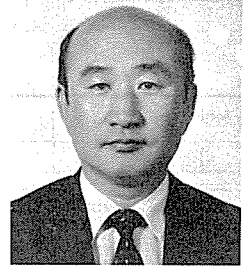


IV. 글라스 아이오노머 시멘트

(Glass Ionomer Cements)

서울대학교 치과대학 치과재료학교실

교수 김 철 위



글라스 아이오노머 시멘트는 1971년 Wilson과 Kent에 의하여 규산염 시멘트 폴리카복실레이트 시멘트 및 복합레진등의 단점을 보완하는 목적으로 개발된 재료로서 Aluminio Silicate와 Polyacrylic Acid로 되어있어 일명 ASPA시멘트라기도 한다. 이 시멘트는 폴리카복실레이트 시멘트와 유사한 치수 반응과 범랑질과 상아질에 화학적인 결합을 한다. 또한 규산염 시멘트와 유사한 강도를 갖고 항우식성 및 투명도와 산에 잘 용해되지 않으며 치질이나 금속과의 접착력이 우수하고 변연폐쇄성이 높은 특성이 있어서 접착제로서 뿐만아니라 침식된 치질과 마모부위등 3급 및 5급 와동의 충전재로 사용되며 소와 열구 봉합재로도 응용된다.

폴리카복실레이트 시멘트가 치질의 칼슘이온과 킬레이트 화합물을 형성하는데 대하여 글라스 아이오노머 시멘트는 상아질의 카복실기 및 아이오노머기와 수소 결합을 하며 산화처리된 금, 백금 표면에도 이온결합을 하는등 다른 시멘트보다 접착력이 우수한 것으로 알려져 있다. 분말을 미세화하거나 폴리아크릴릭산을 분말화 처리하여 조작성을 더 용이하게 하여준다.

조 성

글라스 아이오노머 시멘트는 불소와 칼슘이 들어 있는 미세한 aluminosilicate glass분말과 폴리아크릴릭산의 수용액으로 구성된다. 분말 / 용액형과 폴리아크릴릭산을 냉동 건조시켜 분말에 넣고 증류수나 주석산 희석액과 배합하는 유형도 있다.

분말은 규산염 시멘트와 거의 유사함으로 이와 비슷한 불소의 방출양상을 보인다. 분말은 calcium

fluoroaluminosilicate glass($SiO_2-Al_2O_3-CaF_2-Na_2AlF_6-AlPO_4$)로서 SiO_2 29.0%, Al_2O_3 16.6%, CaF_2 34.3%, Na_2AlF_6 5.0%, AlF_3 5.3% 및 $AlPO_4$ 9.9% 등으로 구성되며 거의 규산염 시멘트의 조성 과 같으나 불소가 들어있어 항우식성을 갖는다. 입자의 크기를 직경 $15\mu m$ 로 감소하여 접착제로 사용할때 수분물과 밀착할수 있게 하였고 혼합도 용이하게 한다. 가장 큰 입자크기는 $13-19\mu m$ 이며 Si/Al의 비율이 2 : 1 이하일때는 산에 쉽게 침식된다.

충전용으로 사용할때의 입자크기는 $20-50\mu m$ 로서 접착용보다 거칠다. 용액과 혼합할때 글라스는 산의 침투로 Al^{+++} , Ca^{++} , Na^+ , F^+ 등이 유리되며 미반응의 유리입자가 실리카겔에 묻히게 된다.

용액은 폴리아크릴릭산의 수용액과 아크릴릭 또는 itaconic산등의 공동 중합체이다. 용액은 폴리아크릴릭산 47.5%, 불 47.5%, 주석산 5.0% 등으로서 폴리아크릴릭산과 주석산 수용액을 2 : 1의 비율로 사용한다. Itaconic산은 용액의 점주도를 감소시키고 분자간의 수소결합으로 겔화를 억제한다. 겔화가 되면 용액은 급히 점성이 높아진다. 주석산은 조작성간 경화등의 특성을 증진시키고 촉매제의 역할을 하며 글라스 아이오노머 시멘트의 분말에서 이온의 유리를 촉진시킨다. 또한 용액은 치아의 칼슘성분과 킬레이트 반응을 일으켜 1차적으로 화학결합으로 범랑질 또는 상아질과 높은 유지력을 갖고 치아에 유지된다. 액자체는 조직에 자극을 주지는 않는다.

경 화 반 응

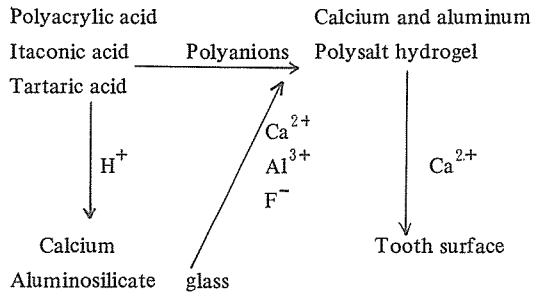
이 시멘트의 경화반응은 폴리아크릴릭산의 카복

실group과 치아의 칼슘과 범랑질의 collagen과의 반응으로 이루어진다. 이것은 alumino silicate glass 분말과 아크릴릭산의 폴리머 수용액 사이의 경화반응에 기초를 둔다. 유리입자의 표면에 있는 silicous hydrogel은 충전재와 기질 사이에서 효과적으로 결합을 이루며 마모와 열팽창에 대하여 저항을 한다.

규산염 시멘트의 alumino silicate glass로 구성된 분말과 폴리카복실레이트의 폴리카복실릭산 수용액으로 이루어진 용액은 혼합할때 서로 융합되거나 치아와 화학적인 결합을 하여 물성이 증가되고 용해도가 낮으며 치아와도 유사한 투명도를 갖게되고 범랑질 상아질 또는 얇은 금박이나 산화처리된 백금과도 단단히 결합된다.

글라스 아이오노머 시멘트의 주성분인 alumino silicate glass분말표면에 용액의 수소이온이 침투하여 분말표면의 Al^{3+} , Ca^{2+} 등 양이온과 치환하여 용액의 카복실릭음이온과 결합하여 경화된다. 이때 치질의 칼슘이온이나 금속이온과 킬레이트를 구성하여 치질과 시멘트 사이에는 화학적인 결합이 이루어진다. 즉 경화중에 폴리아크릴릭산 용액의 카복실기가 이온화하여 카복실레이트의 음이온이 형성되고 수소이온등이 유리된다. 이 유리된 수소이온이 alumino silicate분말의 표면에서 내부로 침투하여 silicious hydro gel를 형성하며 Al^{3+} , Ca^{2+} 및 F^{-} 이온등이 치환분리된다. 이 분리된 Al^{3+} , Ca^{2+} 이온등이 카복실레이트와 킬레이트를 형성하여 경화된다. 따라서 경화된 시멘트는 alumino-silicate glass core와 calcium-aluminum polysalt matrix 로 구성되며 그 사이에 겔층이 나타난다.

Acidic polyelectrolyte와 alumino-silicate glass 사이에 다음과 같은 반응이 이루어진다.



Polyacid가 유리입자에 침식되어 양이온과 F^{-} 이온이 유리된다. 유리된 이온이 polyanion과 반응하여 salt gel matrix로 형성된다. 이때 Al^{3+} 이온은 결합축이 되고 기질이 형성된다. 초기경화중 처음 3시간은 Ca^{2+} 이온이 폴리카복실레이트 chain과 반응하고 다음은 Al^{3+} 이온이 48시간동안 반응된다. F^{-} 이온과 인산염 이온은 불용성염과 복합물을 형성하고 sodium이온은 silica겔을 형성한다. 즉 완전히 경화된 시멘트는 복합물로서 이온bridge에 의하여 교차결합된 polyanion기질안에 규산염 겔에 둘러싸인 유리입자로 구성된다. 이 시멘트는 2중의 경화반응을 갖는데 초기경화중에는 아말감처럼 성형할수 있는 시기이고 그후에는 단단하게 된다. 초기경화중에 수분에 노출되면 기질이 쉽게 용해되거나 Al-폴리카복실레이트가 형성되면 표면은 단단해져서 수분에 저항된다. 어 시기는 30분정도 지나야 나타나기 때문에 그동안은 바니쉬를 도포하여 수분의 침투를 방지해야 한다. 경화되는 동안 수소결합으로 범랑질 상아질 스테인레스 스틸이나 주석 또는 산화주석으로 처리된 금, 백금과도 강한 접착력을 갖는다. 그러나 도재나 금, 백금과는 접착력은 없다.

점주도 및 피막도

글라스 아이오노머 시멘트는 가장 낮은 점주도를 보이며 피막도는 25~30 μm 으로 인산아연 시멘트와 유사하여 접착용으로 적합하다.

분말과 용액의 반응은 급속히 진행되어 silicious gel을 형성하기 때문에 조작시간은 짧은 반면 겔이 경화되는 시간은 길며 용액자체의 점성등으로 점주도 및 피막도등은 접착용으로는 좋지않은 것으로 보고되고 있다.

용 해 도

증류수나 산에서 다른 시멘트에 비하여 용해도가 큰것은, 경화중에 용액에서 유리된 수소이온에 의하여 치환결합된 금속이온들이 다시 산에서 나오는 수소이온에 의하여 그자리를 바꾸는 때문이다. 글라스 아이오노머 시멘트는 증류수에서 다른 시멘트보다 용해도는 크나 0.001N 유산에서는 훨씬 적게

나타난다. 또 이 시멘트는 불소이온을 유리하여 범
랑질이 산에 대해 용해되는 것을 감소시킨다.

강 도

24시간후의 압축강도는 117~135MN/m²으로 인
산아연시멘트보다는 높으며 방습이 잘된 경우 압축
강도는 훨씬 증가된다. 인장강도는 인산아연시멘트
와 유사하나 콤포짓트보다는 낮다.

인장강도가 낮아서 일정한 두께를 주어야 하며
수분에 예민하기 때문에 상아질과의 결합강도는 1
~3 MN/m²으로 폴리카복실레이트 시멘트보다 약
하다. FeCl₃ 회석액으로 처리하면 결합강도는 다소
증가되며 냉각연판을 사용시 경화시간은 다소 지연
되나 강도는 낮아진다.

탄성률은 폴리카복실레이트 시멘트보다는 글라스
아이오노머 시멘트가 이보다는 인산아연 시멘트가
더 높다.

열 확 산 도

글라스 아이오노머 시멘트는 온도변화에 대한 변
형이 적다. 열확산도는 인산아연시멘트나 폴리카복
실레이트 시멘트보다는 적으며 1시간후에 비하여
24시간후의 열확산도는 낮게 나타난다.

산도와 치수반응

대부분의 접착용으로 사용되는 치과용 시멘트는
산-염기반응에 의하여 경화되고 혼합초기에는 산
도가 낮아서 치수 자극과 치수 괴사의 원인이 되고
있다. 그러나 경화후에는 중성이 된다.

상아질 경계면에서 세균의 영향도 치수 자극을 일
으키며 세균과 산도는 서로 상승작용이 있다고 알
려져 있다. 특히 상아질이 얇을때 수소이온이 치수
내로 확산되면서 동적수압현상을 일으키고 또 산은
Smear층과 상아질을 용해시켜 상아질의 투과성을
증가시키어 세균이나 수소이온 또는 불소 규소등의
독작용이 증가된다.

글라스 아이오노머 시멘트는 이러한 성질에는 큰
영향이 없다고 알려져 있다. 치수에 미치는 자극은
근소하며 치수세포에는 거의 영향을 미치지 않는다

고 한다. 충전용은 일반적으로 접착용보다 치수에
대한 자극이 적다. 이 시멘트의 용액은 약산이고
분자량이 큰 polymer chain으로 구성되어 상아세관
침투가 어렵고 특히 치수에 자극이 경미한 장점이
있다. 그러나 노출된 상아세관을 통하여 자극이 전
달되면 치수세포 및 상아질 구조에 변화를 갖어온
다.

이 시멘트의 치수에 대한 자극은 폴리카복실릭산
에 기본을 두고있어 카복실릭 시멘트의 경우와 같
이 미약하고 폴리카복실릭산은 약산이며 분자량이
크고 수소이온과 중합체 사이에 강한 인력이 작용
하여 서로 분리되지 않아 상아세관의 침투가 어렵
다.

그러나 일부 보고는 이 시멘트의 초기산도는 낮
아서 치수 자극의 주원인이 되며 혼합의 시작에서
5분후의 산도는 2 이하라고 하였다. 또 작은 유리
입자들도 독성작용을 하여 염증이 유발된다고 한다.

글라스아이오노머 시멘트는 인산아연시멘트와 유
사한 정도의 치수 자극이 있다. 특히 상아질이 심하
게 노출되었을때 부주의로 치수를 건조시켰을때 세
균이 침입한 경우 시멘트의 배합을 지나치게 희석
한 경우등은 산도는 심하게 나타난다. 또 일부 글
라스아이오노머 시멘트는 인산아연시멘트나 폴리카
복실레이트시멘트보다 pH 3.0 이하인 시간이 길어
서 치수에 손상을 줄수 있다. 따라서 넓고 얇은 상
아질이 노출된 경우는 이를 보호해야 한다.

치질과의 결합

글라스아이오노머 시멘트는 접착성과 투명도가
높기때문에 전치부의 심미성 충전재로 개발되었고
특히 치경부의 침식이 심한곳의 충전이 유용하게
사용된다. 기계적인 유지형태 없이도 충전이 가능
한것은 복합레진에 비하여 큰 장점이다. 이 시멘트
는 변연봉쇄가 잘되고 연단누출도 적다. 범랑질 상
아질과는 화학적인 결합을 하는데 그 기전은 범랑
질이나 상아질에 있는 Ca²⁺ 이온과의 상호작용에 의
한 때문이다. 치아표면에서 과량의 Ca²⁺ 이온이 제
거되지 않을정도로 세척하게 되면 결합력은 더욱
증가된다.

상아질을 ferric chloride 회석액으로 처리하면 결
합력을 높일수 있는데 이것은 Fe³⁺ 이온이 침착되어

시멘트와 상아질 사이의 이온작용이 증가되는 때문이다. 콤포짓트는 법랑질에 결합되거나 글라스아이오노머는 상아질에 결합된다.

수산화칼슘재로 이장을하고 콤포짓트를 사용한 경우 복합레진과 치질 사이에는 상당한 틈이 있었으나 글라스아이오노머의 경우는 충전재와 치질 사이에는 틈이 생기지 않았다.

글라스아이오노머 시멘트는 치아의 칼슘이온이나 비극금속 원소등과 킬레이트를 형성하여 화학적 결합을 한다.

상아질, 법랑질뿐 아니라 스테인레스스틸, 금합금 및 산화주석과도 잘 결합되며 도재와도 특이한 접착이 동시에 일어나도록 하고 있다.

이것은 법랑질, 상아질 및 금속안에 있는 쌍극자와 글라스아이오노머의 이온 group사이의 상호관계에 기인된다.

생 체 적 합 성

생체의 친화성이 높으며 치아중의 칼슘과 화학적인 결합을 할수 있으므로 수복용이나 접착용으로도 사용된다.

치수반응은 아연화유지놀 시멘트와 유사한 반응을 나타내어 깊은 와동에서도 직접 이장재로 사용이 가능하다. 이때는 접착재의 경우보다 2배의 분말을 넣어 배합한다. 조직 배양시 아연화유지놀 시멘트, 폴리카복실레이트 시멘트보다는 약한 반응을 나타낸다. 즉 폴리아클릴릭산의 분자량은 커서 상아세관내로 침투가 어려워 치수 위해작용이 적게 나타난다. 경화전에는 독성이 강하나 경화 1시간후부터는 독성은 급히 감소되어 경화 24시간 후에는 거의 무독성이 된다. 생체에 친화성이 있으므로 치수가 노출된 경우를 제외하고는 치수보호가 필요없다.

항 우 식 성

규산염 시멘트와 같은 항우식성 효과가 있는 재료로 평가되고 있다. 이것은 이 시멘트와 접촉된 법랑질에서 산용해도를 감소시키고 글라스아이오노머 시멘트 충전물 주위의 법랑질에서 불소농도를 증가시킨다. 분말에 있는 불소에 의하여 항우식성

을 갖게된다.

결 합

초기 경화가 늦고 충전용으로 사용시 초기에 타액에 오염될 가능성이 크다. 용액의 점도가 높아서 분말과 용액의 비율을 정확히 판별하기 어렵다. 연단부의 폐쇄성은 높으나 색상이 부자연스럽고 치질과의 결합력과 인장강도가 낮아서 탈락되기 쉽다. 습기에 매우 민감하고 건조가 필수적이다.

투명도가 결여되어 전치부 순면의 사용은 제한된다. 아말감이나 콤포짓트에 비하여 변연누출현상이 큰 것도 단점이다.

사 용 지 침

다른 시멘트보다 분말과 용액을 정확히 측정해야 한다. 기름종이나 유리판 모두에서 연화하는데 프라스틱제 스파투라가 금속제보다는 혼합물을 오염시킬 가능성이 낮음으로 좋다. 분말과 용액의 혼합비는 1.3~1.35 : 1.0이나 증류수나 주석산과 혼합할때는 3.3~3.4 : 1.0로 한다. 분말은 1/4씩 균등히 나누고 1/4씩 용액과 연화하며 전체 혼합시간은 45초 이내로 한다. 액은 혼합시작 직전에 측정하는 것이 좋다. 광택이 소실되거나 피막이 형성될 때까지 연화해서는 안된다. 조작시간은 인산아연시멘트보다 짧아서 실온(22°C)의 경우, 혼합의 시작에서 2분 정도이다.

냉각연판(3°C)를 사용하는 경우 조작시간은 9분까지 연장되나 압축강도 탄성률 등이 감소된다.

충전용으로 사용할때는 putty와 같은 점도가 될때까지 분말을 추가하며 1분 이내에 연화해야 한다. Matrix와 protective coating이 필요하고 습기 오염을 피해야 한다. 치아와 수복재 사이에 이온화 결합이 형성되기 때문에 유지형태는 거의 줄 필요가 없고 초기경화가 되면 아말감처럼 조각할수도 있다. 경화후에는 폴리카복실레이트 시멘트보다 더 brittle하게 된다.

경화중에는 수분에 상당히 민감하여 완전방습을 해야하며 초기경화가 되면 경계부는 분리제를 도포하여 주위와 차단하고 치질과 접착력을 높여주어야 한다.

치경부의 침식이 있는 경우 와동안에 충전시에는 시멘트 표면은 광택이 있어야 한다. 이상태가 지나면 시멘트가 와벽을 적시지 못하여 치아의 결손과 반응하는 유리카복실기의 수가 불충분하게 되며 이때는 접착력이 감소된다.

경화 초기에 공기중에 노출되면 수분이 소실된다. Matrix는 5분정도 적용해야하며 제거후 표면을 수용성 바니쉬로 도포하여 탈수를 방지해야 한다. 여분을 제거하고 최소 24시간 경과후 완성한다.

맺 음

글라스 아이오노머 시멘트는 접착재(제 1형), 이장재, 치아색상을 지닌 충전재(제 2형)뿐 아니라 소와열구 봉합재(제 3형)로 사용되며 치수에 위해작

용이 없고 상아질 범랑질 및 몇base metal에도 접착을 갖으며 변연폐쇄가 우수하고 불소가 함유되어 항우식성도 갖고있다. 이 시멘트를 이장재로 사용할 경우 상아질에도 산부식이 가능하며 그 위에 콤포지트로 충전할 경우 결합력은 보다 증가된다.

이 시멘트의 제 1형과 은합금을 배합한 충전재(ESPE)는 2급와동에도 사용되나 아직은 무리이다.

알 림

任員改選으로 因하여 發行人：李鍾守, 編輯人：李種昕이나 文公部登錄節次上 登錄變更完了時까지 前任員名義로 發行되오니 諒知하시기 바랍니다.

日新齒科技工所

대 표 우 광 소

인천시 중구 경동 240번지

TEL. 73 - 9737