh, paraffin wax)에 모두 wetting agent를 도포하고 직경이 45mm, 길이 50 mm의 metal ring 내면에 asbestos를 ring의 길이보다 약 3mm(1/8inch) 짧게 내장하고 물을 적신 다음 Hi-Tempo Investment를 제조회사의 지시내용대로 매몰 소환하였으며 내용은 표 5와 같다.

표 5. Conditions of Investment & Casting

Alloy	New crown alloy
Investment	Hi-Temp Investment
Manufacture	Whip-mix Corporation U.S.A.
W/P	0.14
Investment	Phosphate bonded
Temperatures of burning out	800°C
The melting temperatures for alloys	1330°C

소환은 매몰 후 실온에서 경화시킨 다음 24시간 후 ring의 방향을 주입구가 아래로 향하도록 electric furnace에 넣고 wax 및 plastic screen

mesh 잔유물을 제거하기 위하여 250°C에서 30분간 계류시켰으며, mold 내의 잔유 gas를 배출시키기 위해 600°C에서 ring의 주입구가 위로 향하도록 바꾸어 놓은 다음 furnace의 온도가 850°C로 되었을 때 다시 30분간 계류시킨 후 주조하였다.

주조기는 spring tension을 이용한 Kerr회사(U.S.A)에서 제작한 원심주조기(centrifugal casting machine)와 Oxygen-Propane gas를 이용하여 각 ring 마다 10g의 New crown metal로 casting 한 후 ring을 공기중에 완전히 bench cooling 시킨 다음 매몰재를 제거하고 50µm의 aluminum oxide sand로 sand blasting 하였다(그림 3, 4).

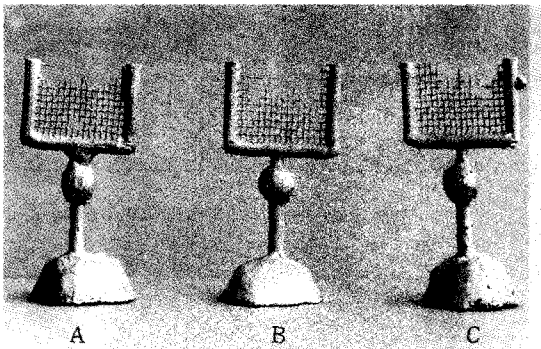


그림 3. Casting body for castability test

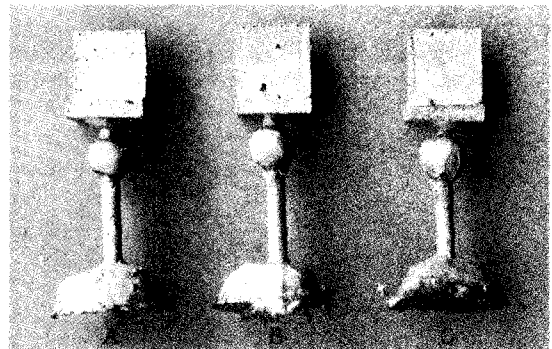


그림 4. Casting body for shrinkage porosity test

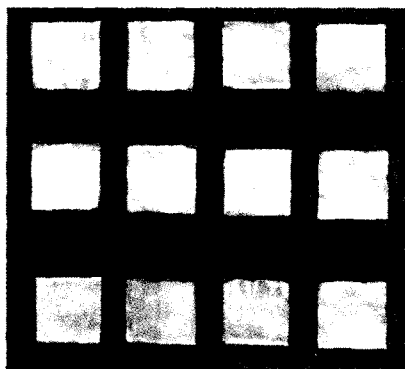


그림 5. Casting body for shrinkage porosity test

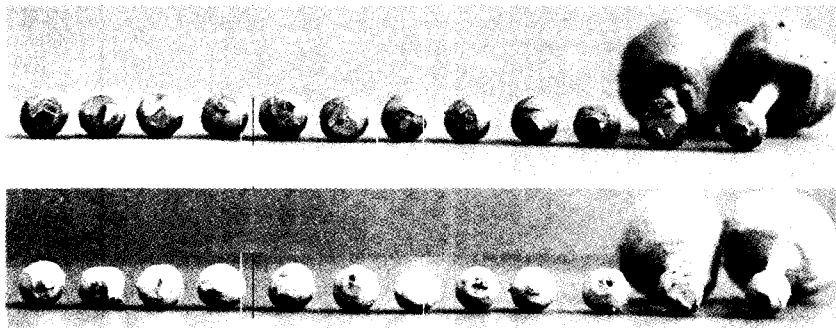


그림 6. Reservoir for shrinkage porosity test

2) 자료측정

본 연구결과 완성된 주조체들을 50 $\mu$ m alumina oxide로 sand blasting 한 후 매몰재 잔사를 제거하기 위해 초음파세척기로 3분동안 세척하였다. 각각의 sprue 형태에 따라 castability를 알아보기 위해 plastic screen mesh casting body (plastic screen mesh 1개당 칸 수는 160개임)의 완전하

나온 칸수를 세어서 백분율로 환산하였으며 wax pattern과 sprue의 부착 형태간의 주조성 평균값의 차이를 비교 분석하기 위해 SPSS/pc+에 의한 ANOVA 통계처리를 하였다.

또한 casting body에 발생하는 shrinkage porosity를 알아보기 위해 casting body와 sprue를 cutting 한 후 관찰하였다(그림 3, 4, 5, 6).

Table 6. The amount of castability statistics in accordance with wax pattern and spruing forms

sprue	Mean	std. Deviation	std. Error	F	P
A Type	87.0313	11.4721	5.7360	.635	.552
B Type	79.2188	13.1337	6.5668		
C Type	87.8125	11.0691	5.5346		
Total	84.6875	11.5229	3.3264		

A type= The case when the attached part between the pattern and sprue is more thick than sprue, B type= when that part is the same size as sprue, C type= when that part is more thin than sprue.

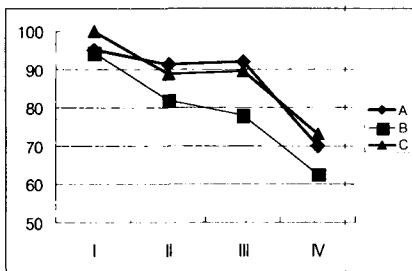


그림 7. A comparison of castability in accordance with casting times by sprue joint forms

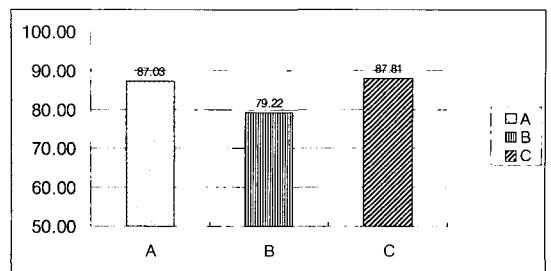


그림 8. A comparison of castability by sprue joint forms

### III. 실험 결과

Sprue의 형태, 길이, 부착부위 형태, 재료, 주입방향 등 많은 부분에 대해 그 동안 많은 연구가 있었고 casting machine 또한 많이 발전하여 최첨단 장비들이 계속 개발되어 castability가 높아지고 있는 것이 사실이다.

그러나 아직도 기자재들의 가격이 고가이기 때문에 임상현장에서도 원심주조기를 사용하고 있는 곳이 많이 있는 실정이다.

그러므로 본 연구는 원심주조기로 casting시 발생하는 castability 문제와 수축공 발생현상을 알아보기 위해 plastic screen mesh를 이용하여 제작한 3종류 pattern, type A(sprue 보다 wax pattern 부착부위를 크게 한 것 4개), type B(sprue와 wax pattern과의 부착부위를 동일하게 한 것 4개), type C(sprue 보다 wax pattern과의 부착부위를 작게 한 것 4개)을 각각 1개의 ring에 매몰(12개 ring)을 하고 burnout, casting 하여 얻어진 casting body를 sand blasting 한 후 각각 pattern의 칸수를 세어서 백분율로 환산하여 평균을 내고 통계처리 하였는데 Table 6, Fig 7, 8에 제시된 바와 같이 type C가 가장 구조성이 우수하였고 그 다음 type A, type B 순으로 구조성이 좋게 나타났으나 각 type별로 큰 차이가 없었으며 비슷한 구조성을 보여 어떤 type이 가장 좋은 spruing 방법이라고 단언하기에는 무리라고 생각되므로 더 심도있는 연구가 요망된다.

또한 각 type별 casting body 수축현상을 비교 분석 해 보기 위해 실험한 결과 각 type별 casting body 모두 양호하게 수축공이 없었고 다만 reservoir에 약간의 수축기포가 발생되어 비교

적 양호한 casting body를 얻을 수 있었는데 그 이유는 수축류를 정확하게 위치시키고 sprue 직경보다 약 2배 정도 크게 부착시켜 주었기 때문이라고 사료되며 결과적으로 본 연구에서는 sprue와 wax pattern과의 부착형태에 따라서 castability나 shrinkage porosity 발생에 크게 영향을 미치지 않았고 다만 수축류의 위치와 크기를 정확히 해 주었을 경우 정확한 casting body를 얻을 수 있다는 사실을 알 수 있었다(그림 4, 5, 6).

### IV. 고 찰

치과보철물의 제작은 다른 어떤 분야보다도 정밀도가 요구되므로 정확한 보철물을 제작하기 위해서는 치과병(의)원에서 환자 구강내의 인상 채득 과정에서부터 치과기공소에서 최종연마 과정까지 모든 과정들이 다 중요하므로 세심한 주의가 요망된다.

특히 치과보철물 제작 과정 중 구조과정은 치과보철물 성패를 좌우하는 과정으로 그동안 국내의 많은 학자들의 연구가 있었는데 구조성에 미치는 요인으로 wax pattern의 크기 및 형태, investment의 종류, sprue의 설치방법, burn out 방법, casting시 wax pattern의 방향 및 구조방법 등이 있으며(Baran, 1983; Preston, 1984) 이에 관한 연구를 살펴보면 sprue 설치방법과 wax pattern의 venting, investment의 두께 등에 관한 연구(Wight, 1980), casting 하는 동안 mold 공간의 방향, mold내의 합금의 유입로와 가스배출, 주입선의 설치 방법이 금속의 구조성에 미치는 영향에 관한 실험적 연구(김응철, 1988), sprue의 길이와 구조압이 비귀금속 합금의 구조성에 미치는 영향에 관한 연구(최석순, 1989), sprue의

재료 및 형태가 주조성에 미치는 영향(최운재 등, 1999), 비귀금속 합금을 이용한 주조체의 주조성과 roughness에 관한 연구(김장주, 1998), 주조시 발생하는 porosity가 sprue의 길이와 굵기에 따라 주조체에 미치는 영향에 관한 실험적 연구(황성식, 2000) 등 많은 연구발표가 있었는데 preston(1977) 등에 의하면 주입선의 부착기술은 잘 이해하기 힘든 숙련의 기술이라고 한 바 있는데 본 연구결과 wax pattern과 부착부위는 C type이 87.8%로 가장 주조성이 좋게 나타났으나 A type 87.0%, B type 79.2%도 비슷한 주조성을 보여 기존의 연구자들 Asgar(1959), Leinfelder(1963), Ryge(1957)의 연구내용인 주입선의 설계에서 주입선의 부착부위는 깔대기 모양 이어야한다 라는 결과를 얻을 수 있었으나 아주 미세한 차이를 보여 sprue 부착부위가 sprue보다 적게 하여 깔대기 모양인 C type이 가장 좋다 라고 단언하기는 어렵다는 결론을 얻었으며 차 후 정확하게 측정할 수 있는 방법과 기술을 개발하여 확실한 결과를 얻을 수 있도록 심도있는 연구가 요망된다.

또한 casting body에 발생하는 다양한 결함에 관한 연구가 계속되어 왔는데 vaidyanathan (1981) 등은 casting body 대부분의 결함들의 원인을 수축성기포, 가스에 의한 기포, 주형내의 가스로 인한 되빨림 현상, 매물재이 함유된 기포, 주형내에 불충분하게 충전되어 고체화된 현상, 표면장력에 의한 불충분한 것등에 의한 것이라 하였고, peregrina(1990) 등은 주조체에 생성되는 다공성은 용융금속이 냉각 수축되는 과정 및 가스오염에 의해 생성된다고 보고하였으며 serickland(1959) 등에 의하면 gold alloy casting 시 발생하는 다공성은 mold내의 가스배출, alloy의 용융온도, ring 내에서 pattern의 위치,

investment의 선택등을 조절할 수 있다면 감소시킬 수 있다고 하였다.

최근 수축에 관한 연구결과를 보면 황성식(2000)의 주조시 발생하는 porosity가 sprue의 길이와 굵기에 따라 casting body에 미치는 영향에 관한 실험적 연구에서 수축공이 되는 원인은 금속이 응고해서 액체로부터 고체로 되는 때에 체적이 수축한다고 하였다.

그러므로 주조체 부분이 응고할 때 체적수축만을 도울 뿐 용탕이 sprue 부분으로부터 공급되지 않으면 수축한 체적만큼 porosity가 casting body의 최후 응고되는 부분에 발생되며 shrinkage porosity를 없애려고 하면 sprue 부분의 응고는 늦게 냉각시키면 된다는 이치로 reservoir를 달아서 sprue 부분의 응고를 늦추기 위한 수단으로 사용했고 sprue를 두껍게 한다든지 짧게 한다든지 함에 따라 같은 효과를 얻으므로 최근에는 이 방법에 의하여 수축공을 없애는 것이 많이 장려되고 있다고 하였다.

이러한 연구결과를 배경으로 wax pattern과 sprue 부위 형태에 따른 수축현상을 실험 해본 결과 type A, type B, type C 모두 casting body와 sprue 부착부위에 shrinkage porosity가 나타나지 않았고 reservoir의 하부에 약간의 shrinkage porosity가 발생되어 casting body에는 아무런 이상 없이 양호한 casting body를 얻을 수 있었다.

casting body와 sprue사이에서 발생하는 shrinkage porosity는 reservoir의 크기를 wax pattern의 sprue 부착부위 두께보다 더 크게 하고 casting body를 disk로 cutting 할 수 있는 공간만 두고 최대한으로 가깝게 부착시켜주며 ring의 열지대를 피해서 위치시키고 매물한 후 Burnout 시킬 때 충분한 온도와 계류시간을 갖



은 다음 casting 한다면 shrinkage porosity 발생을 예방할 수 있으리라 사료된다.

결과적으로 본 연구결과 wax pattern과 sprue와 부착형태에 따라 castability에 크게 영향을 미치지 않은 것으로 나타났고 또한 shrinkage porosity의 발생에도 영향을 미치지 않는 것으로 나타났으나 전혀 영향이 없다라고 단언하기에는 무리가 있다고 생각된다.

실험에 사용되었던 wax pattern의 숫자가 적었고 측정에 있어서 정밀기계 등을 사용하지 않고 육안으로 측정했기 때문에 차후 최신 재료와 장비 등을 이용한 심도있는 연구가 요망된다.

## V. 결 론

치과보철물 제작시 wax pattern과 sprue 부착부위 형태가 주조성과 수축공 발생에 미치는 영향을 알아보기 위해 wax pattern과 sprue의 부착부위를 type A, type B, type C로 제작하여 실험 후 비교 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 주조성은 type C(87.8%), type A(87.0%), type B(79.2%) 순으로 나타나 type C일 때 가장 주조성이 좋았으나 통계학적으로 유의한 차이는 없었으며 비교적 모두 양호하였다.
2. Reservoir를 충분한 크기로 정확한 위치에 형성해 줄 경우 type A, type B, type C 모두 Casting body에 Shrinkage porosity가 발생되지 않았다.
3. Reservoir 하부에 type A, type B, type C 순으로 Shrinkage porosity가 발생되었는데 Casting body에는 아무런 영향은 없으나 type C 형태로 제작하는 것이 Porosity가

가장 적게 발생될 수 있으리라 사료된다.

## 참고 문헌

- 김부섭, 박익민. 치과정밀주조학. 대학서림, 1994.
- 김웅철. 주입선의 설치방법이 금속의 주조성에 미치는 영향에 관한 실험적 연구. 대한치과기공학회지, Vol. 10, No. 1, 1988.
- 김장주. 비귀금속 합금을 이용한 주조체의 주조성과 Roughness에 관한 연구. 대한치과기공학회지, Vol. 20, No. 1, 1998.
- 정경풍, 최운재. 국부의치 제작에 사용되는 Chrome Cobalt Alloy 주조시 매몰방법과 주조방향이 주조성에 미치는 영향에 관한 연구. 대한치과기공학회지, Vol. 21, No. 1, 1999.
- 최석순. Sprue의 길이와 주조압이 비귀금속 합금의 주조성에 미치는 영향에 관한 연구. 대한치과기공학회지, Vol 11, No. 1, 1989.
- 최운재, 신무학, 김연수. 치과보철물 제작시 사용되는 sprue의 재료 및 형태가 비귀금속 합금의 주조성에 미치는 영향에 관한 연구. 대한치과기공학회지, Vol. 21, No. 1, 1999.
- 한택선. 보존수복기공학, 대학서림, 1996.
- 황성식. 주조 및 발생하는 porosity가 sprue의 길이와 굵기에 따라 주조체에 미치는 영향에 관한 실험적 연구. 대한치과기공학회지, Vol. 22, No. 1, 2000.
- Baran GR. The Metallurgy of Ni-Cr Alloys for Fixde Prosthodontics. J. Prosthet Dent, 50:639, 1983.
- Huget EF et al. IADA annual melting, London, 1978.

Presswood RG. The Castability of Alloys for Small Castings. J Prosthet Dent, 50:36, 1983.

Preston JD. The metal-Ceramic Restoration: The Problems Remain. Int J Periodont Restorative Dent, 5:8. 1984.

Vaidyanathan TK, Schlman A, Nielsen JP, Shalita S. J. Dent. Res., 60:59-66, 1981.

Wight RA, Grisius RJ, Gaugler RW. E valuation of three variables affecting Thee Casting of base Metal alloys. J Pro Dent, 43:415, 1980.