

치과용 아말감합금에 관하여

PROPERTIES AND MANIPULATION OF DENTAL AMALGAM

서울대학교 치과대학 치과재료학교실
김 철 위

아말감이란 수은이 한 성분으로 되어있는 특수한 합금으로 수은은 여러금속과 합금이 되지만 치과용 아말감은 석과 소량의 동, 아연등으로 구성된 아말감 합금과 수은을 혼합하여 만든 합금이다. 아말감합금은 처음에는 가소성상태로 액상선과 고상선 사이 온도에 있는 합금에 유사하나 충전한 후에는 금속조직학적 변화가 일어나 새로운 금속상(phase)이 나타나며 이때 아말감은 경화하기 시작하는데 이 상(相)의 응고온도가 구강내온도의 저온에서 금속간에 반응을 보이는 것이 특이하다. 이 반응은 아래와 같이 표시된다.

수은+아말감 합금(은 65%, 석 29%, 동 6%, 아연 2%) → 치과용 아말감

수은 (mercury)

특성이 강한 액상의 금속으로 순도가 높을 때는 표면이 맑으나 불순물이 있을 때는 아말감의 특성에 변화를 주고 치수에 자극을 준다. 수은은 피부를 통해 전신흡수 될 수도 있고 실온이 높을때 대기에 오염되어 흡입되는 수도 있다. 밀도는 13.6g/cm³이며 1pound 단위로 시판된다.

아말감합금 (amalgam alloy)

은 65%, 석 29%와 소량의 동, 아연으로 구성되어 있고 아연을 넣지않은 합금(zinc free, non zinc alloy)도 있다. 입자의 형태에 따라 분쇄합금(comminuted or la-the-cut alloy), 구상합금(spherical particles)으로 분류하며 분쇄합금은 입자의 크기에 따라 조립자합금(coarse cut alloy), 미세합금(fine cut alloy), 미소합금(micro cut alloy) 등으로 나눈다. 합금입자의 형태와 크기는 아말감의 성질에 변화를 주며 그 취급도 달라진다. 구형

(tablet)으로된 합금은 분말에 수은을 약간 넣어 응축하였거나 직접 고압에서 분말을 압축하여 제조한 것이다. 포장은 사용할 때의 편이성, 정확성, 경제성 등을 고려하여 bulk, preweighed packets, disposable capsules 등 세가지 형태로 시판된다. bulk alloy는 284-gram(10-ounce) 단위로 되어있거나 "sigrens"라는 cellophane packets 안에 6grains의 합금이 들어있다. disposable capsules는 사용하기에 간편하게 single 또는 double mix로 구별하여 만든 것으로 수은과 합금은 얇은 프라스틱막에 분리하여 캡슐속에 함께 넣고있다.

Amalgamation

수은과 아말감합금 사이에 일어나는 반응을 amalgamation이라 하며 이 반응은 다음과 같이 진행된다.

수은+은, 석 합금 → 은, 석상(phase)+은-수은상(phase)+석-수은상(phase)

은-석상을 gamma(γ)상이라 하며 수은과 반응되지 않은 합금입자로 구성되어있다. 은-수은상은 gamma₁(γ_1), 석-수은상은 gamma₂(γ_2)라고 한다. amalgamation은 합금입자의 표면반응이기 때문에 아말감은 γ 입자가 γ_1 과 γ_2 의 matrix로 쌓여있거나 matrix와 함께 결합된다. 아말감의 성질과 그 취급은 각 상(phase)이 나타나는 량에 따라 달라진다. dispersed alloy system에서는 처음에 γ_2 상이 형성되나 시간이 지남에 따라 등석상으로 배치된다. 소량의 금을 넣어 γ_2 상의 생성을 감소시키는데도 있었다. 아말감이 경화되는 것은 용액(solute)과 결정(crystallization)이라는 두현상의 결과이다. 즉 아말감 합금과 수은이 처음 접촉될때 γ 입자는 수은에 스며들며 흡수된다. 결과적으로 은-석입자에 수은용액이 들어가서 아말감 표면에 은-수은과 석-수은상을 형성하고 γ_1 과 γ_2 상의 결정성장으로 아말감은 경화된다. 응해, 결정과정과 동시 아말감 안에 있는 수은은 은, 석과 합금이 되기 때문에 반응하지 않은 수은은 독성과는 관계가 없다. 그러나 아말감은 80°C이상 가열하면 액상의 수은이 아말감 표면에 형성되어 유해작용을 나타낸다.

특성 (properties)

아말감합금의 중요한 성질은 팽축변화(dimensional change), 강도(strength), 유동성(flow)과 변색 및 침식(tarnish and corrosion) 등이다.

치과용 아말감합금에 관하여

1) 크기의 변화(dimensional change)

아말감은 경화될 때 조작방법 차이에 따라 팽창변화를 일으키는데 변화가 너무 큰 것은 좋지 않다. 팽창이 심할 때는 회복물은 물출하거나 시술후통증(postoperative sensitivity)을 나타내며 반대로 수축이 심할 때는 아말감은 와벽에서 이탈하거나 연단누출(marginal leakage)을 초래한다. 아말감의 크기의 변화에 대해 미국치과의사협회 규격 제1호에는 24시간후에 $20\mu/cm$ 로 정하고 있다. 아말감은 부적당하게 취급할 때는 용해와 결정성장이 심하게 나타나는 결과로 크기의 변화는 증가된다. 수은이 합금입자안에 확산되면 수축되거나 팽창이 감소되는 경향을 보이나 반대로 γ_1 과 γ_2 가 성장되면 심한 팽창을 갖어온다. 양자의 크기의 변화가 정상적일 때는 상호간에 상쇄된다. 합금이 미세할수록 24시간후에는 약간 수축된다.

2) 강도(strength)

아말감은 저작력에 저항할 만큼 충분한 강도를 갖고 있지 않기 때문에 변방질에서 충분한 유지를 얻기 위해 설계해야 하며 올바른 취급을 해야한다. 4종의 아말감에서 강도를 상호비교한 것은 제1표와 같다. 아말감의 강도는 γ , γ_1 과 γ_2 상, 기포(voids)의 유무에 따라 결정된다. 경화된 아말감합금에서 미반응합금입자인 γ 상은 가장 강한 부분이며 다음은 은-수은인 γ_1 상, 석-수은인 γ_2 상, 기포등의 순서로 나타난다. 따라서 matrix(γ_1 과 γ_2)가 충분히 형성되고 미반응입자가 서로 결합되며 기포의 수를 감소하게끔 조작해야 한다. 미국치과의사협회규격 제1호에 의하면 24시간후 완전 경화된 아말감의 인장강도는 7100 psi (50 MN/m²)이고 15분후에는 290 psi (2 MN/m²)이라고 하였다. 이 수치는 24시간후의 압축강도가 최소 45,500 psi (314 MN/m²)에 비하여 매우 낮은 값이다. 단일 아말감을 충전한후 곧 저작력을 가하면 심한 손상을 받게되기 때문에 아말감의 최대강도를 얻는데 필요한 속도는 아말감에서 중요한 의미를 갖고있다. 아말감은 8시간후에 최종강도의 80~90%를 얻을 수 있으나 30분후에는 단지 6%밖에 얻을 수 없다. 따라서 처음 충전한 2~3시간에는 파절되기 때문에 주의해야 한다. 특히 연단파절에 대한 저항력이 약하여 침식(corrosion)과 연단누출(marginal leakage)를 갖어온다. 연단파절에 대한 저항을 dynamic creep 방법으로 측정할 바로는 dispersed alloy system이 가장 저항력이 높다.

3) 유동성(flow)

정상교합하에서 flow가 심한 경우는 아말감은 변형되거나 와동에서 움직이는 상태로 나타난다. 강도측정으로 정적하중하에서 flow의 양을 알 수 있는데 수종의 아말감에서 flow를 상호비교한 것은 제1표와 같다.

4) 변색 및 침식(tarnish and corrosion)

구강내에서 아말감은 변색과 침식되는데 이 증상이 나타나면 심미성과 성질의 변화를 갖어온다. tarnish란 아말감표면에 막(film)이 침적되어 변색된 것으로 이 막은 치석처럼 단단하거나 plaque과 같이 연한 침전물이 아말감표면에 오랫동안 남게되어 겉게 변색된 것이다. corrosion은 화학적 또는 전기화학적 작용으로 아말감의 표면이 파괴되는 것으로 화학적 침식은 유화물이나 열화물을 다량섭취하고 있는 환자에게 나타난다. 또 연마가 불충분한 경우 표면에 pit나 scratch, debris등이 침식되어 나타난다. 전기화학적 침식은 금과 아말감이 접촉되어있는 이종 금속간에 생긴다. 침식은 표면하중에서 나타나기 때문에 아말감은 약해지고 파절가능성이 높아진다. 침식에 대해 γ_2 상이 가장 약하고 γ_1 , γ 상(phase) 순으로 약하다. 따라서 아말감의 조작은 γ_2 상의 형성을 최소화 하게끔 해야한다. dispersed alloy는 γ_2 상의 형성을 감소시키게 제조한 것으로 침식에 대한 저항이 가장 높다.

조작(manipulation)

정확히 조작을 한다면 현재의 합금으로 최미의 성질을 얻을 수 있다. 조작은 합금수은비, 혼합방법, 혼합조건, 응축, 완성과정등으로 구분한다.

1) 수은합금비(proportioning of mercury and alloy)

수은합금비가 8:5인 것은 중량비로 8 parts가 수은이고 5 parts가 합금인 것인데 이것을 unit 1로 표시하면 1.6:1이며 백분률로는 수은이 61.5%이다. 합금이 수은에 침식하는 과정은 합금의 조성, 표면상태, 합금입자의 크기와 조건에 따라 달라 지기 때문에 합금에 따라 독자적인 합금수은비를 갖고있다. 현재 합금은 대개 48~52%의 수은을 사용한다. 그러나 구상합금(spherical alloy)은 분쇄합금(comminuted alloy)보다 수은이 적게 든다. 수은은 액상의 금속이기 때문에 용적으로 측정하고 분말은 중량이나 용적으로 측정한다. preweighed packets나 tablet는 수은합금비를 정확히 측정할 수 있게 한 것이고 disposable capsules은

Table 1. Properties of four types of amalgam

Properties	Type of amalgam			
	Spherical	Dispersed	Comminuted (fine cut)	Comminuted (microcut)
24-hour compressive strength (Psi [MN/m ₂])	59,000 (407)	61,500 (424)	59,500 (410)	52,000 (359)
24-hour tensile strength (psi [MN/m ²])	9,500 (67)	6,950 (49)	7,950 (56)	7,800 (55)
Dynamic creep (%)	2.93	0.89	1.85	8.76
A. D. A. flow (%)	0.90	0.50	0.65	3.91

수은과 합금을 미리 측정하여 함께 포장한 것으로 1회의 합금 사용량은 12 grains이다.

2) 혼합방법 (method of mixing)

mortar와 pestle 대신 여러가지의 mortar driven amalgamator를 사용 할수 있는데 capsule 안에 pestle을 넣고 사용할 때는 혼합시간은 더욱 단축된다. tablet로 된 합금을 사용할때는 반듯이 pestle을 넣어야 하나 분말의 합금은 넣을 필요가 없다. 합금에 따라 혼합시간, 속도, pestle의 유무등을 결정해야 한다. capsule은 여러번 사용하면 오염이 되고 마모되기 때문에 일정기간마다 대체해야 한다.

3) 혼합조건 (factors in mixing)

혼합시간, 속도, 압력에 따라 아말감의 성질은 달라진다. 혼합시간은 capsule과 pestle, amalgamator, 혼합물의 크기, 합금수은비에 따라 6초에서 18초까지 사용된다. 2~3초 차이라도 연화과잉이나 부족을 초래하여 수축이나 팽창될수 있다. 혼합물이 클때는 연화시간을 비례적으로 증가시키고 혼합속도도 주기적으로 검사해야 한다. pestle은 0.25grams에서 7 grams까지 있다. 혼합이 부족할 때는 아말감은 팽창되며 강도는 크게 감소된다. 혼합이 지나칠때는 capsule에서 pestle을 제거하기 힘들고 팽창은 감소되는 경향이 있다. 아말감에 잔유된 수은은 그 성질을 크게 좌우하는데 이상적인 최종수은량은 50% 이하이며 대개는 45~48%이다. 처음 수은합금비에서 취급에 편하기 때문에 여분의 수은을 넣는데 이 수은을 precondensation mercury라 한다. 수은합금비가 8:5나 7:5 일때는 squeeze cloth로서 여분의 수은을 제거해야 한다. 그러나 합금입자의 크기와 형태가 개량됨에 따라 처음 혼합에 사용되는 수은량은 점차 감

소되고 있다. Eames technic(dry technic)은 수은합금비가 1:1이며 이때는 squeezing 할 필요가 없다.


4) 응축 (condensation of amalgam)

아말감회복 물안에 수은이 남게되면 경화시에 팽창과 저작중에 flow가 증가되며 강도는 감소된다. condenser는 끝의 단면적이 circular, triangular, oval, crescent 등 여러형이 있으나 일반적으로 2~3mm의 원형의 것이 가장 좋다. 구상아말감은 가소성이 크기 때문에 직경이 큰 condenser가 좋다. 아말감은 부분적으로 경화되기 때문에 응축을 지연시킬때는 여분의 수은을 효과적으로 제거하기가 힘들다. 응축시에는 여분의 수은을 완전히 제거해야 하며, 응축이 부족할 때는 수은량의 증가로 강도는 감소된다,

5) 완성 (finishing of amalgam restoration)

응축이 끝난 아말감은 수분안에 경화되나 최종완성과 연마는 최소 24시간후에 하는것이 좋다. dry polishing은 수은을 증발시켜 강도가 낮어지기 때문에 피해야 하며 완전한 연마과정으로 아말감의 침식을 방지할 수 있다.

보사부 인가 제85호



세창치과기공소

권혁문

서울시 용산구 동동1가19-18(금정빌딩 302)

전화 (22) 5970