

# 국산치과용 저금합유합금의 치경부 변연의 구조적합성에 관한 연구\*

서울대학교 치과대학 보철학교실

장     익     태

## A STUDY ON THE MARGINAL FITNESS OF LOW GOLD ALLOYS (Au-Ag-Pd ALLOYS) MANUFACTURED IN KOREA

Ik Tae Chang, D.D.S., M.S.D.

*Dept. of Prosthodontics, College of Dentistry, Seoul National University*

..... > Abstract < .....

The purpose of this study was to evaluate the fit of low gold alloys (gold-silver-palladium alloys) and casting technic (induction and gas centrifugal method) manufactured in Korea and to compare them with type III conventional gold alloys.

Three commercially available gold-silver-palladium alloys (type A, type B, and type C alloys) and type III conventional gold alloys were selected for this study.

Twenty two full cast crowns were made on epoxy resin dies and their marginal adaptation on each die were compared.

All castings were placed on the respective dies and the marginal discrepancies were measured on the photomicrometer microscope.

The obtained results were as follows:

1. The type III conventional gold alloys were measured superior in terms of marginal fitness.
2. Induction casting technic showed better fitting castings than gas centrifugal casting technic.
3. The marginal fitness of low gold alloys were shown in the below order from the the highest value ;

Induction casting technic ; Type A, Type B, Type C.

Gas centrifugal casting technic : Type C, Type A, Type B.

4. All castings evaluated in this study were shown marginal discrepancies, but castings made a low gold alloy were nearly comparable to those made of type III gold alloy in terms of fit and marginal completeness.

It was concluded that low gold alloys that are commercially available can be used without any marked loss in the quality of casting fitness.

\*본 연구는 1982년도 서울대학교병원 임상연구비 보조로 이루어진 것임.

## — 목 차 —

- I. 서 론
- II. 실험재료 및 실험방법
- III. 실험성적
- IV. 총괄 및 고안
- V. 결 론
- 참고문헌
- 영문초록

### I. 서 론

치과주조용 합금의 주조법이 치과임상에 응용되기 시작하면서 주조합금에 의한 보철물 제작이 치아결손을 수복하는 수단으로서 만족한 방법으로 이용되어 오고 있다.<sup>3)</sup>

금관 및 가공의치 제작을 위한 주조합금으로서 미국치과의사회 재료규격 제 5호의 3형 합금이 일반적으로 보편화되어 응용되고 있고 그의 Ni-Cr 합금, Ag-Pd 합금, Au-Ag-Cu-Pd 합금 및 저금함유합금도 응용될 수 있으나 어느 종류의 합금이든가 물리적 성질과 변색, 부식에 대한 저항성을 만족시켜야 할 뿐 아니라 양호한 주조성과 주조적합성, 연마과정과 제작과정의 간편성 나아가서는 납착이 용이한 기술적인 문제를 충족시킬 수 있어야 하겠다. 동시에 환자의 구강내 생체적합성이 우수하여야 할 것이다.<sup>1), 5, 8, 9, 13, 14, 15, 19, 20, 21, 22, 30, 45)</sup>

1930년대에 세계경제공황에 따른 Co-Cr 합금이 국소의치 제작에 응용되기 시작했으며 우수한 대용합금의 출현계기가 되었다.

특히 금관 및 고정가공의치의 보철용 합금의 경제성을 충족시키기 위한 수단으로서 Au-Ag-Cu-Pd 합금이 1933년에 제조회사에 의해서 귀금속 함량의 차이를 두고 소개되었고, 1974년에는 Ag-Pd 합금의 시판이 시작되면서 일부 보철물제작의 응용에 시도되고 있는 실정이다.

특히 최근 수십년간 미국치과의사회 재료규격 제 5호에서 요구하는 치과주조용 합금의 귀금속함량을 감소시키면서 임상적 요건을 충족시키려는 노력이 계속되었던 것은 귀금속의 폭동에 기인한 것이다.

국내에서도 저금함유합금이 임상에서 우수한 제조업자에 의해서 소개되었으나 적합성에 관한 연구

가 결여된 상태에서 응용되고 있는 실정이며, 그 기준도 또한 모호한 상태인 것으로 사료된다.

저금함유 합금의 연구는 미국의 치과주조용 합금 제조회사의 연구가 계속되고 있으며<sup>17, 23, 24)</sup>, Nitkin과 Asgar<sup>20)</sup>, Huget의 2인<sup>19, 20)</sup>, Huget와 Civjan<sup>21)</sup>, Dale과 Moser<sup>6, 9)</sup>, Gettleman과 Harrison<sup>12)</sup>, Gettleman<sup>14)</sup>, O' Bree'n<sup>31)</sup>, Moffa의 3인<sup>27)</sup>, Maffa<sup>28)</sup>, Meyer의 2인<sup>26)</sup>, 등의 연구가 있다. 또 주조체의 변연적합성에 관한 연구로서는 Fusayama<sup>11)</sup>는 정밀모형 시편에서 주조체의 적합성을 연구했고 Suffert와 Mahler<sup>37)</sup>는 납형과 주조체 상호간의 변형의 차이에 관하여 연구했으며 Teteruck와 Mumford<sup>40)</sup>는 Ag-Pd 합금의 변연적합성의 연구와 Custer와 Desalvo<sup>7)</sup>는 feeler gauge를 이용한 전부주조금관의 변연의 주조시 오차를 측정하는 연구가 있다. 또 Schnell의 2인<sup>36)</sup>은 micrometer microscope를 이용하여 변연적합성과 장착정확성을 비교연구했으며 Hollenback과 Rhoads<sup>16)</sup>는 주조체와 시편간의 수은을 적용했을 때의 정량분석에 따른 적합성을 연구했다. 또 최근의 연구로서 Moffa의 3인<sup>27)</sup>과 Huget의 2인<sup>20)</sup> 등은 귀금속합금과 비귀금속 합금의 물리적 특성을 비교한 결과 비귀금속 합금의 특성도 우수한 것으로 보고한바 있다. Dale과 Moser<sup>9)</sup>는 Ag-Pd 합금을 사용한 실험에서 금관적합성에 대한 개념은 항상 일정한 기준을 세우기는 곤란한 문제라고 규정했다. 또 Dedmon<sup>10)</sup>은 촉감에 의한 적합성의 정도를 측정했고, 이때의 측정치는 30 $\mu$ ~200 $\mu$ 의 정도임을 보고했다.

Taylor와 Paffenbarger<sup>39)</sup>, Suffert와 Mahler<sup>37)</sup>, Teteruck와 Mumford<sup>40)</sup>, Nitkin과 Asgar<sup>30)</sup>는 주조방법과 주조기술에 따른 주조체의 적합성을 비교연구한 바 있다. 또 Bjorndal과 Sahs<sup>4)</sup>는 아말감과 금인레이에서 변연부 적합성을 미세형광법으로 확대하여 연구하였고, Fusayama의 2인<sup>12)</sup>은 모형과 주조체 시편간의 간격이 30 $\mu$ 이하의 경우에는 접촉과 정중에서 야기되는 시멘후경에 의한 변연적합성이 불량하다는 것을 주장한바 있다.

국내시판저금함유합금의 치경부 변연의 적합성을 비교연구한 경우는 최소한 실정에 비추어<sup>43, 44, 46)</sup>본인은 금함량이 50% 이하인 저금함유합금과 제 3형 치과주조용합금에 해당되는 치과주조용 귀금속합금을 주조방법의 차이에 따라서 치경부 변연적합성을 비교연구하여 임상적 적용의 한계를 구명코자 본 연구에 착수하였다.

## II. 실험재료 및 실험방법

### 1. 지대치

동일한 조건을 부여하기 위해서 하악좌측 제일대구치의 합성수지치아에 전부주조 금관을 위한 지대치 형성을 하고 복제하였다. 주지대치는 균일하게 1mm삭제하고 변연부는 chamfer로 하였으며 경사도는 협설로 10°, 근원심으로 8°로 하였다.

치과용 합성수지로 개인용 인상트레이를 제작하여 고무인상재(Surflex, F. 일본 G-C회사제품)로 인상채득하고 30분후에 die resin(Pri-die resin, 미국 Jelenko회사)을 주입하였다. 12시간 후에 인상체에서 레진모형을 분리하고 공기중에 방치하였다.(Fig. 1)

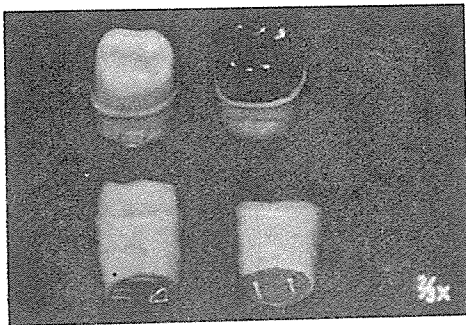


Fig. 1. Epoxy resin master die.

### 2. 주조금관시편의 제작

가) 레진모형과 시편제작 : 주지대치에서 인상에 의한 22개의 모형을 제작하고 현재 국내에서 사용되는 치과주조용 저금함유합금과, 비교합금으로서 제 3형 귀금속합금을 실험재료로 하였다(Table 1).

시편을 저금함유합금의 경우 A형, B형, C형 합금시편을 각각 3개씩 3형합금의 시편을 2개씩 제작하고 다시 원심주조방법과 고주파 주조방법에 따른 연구를 위해서 총 22개의 시편으로 분류했다.

나) 납형의 제작 : 레진모형에서 분리제를 도포하고 납형변형을 최소로 하기 위하여 모형의 교합면, 근원심면, 협설면 부위의 치경부 1/3부위를 제외하고 28 ga. green sheet wax를 적합하고 치경부 1/3부위는 regular inlay wax(Kerr 회사제)를 첨가하여 납형을 제작하였다. 교합면설측에 10 ga. wax로서 주입선을 설치하고 10mm 부위의 주입선에 수축류를 형성했다.

다) 매몰과 주조 : 납원형 세척제로서 세척하고 한개의 원추대에 3개씩의 납형을 식립하고 매몰하였다. 사용된 매몰재는 gypsum-bonded investment (Shofu회사 일본)로서 혼수비는 0.35이며 제조회사의 지시에 따라서 진공 혼합하였으며 주조링의 내면에는 asbestos liner를 사용하여 이장하였다.

매몰후 24시간 경과하여 링을 실온의 전기로속에서 약 한시간 동안 1300° F까지 온도를 올려 소환하고 30분간 heat soaking시킨후 각 합금을 10gm씩 사용하여 주조하였다.

원심주조방법은 아세틸렌 가스를 사용하여 합금을 용융시켰으며, 원심주조기(Kerr회사)를 3회 회전할 수 있도록 조정후 주조하였다

고주파주조방법은 Castron-8 H. F. induction casting machine(Yoshida 일본)을 사용하여 주조하였다.

주조후 약 10분간 bench cooling시킨후 물속에서 급냉하였으며 매몰재를 제거한 시편을 확대경으로 검사하여 기도발생 유무를 확인하고 레진 모형에서 적합정도를 확인하였다(Fig. 2 및 Fig. 3).

라) 시편절단 및 측정방법 : 주조된 시편을 레진 모형에 finger press로 부착시키고 부착된 주조시편을 24시간 경과후 epoxy수지(clear epoxy resin)에 포매하고 water spray하에 절단기(Buhler 회사)를 사용하여 치아교합면 중앙부에서 수직으로 협설방향에서 절단하였다. 절단면은 150~600grit의 si-

Table 1. Alloys and compositions studied

Compositions Alloys	Au(%)	Ag(%)	Pd(%)	Pt(%)	others(%)
Type A	45.00	40.20	5.76	—	9.04
Type B	45.00	26.90	6.83	—	21.07
Type C	47.10	29.03	6.98	—	16.92
Type III	70.00	10.00	—	10.00	10.00

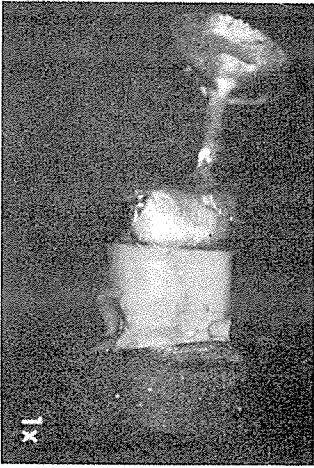


Fig. 2. Casting seated on master die.

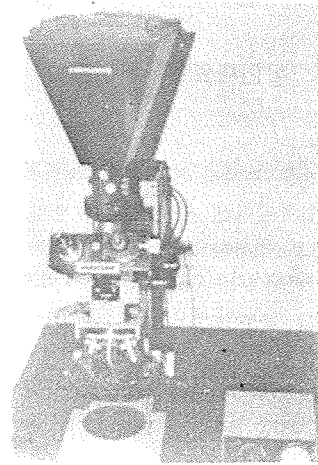


Fig. 4. A micrometer microscope for measurement.

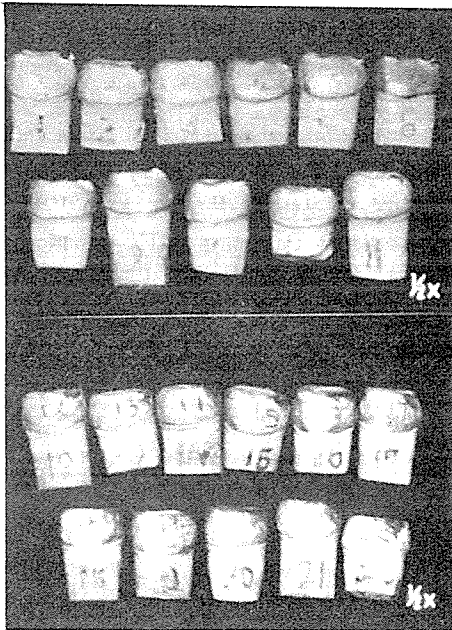


Fig. 3. All test specimens.

licone carbide paper로 연마하고 증류수로 세척후 건조 시켰다.

지대치와 시편치경부 변연의 적합성을 측정하기 위하여 금속현미경 (Balplan microscope, Bausch of Leomb 회사)으로 50배 확대하여 1/100mm 정확도를 micrometer eye piece로 계측했으며 (Fig. 4), 치경부 chamfer부위와 접촉기시부위, 증착부위와 이 두부위의 중간부위 등 협축 설측에서 각 3회씩 한시편당 6회씩 측정하여 평균치 및 표준편차를 산출하였다.

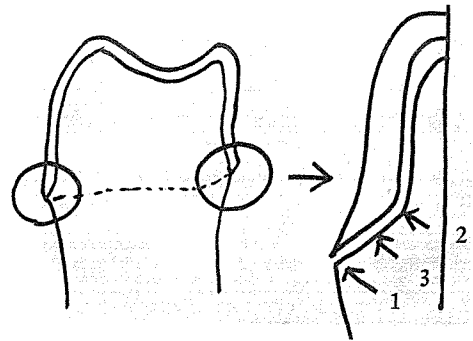


Fig. 5. Diagram showing the location for the measurements of fitness between specimens and dies.

### Ⅲ. 실험성적

치경부에서 주조시편의 변연적합성의 정도를 측정하여 주조금속의 종류와 주조방법에 따라서 각각의 평균치와 표준편차를 산출하였다 (Table 2). 측정수치는 한 시편당 6개 부위에서 저금함유합금 A, B, C의 경우는 각 시편당 12개 부위에서 귀금속함유합금 3형의 경우는 12개 부위에서 얻어진 성적이다.

주조적합성의 정도는 원심주조법에서는 제 3형합금이 우수했으며, 저금함유합금의 경우는 C형 A형 B형 순위로 나타났으며 고주파 주조법에서는 역시 제 3형합금이 우수했으며 저금함유합금의 경우는 A형, B형, C형 순위였다 (Fig. 6, 7, 8, 9). 또 finger press로서 모형에 시편을 적합시에 촉감으로서 적합성을 느끼는 정도는 원심주조체 보다 고주파주

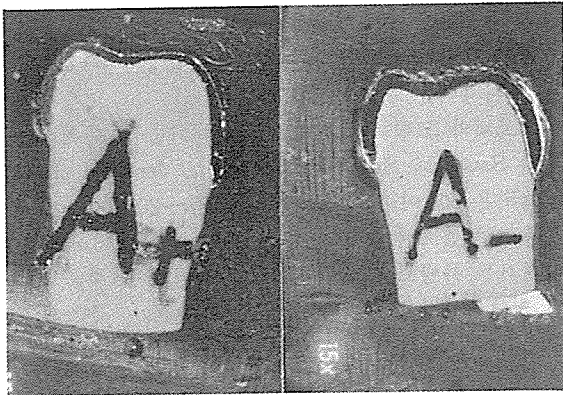


Fig. 6. A+ : Cross section of a better fitting type A alloys.  
A- : Cross section of a poor fitting type A alloys.

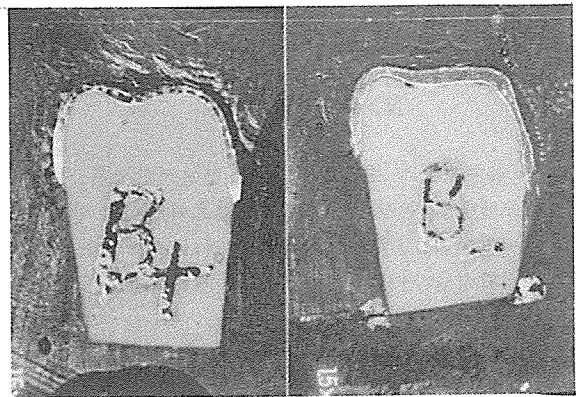


Fig. 7. B+ : Cross section of a better fitting type B alloys.  
B- : Cross section of a poor fitting type B alloys.

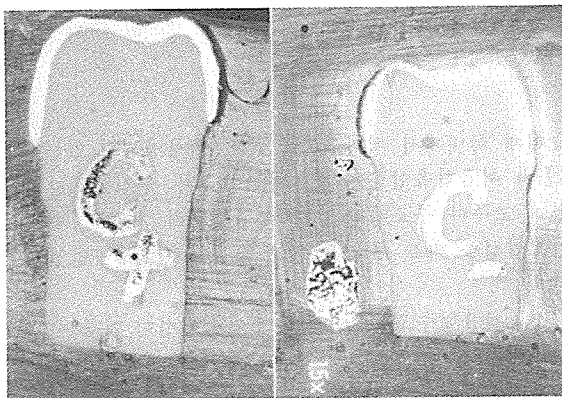


Fig. 8. C+ : Cross section of a better fitting type C alloys.  
C- : Cross section of a poor fitting type C alloys.

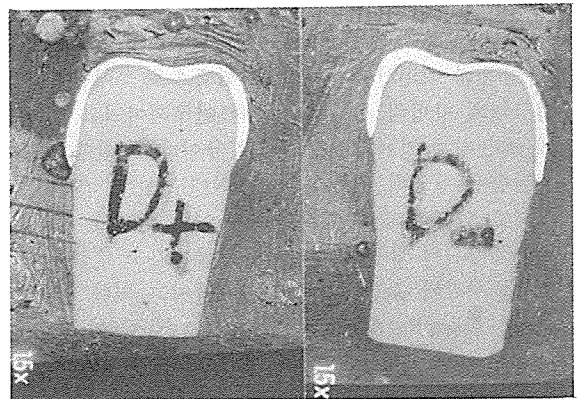


Fig. 9. D+ : Cross section of a better fitting type III alloys.  
D- : Cross section of a poor fitting type III alloys.

Table 2. Marginal fitness

Casting Method Alloys	Induction casting	Torch and centrifugal casting
Type A	12.78* (12.67)**	65.89 (44.04)
Type B	22.78 (17.12)	85.61 (35.25)
Type C	39.00 (38.10)	56.22 (46.24)
Type III	10.67 ( 5.11)	28.67 (11.01)

\* Mean Value

\*\* Standard deviation

Marginal fitness in micron

조체에서 밀착되는 정도가 우수함을 인정할 수 있었다.

#### IV. 총괄 및 고안

치관수복물의 주조체에 의한 변연적합성의 문제는 오랫동안 논쟁의 대상이 되었으며, 이와 관련된 많은 연구가 진행되고 있다. 그러나 주조체의 변연의 정확성을 판단하는 기준을 설정하기에는 충분한 결과를 제시하지는 못했다.

일반적으로 주조체의 적합성을 측정하는 연구는 옅리한 치과용탐침을 사용한 육안적 측정방법에 의한 주조체의 모형적합정도를 임상적으로 측정한 기본연구방법으로 부터 mercury displacement, photomicrographic technic이 있으며 Mumford<sup>29)</sup> 와 Fusayama<sup>12)</sup>의 주조체 내면과 모형과의 시멘트층 후경과의 관계를 연구하는 방법등이 응용되고 있다.

세계적으로 귀금속 특히 금의 생산제한성과 가격의 앙등에 기인한 치과주조용 합금으로 이용되는 합금대체 방법의 시도가 꾸준히 연구되어지고 있는데 최근에는 경제성있는 주조합금이라고 할수있는 저금함유 합금의 임상적 응용범위에 관한 연구가 증가되고 있으며 금의 함량이 60%이하 이거나 42%~55%범위의 합금을 저금함유합금이라고 규정하고 수복물제작에 조심스럽게 추천되어지고 있다.<sup>15)</sup> Nitkin과 Asgar<sup>30)</sup>, Asgar와 Arfaei<sup>2)</sup>는 Ni-Cr합금, Ag-Pd 합금, Au-Ag-Pd합금과 50%저금함유 합금과의 주조적합성을 상호비교 연구한 결과 제 3형 금합금의 대치합금으로서의 가능성을 주장하고 있으며, Dale과 Moser<sup>9)</sup>는 순금함량이 주조체 변연 적합성에 영향을 미치는 절대적 요인은 될 수 없을 것이라면서 Ag-Pd합금의 사용도 무방하다고 주장했다.

일반적으로 주조체변연부 적합성에 영향을 미치는 요인은 주모형자체의 변형, 납형제작 과정시의 변형, 매물재의 경화팽창, 주조체내면의 조잡성, 주조시의 금속의 용융온도, 주조방법에서의 압력차이 등의 기공기술상의 문제에 큰 비중을 두고 있는 것이다

따라서 본 연구에서 고주파 조주방법이 원심주조방법보다 주조체의 모형 적합성이 육안적으로나 측각에 따른 판단뿐 아니라 주조체 변연부의 적합정도가 우수한 결과로 나타났기 때문에 추천할 수 있는 방법이라 하겠다. 이는 Nitkin<sup>30)</sup>의 연구에서도 일치되는 결과라고 하겠다.

또 제 3형귀금속합금이 저금함유합금 상호간에서 보다 주조체의 변연적합성은 우수한 것으로 평가됐으며 저금함유합금 상호간의 주조적합성의 비교는 큰 유의차이를 보이지 않았다.

주조체와 모형과의 변연적합성의 기준을 측정할 결과 Sausen과 Serr<sup>35)</sup>는 20 $\mu$ ~40 $\mu$ , Jenkin과 phillips<sup>22)</sup>은 50 $\mu$ 이내, Pedmon<sup>10)</sup>은 30 $\mu$ ~200 $\mu$ 의 변화를 관찰했으며, Fusayama<sup>12)</sup>등은 오히려 30 $\mu$  이내에서는 시멘트에 의한 영구접착과정에서 주조체의 변연적합성은 불량한 결과를 보인다고 주장했다. 또 윤, 김<sup>43, 44)</sup>의 연구에서는 귀금속합금의 변연적합성은 일반적으로 우수했으며 변연부의 적합성의 정도차이는 주조체 완성후에 필연적으로 나타나는 현상으로 보고하고 있다. Teteruck<sup>40)</sup>의 연구에서 순측면에서 제 3형금합금의 적합도가 19 $\mu$ 이라고 한 결과는 본 실험의 10, 67 $\mu$  및 28.67 $\mu$ 의 결과와 유사한 측정치를 보이고 있다.

#### V. 결 론

현재 국내에서 치관수복물 제작에 응용되고 있는 3종의 저금함유합금과 제 3형금합금의 원심주조방법과 고주파 주조방법에 따른 주조체의 치경부 변연적합성을 비교 연구한 결과 다음의 결론을 얻었다.

1. 제 3형주조용금합금의 변연적합성이 가장 우수하였다.
2. 주조체의 변연적합성은 고주파 주조방법에서 원심주조방법보다 양호하였다.
3. 저금함유합금의 변연적합성은 고주파주조시편에서는 A형, B형, C형 순위로 우수했으며, 원심주조시편에서는 C형, A형, B형 순위로 나타났다.
4. 저금함유합금과 제 3형주조용금합금과의 주조체에서 치경부 변연적합성의 정도가 정확하게 밀착되지는 않았다. 그러나 적합성의 정도는 저금함유 합금과 제 3형주조용금합금의 비교에서 관찰한 결과 저금함유합금의 주조법에 따라서는 임상적 응용의 가능성이 있다고 사료된다.

#### 참 고 문 헌

1. Asgar, K.: Melting and casting of alloys. Proceedings. Alternative to gold. alloys in

- dentistry. DHEW publication No. (NH) 77-1227, pp. 166-185, 1977.
2. Asgar, K. and Arfaci, A.H.: Castability of some crown and bridge alloys, *J.Dent. Res.*, 56(B): B123, 1977.
  3. Asgar, k., Mahler, D.B., and Peyton, F.A.: Hygroscopic technique for inlay casting using controlled water additions. *J. Pros. Dent.* 5:711, 1955.
  4. Bjorndal, A.M. and Sahs, E.A.: Comparative microphotographic study of marginal adaptation of amalgam and gold inlay restorations. *Iowa. Dent. J.*, 46:12, 1960.
  5. Caputo, A.A., and Reisbick, M.H.: Mechanical properties of a nonprecious type III alloy, *J. Dent. Res.*, 54(2):428, 1975.
  6. Coy, H.D.: An application of recent development in inlay casting, *J.A.D.A.* 20:212, 1933.
  7. Custer, F., and DeSalvo, J.C.: The accuracy of castings produced by various investments. *J Prosthet Dent* 19:273, March 1968.
  8. Dale, J.W., and Maser, J.B.: A clinical evaluation of semiprecious alloys for dowels and cores, *J. Prosthet. Dent.*, 38:161, 1977.
  9. Dale, J.W., and Moser, J.B.: Semiprecious alloys for cast restorations: A preliminary report. *J. Prosthet. Dent.* 38:627, 1977.
  10. Dedmon, H.W.: Disparity of expert opinions on the size of acceptable margin Openings. *IADR Program and Abstrats*, No. 150, 1981.
  11. Fusaymana, T. Factors and technic of precision casting: part II. *J Prosthet Dent.* 9:468 May-June 1959.
  12. Fusayama, T., Ide, K., Kurosu, A. and Hosoda, A.: Cement thickness between cast restorations and preparation walls, *J. Prosthet, Dent.* 13:354, 1963.
  13. Gettleman, L., and Harrison, J.D.: Improved tensile specimen for dental casting gold alloys, *J. Dent. Res.* 48:278-281, 1969.
  14. Gettleman, L.: Status report on low-gold-content alloys for fixed prostheses, *J. Amer. Dent. Assoc.* 100:237, 1980.
  15. Goldfogel, M.H. and Nielsen, J.P.: Dental casting alloys: An update on terminology, *J. Prosthet. Dent.*, 48:340 Sept. 1982.
  16. Hollenback, G.M., and Rhoads, J.E.: A study of the behavior of pattern wax. part I, *J. South, California D.A.* 27: 298, 1959.
  17. Howmedica, Inc., Chicago, Ill, 60632.
  18. Howard, W.S., Newman, S.M., and Nunez, L.J.: castability of low gold content alloys, *J. Dent. REs.* 59:824, 1980.
  19. Huget, E.F., Dvivedi, N., and Cosner, H.E.: Properties of two Ni-Cr Crown and bridge alloys for porcelain veneering, *J. Amer. Dent. Assoc.* 94:87-90, 1970.
  20. Huget, E.F., Civjan, S., and Diviedi, N.N.: Characterization of two newly developed Ni-Cr alloys, *J. Dent. Res.* (special issue) 53:328, abstract. No. 733, 1974.
  21. Huget, E.F., and Civjan, S.: Status report on palladiumsilver based crown and bridge alloys, *J. Amer. Dent. Assoc.* 89:383, 1974.
  22. Jenkins, C.B.G. and Phillips, R.W.: An evaluation of five inlay investing technics employed with five differing types of wax patterns,, *J. Prosthet. Dent.* 25:211, 1971.
  23. J.F. Jelenko & Co.: Crown and bridge construction, New Rochelle, N.Y., ed. 6, 1974. pp. VII-1-VII-8.
  24. J.M. Ney Co.: Ney alloys specifications and technics, Bloomfield,Conn., 1978.
  25. Markley, M.R.: Compensation by thermal expansion,, *J. Prosthet. Dent.* 3: 419, 1953.
  26. Meyer, J.M., Payan, J., and Nally, J.N.: Evaluation of alternative alloys to precious ceramic alloys, 1. Mechanical properties, *J. Oral Rehabilitation*, 6:291-309, 1979.
  27. Moffa, J.P., Lugassy, A.A., Guckes, A.D., and Gettleman, L.: An evaluation of non-precious alloys for use with porcelain veneer, Part 1: Physical properties, *J. Prosthet. Dent.* 30:424-421, 1973.
  28. Moffa, J.P.: Physical and mechanical proper-

- ties of gold and base metal alloys. Proceedings. Alternative to Gold alloys In dentistry, DHEW publication No. (NIH) 77-1227, pp. 81-93, 1877.
29. Mumford, G.: Gypsum bonded casting investments, Univ. of Sydney, Thesis, 1959.
  30. Nitkin, D.A., and Asgar, K: Evaluation of alternative alloys to type III gold for use in fixed prosthodontics. J Amer. Dent. Assoc. 93 622, 1976.
  31. O'Brien, W.J.: Evolution of dental casting. Proceedings. Alternative of gold alloys in dentistry, DHEW publication No. (NIH) 77-1227, pp. 209, 1977.
  32. Phillips, D.W.: Controlled casting, JADA, 22:439, 1935.
  33. Pruett, E.C.: Accuracy evaluation of the indirect method by mercury micromasurement, J. South. California D.A., 29:368, 1961.
  34. Sahs, E.A., and Wick, J.H.: Determining the accuracy of inlays by mercury micromasurement, D. Progress 3:26, 1963.
  35. Sausen, R.E. and Serr, H.H.: Use of gold alloys in small castings and thermal expansion technics. Dent. Clinic. North. Am., 1958.
  36. Schnell, R.J. Mumford, G., and Phillips, R.W.: Evaluation of phosphate bonded investments used with a high fusing gold alloy. J Prosthet Dent. 13: 324, March-April 1963.
  37. Suffert, L.W., and Mahler, D.B.: Reproducibility of gold castings made by present day dental casting technics. JADA. 50:1, Jan. 1955.
  38. Taggart, W.H.: A new and accurate method of making gold inlays, Dent. Cosmos. 49: 1117-1121, 1907.
  39. Taylor, N.D. and Paffenbarger, G.C.: A survey of current inlay casting technics. JADA, 17:2058, 1930.
  40. Teteruck, W.R., and Mumford, G.: The fit of certain dental casting alloys using different investing materials and techniques, J. Prosthet. Dent. 16:910- 927, Sept-Oct. 1066.
  41. Van Horn, C.S.: Casting: A review and commentary, including a technique, D. Cosmos 52:872, 1910.
  42. Volland, R.H., and Paffenbarger, G.C.: Cast gold inlay technic as worked out in the cooperative research at the national bureau of standard and applied by a group of practicing dentists. J.A.D.A., 19: 185, 1932.
  43. 윤창근 : 도재용착주조금관에 사용되는 각종합금에 따르는 치경부 변연의 적합성에 관한 연구. 고려의기대잡지, 제 7 권 제 1 호, p23-27, 1976.
  44. 김광남 : 도재용착주조금관의 치경부 변연의 적합도에 관한 연구. 서울대학교 치대학술지, 제 4-1 권, 1979.
  45. 장익태 외 : 한국산 치과 주조용저금합금의 조성 및 기계적 성질에 관한 비교 연구, 대한치과 보철학회지, 제19권 제 1 호, 1981.
  46. 김철위 : 치과주조용 금-은-팔라듐 합금의 주조정밀도 측정에 관한 연구. 대한치과기재학회지, 제 8 권 제 1 호, p. 7-16, 1981. -