

Repaired Amalgam의 접촉면에 관한 연구*

서울대학교 치과대학 보존학교실

엄 정 문

A STUDY ON THE INTERFACE OF REPAIRED AMALGAM

Chung-Moon, Um., D.D.S.

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

..... » Abstract «

The purpose of this study was to observe the interface of the repaired amalgams. Fine cut alloy (Caulk Co., Type 2, Class 1. low copper), Spherical alloy (Caulk Co., Type 2, Class 2, low copper), Tytin (S.S. White Co., Type 1, Class 2, high copper), and Dispersalloy (Johnson and Johnson Co., Type 2 Class 3, high copper) were used for this study.

After each amalgam alloy and Hg measured by the balance were triturated by the mechanical amalgameter (Capmaster, S.S. White), the triturated mass was inserted in the cylindrical metal mold which was 4mm in diameter and 12mm in height and was pressed under the condenser of the same size by the Instron Universal Testing Machine at the speed of 1mm/minute with 80kg.

The specimens removed from the mold (Fine cut amalgam, Spherical amalgam and Dispersalloy amalgam) were stored in the room temperature for 2 days. After each cylindrical specimen was separated from the upper part to bottom with carborundum disk, the partial specimen was adapted in the metal mold, and the new triturated Tytin amalgam was condensed by the weight of 70kg for 10 minutes. The repaired specimen removed from the metal mold, was stored in room temperature for one week, and the bottom surface including both the old amalgam and new amalgam was polished with emery paper from #100 to 1200 and finally on the polishing cloth with 0.05 Al₂O₃ powder suspended in water.

The 2nd electron image of the specimen was observed under scanning electron microscope (JSM-35) and the composition of the phases in each specimen was analyzed by electron probe microanalyzer.

The following results were obtained.

1. There was the distinct area of γ_1 phase between the old amalgam and new amalgam.

* 본연구 논문은 1985년도 서울대학교병원 임상연구비의 일부로 이루어진 것임.

2. The cut surface of γ phase in low copper spherical amalgam showed the irregular feature due to the penetration of γ_1 phase into the cut surface of γ phase.
3. The reaction ring was newly formed near the cut surface of dispersant in dispersal amalgam.

— 목 차 —

- I. 서 론
- II. 실험재료 및 방법
- III. 실험결과
- IV. 고 안
- V. 결 론
- 참고문헌

제1장 서 론

1977년 7월 1일부터 의료보험¹⁾이 개정 시행된 이래 일반대중의 치과내원 횟수가 증가되고 예방치과에 관한 관심도가 높아져 치과질환의 예방 및 조기 치료에 역점을 두는 것으로 치과진료는 전향하고 있다.

구강검진을 하는 과정에서 치아에 발생하는 우식을 찾아 내야하는 것은 물론이고 수복물 주위의 발생하는 2차우식을 검출해야 하는 것은 필수불가결한 일이다.

Robinson²⁾은 아말감과 silicate 충전물을 대상으로 하여 그 수명을 검토한 바 있고, Allan³⁾은 7가지 수복물의 수명을 다각도로 검토한 결과 수복물의 수명을 감소시키는 주요원인은 수복물과 치질변연에 밀폐성의 결여와 2차우식을 들었으며 또는 이런 변연과는 관계없이 수복물과 일정거리를 둔 부위에 우식의 발생을 기술한 바 있다.

아말감충전물주위의 재차우식이나 ditching, 파절이 왔을때 수복물전체를 제거하고 재차수복하는 것이 일반적인 통법으로 시행하여 왔지만 병변이 치수에 확대되지 않고 경조직이나 amalgam의 일부에 국한될 경우 우식된 부위를 제거하고 적절한 유지형태만 부여하여 아말감으로 수복(repair)하면 와동을 크게 하지 않고 치질을 훨씬 많이 보존시킬 수 있다. 그러므로 충전된 아말감을 전체적으로 제거하지 않고 손상된 부위만 처치하여 충전할때 먼저 충전한 amalgam과 새로 충전한 아말감의 접촉

면이 만족스럽게만 접촉된다면 환자에게 치료하는 시간적 경제적 손실을 감소시킬 수 있고 환자의 고통도 덜어 줄 수 있다.

따라서 필자는 충전에 있던 아말감과 새로 충전한 아말감과의 접촉부위를 관찰코저 아말감시편에서 그 일부를 삭제하고 삭제면에 새로운 아말감을 충전하여 그 접촉면을 S.EI와 EP MA로 관찰한바 있어 다소의 지견을 얻어 임상에 응용이 될까하여 이에 보고하는 바이다.

제 2 장 실험재료 및 실험방법

1. 실험재료

저동아말감합금으로서 절삭형 Fine cut alloy (Type II, Class 1, Caulk Co.)와 구상 Spherical alloy (Type II, Class 2, Caulk Co.) 그리고 고통아말감합금인 구상 Tytin alloy (Type 1, Class 2, S. S. White)와 구상과 절삭형의 혼합인 Dispersalloy (Type II, Class 3, Johuson and Johnson Co.)을 선택했으며 수은은 Mallinckrodt chemical work 제품을 사용하였다.

2. 시편제작

재료의 취급은 각 제조업자의 지시에 따라 사용법을 원칙으로 하였고 Hg와 amalgam합금은 천평으로 정확히 정량하여 mechanical amalgameter (Capmaster S. S. White)로 연화한후 직경 4mm, 높이 10mm의 금속 mold에 주입과 동시에 mold 직경에 해당하는 원주형 condenser를 접합시키고 10ton capacity instron universal testing machine으로 하중속도 분당 1mm로 하고 80kg의 압축응력을 가해 응축시키고 시편을 금속 mold에서 제거하고 실온에 2일 방치한 후에 carborundum disk로 원주형시편을 상에서 하로 절단하여 그 일부를 제거하고 이를 다시 mold에 접촉시키고 다른 종류의 아말감을 연화하여 먼저 아말감과 새로운 아말감이 접촉되도록하고 원주형 condenser를 mold에 접촉시켜 70kg의 부

하를 10분간 가하고 난후 시편을 mold에서 제거하여 실온에 1주일간 방치한 후 접촉된 2종류의 아말감이 외부로 노출되도록 아르킬레진에 매몰하고 emery paper # 100에서 1200까지 연마하고 0.05 μm Al_2O_3 분말을 증류수에 용해하여 연마용액을 만든 후에 연마천위에서 이 용액을 가하면서 최종연마하였다. 세부적인 미세구조를 알기 위해서 주사전자현미경(JSM-35)를 이용하여 시편을 etching하지 않고 Secondary Electron Image를 관찰하고 성분분석을 위해 EPMA(Electron Probe Microanalyzer)를 사용하여 아말감의 성분인 Ag, Sn, Cu, Zn 및 Hg의 특성 X-ray image를 관찰분석하였다.

제 3 장 실험성적

Fine cut아말감, Spherical아말감, Dispersal아말감과 Tytin아말감의 S.E.I 및 EPMA조건은 엄^{4,5}, Okabe^{6,7}, Mahler⁸와 Wing⁹와 유사하다.

① Fine cut아말감(Type II, Class I, Caulk Co. low Copper)시편의 일부를 제거하고 Tytin 아말감(Type 1, Class II, S. S. White Co. high copper)으로 repair한 예(Fig-1) : Lathe cut아말감의 γ phase의 형태는 매우 불규칙하고 기질(γ_1 phase)보다 약간 더 검은 색으로 기질에 의하여 둘러싸여 있다. 기질에 가끔 간헐적으로 불규칙한 형태의 작은 섬모양의 γ_2 phase은 γ phase보다 훨씬 검은 색

으로 보이며, γ phase에서 농도가 훨씬 짙은 흑색의 ϵ phase가 관찰된다.

Tytin 아말감에서 구상입자가 다양한 크기의 둥근 입자로 구성되어 있고 입자의 표면은 경계가 모호하고 구상입자 표면 근처에서 조밀한 그물망 형태의 η 결정체가 불연속적으로 운집함을 볼수 있다. η 결정체는 γ_1 기질에 의하여 둘러싸여 있다.

Lathe cut아말감과 Tytin아말감의 접촉면의 소견은 Lathe cut아말감의 시편을 절단해서 Tytin 아말감을 접촉시켰기 때문에 Lathe cut아말감의 γ phase가 접촉면에서 일직선상으로 절단된 모양을 보이고 Tytin아말감의 core주위에 그물망 형태의 η 상은 일정후경의 γ_1 phase를 두고 Lathe cut아말감과 경계를 이루고 있다. Tytin아말감의 Core 주위에 η 상이 직접 Lathe cut아말감의 γ phase에 접촉된 것은 없고 항상 γ_1 phase의 일정후경이 존재한다. 그리고 두 아말감의 기질 γ_1 phase의 구별은 없고 void나 구별은 볼수 없고 γ_1 phase에 의해서 두 아말감은 연결되고 있다.

② 구상아말감(Type II, Class II, Caulk Co. low copper)시편의 일부를 제거하고 Tytin 아말감으로 repair한 예(Fig-2) : 구상아말감은 크기가 다양한 γ phase와 주위에 γ_1 phase에 의하여 둘러싸여 있고 간헐적으로 γ_2 phase도 보인다. γ phase주위는 γ_1 phase가 침투되어 매우 불규칙한 표면을 보인다. 두 아말감의 접촉부위에서 구상아말감의 γ phase는 절단되어 γ phase가 반원을 이룬 것이 일직선을 보이

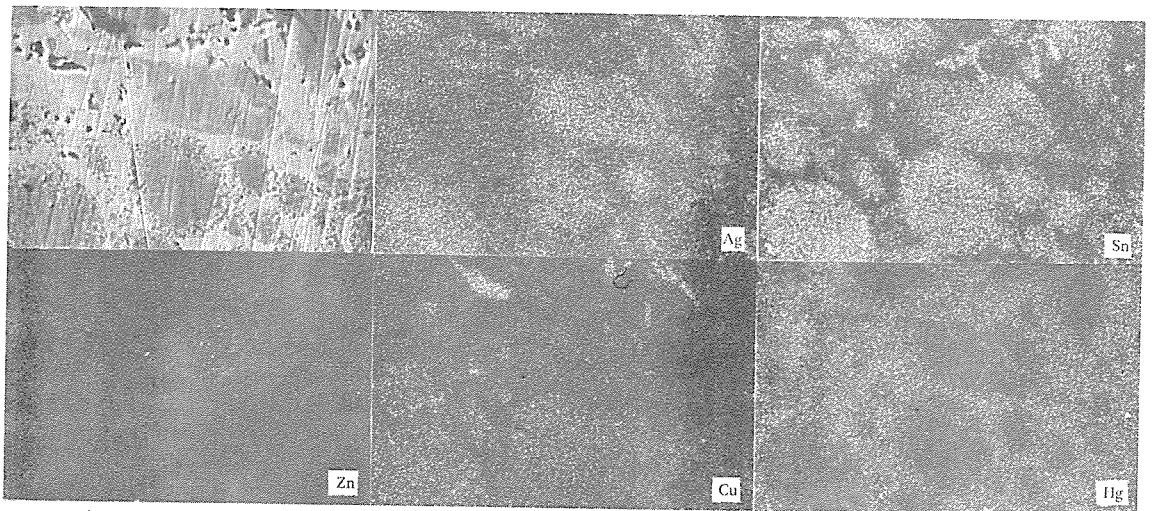


Fig. 1. The interface between old amalgam (Fine cut amalgam, low copper) and new amalgam (Tytin, high copper)

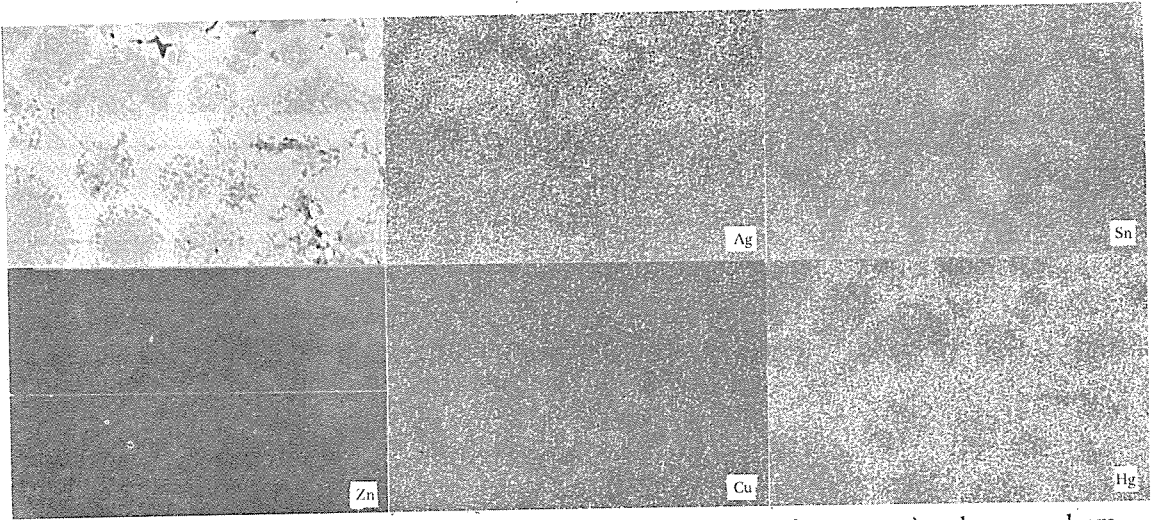


Fig. 2. The interface between old amalgam (spherical amalgam, low copper) and new amalgam (Tytin, high copper)

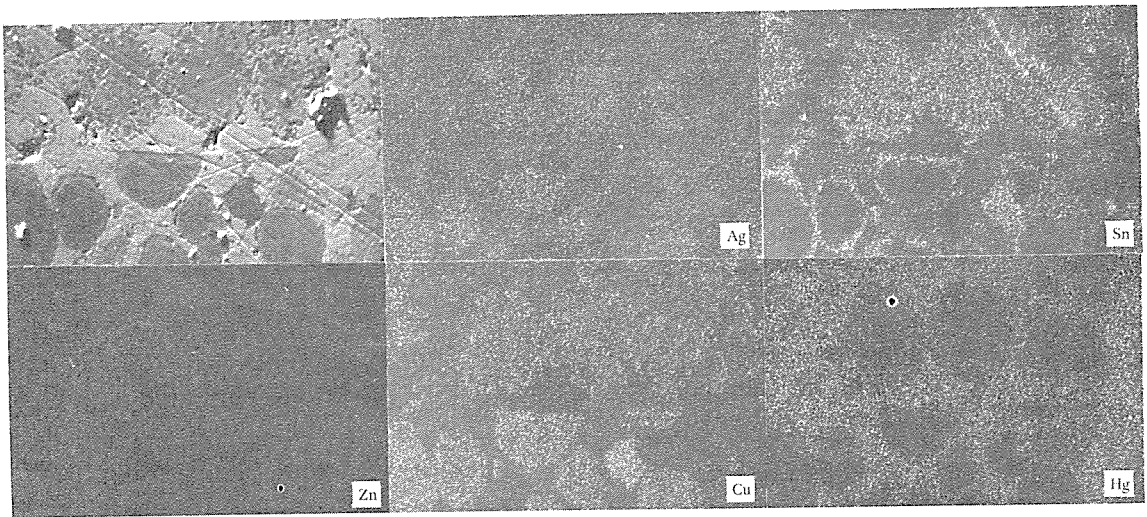


Fig. 3. The interface between old amalgam (Dispersal amalgam, high copper) and new amalgam (Tytin, low copper)

며 γ_1 phase가 침투되어 매우 불규칙한 접촉면을 보이고 Tytin 아말감의 core주위에 η 와 구상아말감의 거리는 일정한 후경을 유지하고 있고 두 아말감 사이에 공극은 없다.

③ Dispersal아말감(Type II, Class III, Johnson and Johnson Co. high copper) 시편의 일부를 제거하고 Tytin아말감으로 repair한 예(Fig-3): Dispersal아말감의 일반적인 소견은 절삭형아말감 분말과

구상아말감분말이 기질에 의하여 둘러싸여 있고 구상분말(공정합금, Ag_3Cu_2) 주위에 reaction ring(η phase)를 확인할 수 있다. reaction ring은 연속성의 환모양을 이루며 기질에서 ϵ phase로 보이는 미세한 분말이 간헐적으로 산재함을 관찰하고 γ_2 phase는 보이지 않는다. Dispersal 아말감과 Tytin아말감이 접촉된 부위에 Dispersal아말감은 구상과절삭분말이 절단되어 일직선을 보이며 구상분말이 절

단된 면에서 reaction ring이 직선으로 형성됨을 확인할 수 있다. 즉 EPMA분석에서 직선으로 절단된 dispersant면 근처에서 Sn이 농축되어 있고 Cu가 함께 짙은 농도로 함유되어 있음을 확인할 수 있어 η phase가 형성됨을 입증할 수 있다. 공조합금인 구상아말감함금이 절단되어 일직선으로 되었기 때문에 reaction ring도 일직선으로 생긴것은 주지의 사실이며 절단된 dispersant주위에서 η phase가 모두 확인 되었다. Dispersal아말감과 Tytin 아말감사이에는 일정한 후경의 γ_1 phase로 연결되어 있었다.

제 4 장 총괄 및 고찰

미국치과의사협회 보고¹⁰⁾에 의하면 아말감충전물은 전충전물의 75% 이상을 상회하고 있다. 그러나 아말감충전후 재차우식, 변연과절 충전물의 부식, 변색 및 팽창수축을 입상에서 경험하고 있고¹¹⁾ 이것이 아말감 충전의 주 실패의 원인이 될수 있으며 이는 아말감 그 자체가 열등하기 보다는 와동형성법의 위배와 재료자체의 취급법이 잘못된것에 기인될 수 있다. 아말감은 변연강도가 낮고 변연주위에 수은이 많이 모여서 물리적성질이 낮은 것이 아말감의 약점이 하나로 간주되어 왔다. 따라서 변연부위에 부식이나 변색이 따르고 치태 축적으로 이차우식이 생기기 쉬운 것은 당연한 일이다.

아말감충전물을 완전히 제거하지 않고 새로운 아말감으로 repair할때 문제시 되는 것은 변연누출과 결합강도가 가장 중요한 요소가 될 것이다. Khanna 등¹²⁾은 먼저 충전된 아말감과 새로운 아말감의 접촉면에 변연누출을 검사하기 위해서 색소와 세균을 침투시행한 결과 치질과 아말감(먼저 충전된 것과 새로운 것) 사이에 색소와 세균 모두가 확인되었고 접촉된 두 아말감사이에는 색소나 세균을 전연 확인치 못하였다 하였고 주사전자현미경 및 광학현미경하에서 두아말감의 접촉면은 거의 확인되지 않는다고 하였다. 본실험에서도 먼저만든 시편의 일부를 제거하고 새로운 아말감으로 충전한 두 아말감의 접합부위는 core가 일직선상으로 관찰되는 것 외에 두아말감의 γ_1 phase는 구별할 수 없었다. repaired아말감에서 아말감간에 변연누출은 문제시되지 않는 것으로 사료된다. 즉 아말감표면에 새로운 아말감함금을 연화하여 큰 응력을 가하여 응축하기 때문에 변연누출을 막을 수 있고 또한 새로이 연화

된 아말감으로 응축할때 그접촉면에서 amalgamation이 일어나기 때문이다. 본실험 Fig-2에서 구상아말감의 절단된 γ phase면에서 γ_1 phase가 침투되어 amalgamation이 일어난 것을 확인할 수 있으며 또한 Fig-3에서 절단된 dispersant면에서 새로운 아말감의 접촉으로 일직선의 reaction ring이 형성되어 EPMA분석에서 Cu와 Sn이 확인되었으며 또한 두아말감의 접촉면은 일정한 간격의 γ_1 phase가 형성되어 두아말감을 연결하고 있다. 따라서 절단된 아말감에서 다시 amalgamation이 일어남으로서 변연누출을 막을 수 있고 이것이 강도에도 관여할수 있다. Terkla 등¹³⁾은 두아말감의 결합강도를 측정하고 결과 repaired amalgam은 intact amalgam의 $\frac{1}{2}$ 에 불과하고 특히 시편제작후 15분에 아말감을 repair하는 것이 7일 경과 후에 한것보다 훨씬 큰 값을 갖는다고 하였다. 이것은 아말감이 완전경화하기 전에 새로운 아말감을 접촉시키기 때문에 일주일경과한 예보다 아말감표면에서 화학반응이 훨씬 많이 일어날 수 있기 때문이다. 또한 Berge¹⁴⁾는 Terkla¹³⁾와 유사한 실험결과 flexure strength에서 repaired amalgam은 intact amalgam의 11.5~51.4%에 해당된다 하였고 정등¹⁵⁾은 아말감의 결합강도를 인장력으로 측정했을때 $\frac{1}{2}$ 에 도달함을 제시하였고, Bass 등¹⁶⁾은 transverse strength를 측정하고 결과 25~50%에 이르르고 결합부위에서 γ_2 phase는 거의 나타나지 않고 먼저 만든 아말감시편의 표면으로부터 약 50 μ m거리에서 γ_2 phase가 나타나며 transverse strength측정시 파절은 늘 결합부위에서 나타나고 그 값은 $\frac{1}{2}$ 을 넘지 못함을 실험으로 입증하였다. repair amalgam이 intact amalgam보다 강도에서 훨씬 저하되는 것은 접촉면에서 amalgamation이 훨씬 적게 일어나기 때문으로 풀이될 수 있다. 따라서 아말감충전물의 일부를 repair할 때는 Terkla¹³⁾, Bass¹⁶⁾, 정¹⁵⁾, Berge¹⁴⁾등이 언급한 데로 그 접착강도가 $\frac{1}{2}$ 도 못미치기 때문에 인장응력이나 전단응력이 중요시 되어 응력이 많이 가해지지 않는 부위에만 시도해야 할 것이며 두 아말감의 접착력을 최대로 해야 하고 접촉면에서 부식이나 수분, 타액오염은 두아말감의 접착력을 방해하는 인자가 되므로 각별히 주의를 요한다고 Terkler¹⁷⁾등은 지적하였고 와동형성후 cavity varnish사용시 치질에 만 도포하고 아말감표면에는 접촉되지 않도록 각별히 주의를 요하며 두 아말감의 접촉면에 공공(void)을 없애고 변연누출을 막기 위해서 새로 연화된 아말

감을 응축할 시 최대의 응축력을 가하여 충전해야 할 것이다.

제 5 장 결 론

repaired 아말감의 접촉면을 관찰하기 위하여 2 일경과된 아말감시편의 일부를 제거하고 절단된 면에 새로 연화된 아말감을 접촉시켜 응축시킨 뒤 실온에 일주일 경과시켜 접촉된 2 종류의 아말감을 연마하여 SEI, EPMA로 관찰한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 접촉된 2 면에는 일정한 후경의 γ_1 phase가 형성되어 두 아말감을 연결하고 있었다.
2. 저동구상아말감의 절단된 γ phase면에 γ_1 phase가 침투되어 불규칙한 면을 보였다.
3. Dispersal 아말감의 절단된 dispersant면에 reaction ring이 형성됨을 확인하였다.

(본 연구에 여러가지 협조하여 주신 김상주, 윤종규 교수님께 감사드리며 전순경 연구원께 깊은 사의의 뜻을 표하는 바입니다.)

REFERENCES

1. 치의신보 제282호 6면, 1983. 6. 25.
2. Robinson, A.D.: The life of a filling. Brit. dent. J. 1971, 130, 206~208.
3. Allan, D.N.: The durability of conservative restorations. Brit. dent. J., 1969. Feb. 172~177.
4. Um, C.M.: A study on the microstructure of dental amalgam. J. Korea dent. asso. Vol. 19, No. 11 1981 943~947.
5. Um, C.M.: A study on the microstructure of high copper amalgams. J Korea dent. asso. Vol. 21, No. 3, 1983 245~252.
6. Okabe, T. et. al.: A study of high copper amalgam. II, Amalgamation on a Hg-plated high copper alloy containing 30%

- wt% Cu amalgam. J. dent Res. Vol. 57, 975. 1978.
7. Okabe, T. et. al: A study of high copper amalgam. IV. Formation of η Cu-Sn (Cu_6Sn_5) crystals in a high copper dispersant amalgam matrix. J. dent Res. Vol. 58, 1087, 1979.
8. Mahler, D.B. et. al.: Quantitative Microprobe analysis of amalgam. J. dent Res. 54: 218, 1975.
9. Wing, G.: The microstructure of dental amalgam. Australian dent J. Vol. 10. No.2, April 1965, 113~120.
10. ADA Bureau of economic research and statistics, 1959 survey of dental practice, JADA 62: 627, 1961.
11. Healey, H.J. et. al: A clinical study of amalgam failures. J. dent Res. 28: 439-446, 1949.
12. Khanna, S.L. et. al.: Nature of interface between old amalgam and new amalgam. J dent Res. Jan. 1979. Vol. 58, Special issue A. 102p, 37.
13. Terkla, L.G. et. al.: Bond strength of repaired amalgam. J. Prosth. Dent. Vol. 11, No. 5 Sept-Oct. 1961, 942~947.
14. Berge, M.: Flexural strength of joined and intact amalgam. Acta. Odontol Scand. July 21, 1981, 313~317.
15. Chung, I.Y. et. al.: An experimental study on the bonding strength on the joined amalgam restoration. J Korean Academy of Operative Dentistry, Vol. 10, No. 1. 1984, 153~160p.
16. Bass, E.V. et. al.: The strength and microstructure of joined amalgams of different copper contents. J dent Res. Vol. 64, No. 4 April 1985, 652p. 19.