

II. Glass-ionomer cement에 대한 치수 반응

전북대학교 치과대학 치과보존학교실
부교수 손 호 현



Glass-ionomer cement이 치질 특히 상아질 면과 화학적 결합을 할 수 있다는 것은 이 재료의 우수한 특징중 하나이다. 이 점은 임상에서 와동 형성시 전형적인 유지형태를 부여할 필요가 없다는 의미이며, 이로서 건강한 상아질을 최대한 보존하여야 한다는 현대적 와동형성개념에 부합되는 것이다. 이러한 화학적 결합이 일어나기 위해서 glass-ionomer cement과 상아질면 사이에 밀접한 접촉이 필수적이며, 그 사이에 어떤 이장재나 오염물이 개재된다면 결합력이 저하된다는 것은 주지의 사실이다. 이에 glass-ionomer cement이 생활조직과 직접 접촉하였을때 생활조직에 미치는 glass-ionomer cement의 독성, 또는 생물학적 친화성을 조사, 결정하는 것은 대단히 중요한 의미를 가진다.

1. 생활조직으로서의 치수-상아질 유기체

치수조직의 최외층은 조상아세포로 배열되어 있으면서 상아질에 연속되어 있고 조상아 세포의 돌기가 상아세관을 통하여 상아질내로 연장되어있는 관계로 상아질과 치수조직은 하나의 유기체로 고려되어야 한다. 상아세관은 상아질의 약 20%-39%를 이루고 있으며, 그 내부의 상아질액 (dentinal fluid) 은 상아질 전체 용적의 약 20%를 차지한다. 상아질액은 치수에 대한 유해인자를 전달하여 염증반응을 야기할 수 있는 매개체일 수 있기 때문에 생활상아질에 접촉하는 어떤 것도 치수에 전달될 수 있음에 유의하여야 한다. 상아질은 치수 인접부

위에서 1mm²당 45,000-90,000개의 세관을 가지며, 상아법랑경계를 향하여 중간부위에서 30,000-35,000, 상아법랑경계부에서 10,000-25,000개의 세관을 가진다. 상아세관의 직경은 치수인접부위에서 2.5-3.0 μ m, 상아법랑경계부에서 1.0 μ m이다. 이와 같은 해부학적 구조에 기인하여 상아질은 상아-법랑경계부위에서 약 1% 정도의 투과성을 나타내지만 치수를 향한 중간부위에서는 7.6%, 치수인접부위에서는 22%로 투과성이 증가한다. 물론 이와같은 상아질의 투과성은 구조적 소인 이외에 재료나 그 구성분의 분자량, 확산이 일어날 수 있는 표면 면적, 상아세관의 개방성 (smear layer의 제거여부), 잔존상아질의 두께등에 따라 크게 영향을 받는다.

일반적으로 잔존상아질이 얇을수록 치수반응이 증폭된다는 것이 인정되고 있는데 잔존상아질이 1.0mm이하인 경우 재료의 독성이 90% 이상 감소된 반면 0.5mm 인 경우 75%만이 감소되었다는 보고가 있다. 대체로 잔존상아질의 두께가 1.0mm이하인 경우 약간의 두께 변화에도 치수는 민감하게 반응하나, 1.5-2.0mm 이상인 경우 두께의 변화에 대한 치수반응의 차이는 크게 나타나지 않는 것으로 알려져 있다. 이는 상아질의 상아세관의 수와 직경이 상아질과 치수와의 거리에 따라 달라지기 때문이며, 치수까지의 거리의 증가는 독성물질이 치수에 도달되는 동안 희석되거나 중화되기 때문인 것으로 사료된다.

상아질의 투과성과 관련하여 중요하게 고려하여야 할 또 하나의 인자는 상아세관의 개방

성이다. 경화가 진행된 상아질에서 상아질 투과성이 대단히 감소되는 것이 이 경우이다. 반대로 와동형성후 노출된 상아질면에 형성되는 smear layer의 제거는 상아세관을 개방시킴으로서 상아질의 투과성을 증가시킨다. smear layer의 제거에는 주로 산이 사용되는데 산 자체의 강도, 양, 접촉시간, 접촉면적등이 증가할수록 상아세관은 크게 개방되고 사용된 산에 의해서 또는 충전된 재료나 구성분의 독성에 의해서 치수반응은 증가되는 것으로 보고되고 있다. 예를 들어 인산아연시멘트를 되게 연화하여 사용하였을 경우 치수에 나타나는 반응은 경미하나, 물계 연화하여 금관의 합착제로 사용하였을 경우 금관의 압입시 발생하는 압력과 함께 치수에 심한 반응이 초래된 많은 실험에서 보고된 바이다. smear layer는, 영구충전물과 와동벽 사이에 나타나는 미세누출을 통해 유입된 세균의 서식처가 된다는 점과 재료와 상아질의 결합강도를 증가시키기 위해서는 제거가 필수적이라는 주장과 함께, smear layer의 제거는 상아질표면에 상아질액을 부상시킴으로서 결합강도를 저하시키며 상아질 투과성을 증가시켜 독성물질의 전달을 촉진시키고 세균의 유입을 쉽게한다는 반대주장이 있고, smear layer를 강화시켜 재료와 상아질의 결합을 이루는 기전을 이용한 재료의 출현으로 인하여 smear layer의 제거 여부에 관한 결론은 확실하지 않은 상태이다.

1-1. Glass-ionomer cement과 smear layer.

Glass-ionomer cement 를 충전하기전 결합력을 증진시키기위하여 표면오염물을 제거하여야 한다. 이 과정은 산 부식을 이용한 smear layer의 제거인데 이미 설명한 장단점을 나타낸다. 따라서 이론상 상아세관 입구가 막힌 상태가 유지되고, 상아질 표면에서 결합에 필요한 이온이 산부식으로 인해 빠져나가지 않는 상태로서의 smear layer제거가 요구되며 많은 연구를 종합하면 인산, citric acid, chelating agent등은 이 목적에 합당치 않고 10% polyacrylic acid 등이 추천되고 있다.

2. Cement 재료의 물리, 화학적 특성

경화반응을 통하여 고형화되는 cement들은 반응이 진행되는 동안 아직 사용되지 않은 산에 의하여 치수반응을 초래한다. 합착을 위하여 물계 연화된 인산아연시멘트의 초기pH는 2.0-3.3 이고 1시간후에도 3.0-4.2로 낮으나, 되게 연화한 경우 초기 pH는 4.4, 1시간후 6으로 거의 중성에 도달한다고 보고되었다. 이 인산의 경우 pH2.8 정도에서 얇은 상아질에 접촉된 경우 심한 치수반응을 초래하였음도 보고되었다. 또한 인산아연시멘트, 폴리카복실레이트시멘트, glass-ionomer cement의 연화후 초기 pH를 조사한 실험에서, 세가지 cements 모두 연화후 초기 15분 동안 pH의 상승을 나타내었으며, 인산아연시멘트와 폴리카복실레이트시멘트의 액은 분말과 빨리 반응하여 연화후 1분에 pH2.0이상을 나타내었으나 glass-ionomer cement는 경화반응이 늦어 연화후 5분에 pH2.0, 10분에 3.0을 나타낸것으로 보고되었다. 또다른 세포독성실험에서 glass-ionomer cement는 연화직후의 cement가 경화된 cement에 비해 훨씬 높은 독성을 나타냄이 입증되었다.

2-1. Glass-ionomer cement의 상대적 무자극성

Glass-ionomer cement이 충전재료로 사용되었을때 치수-상아질 유기체에 대한 일반적인 무자극성은 강산이나 독성이 있는 monomer가 사용되지 않는다는 점에 기인한다. polyacrylic acid는 인산에 비해 아주 약산일 뿐 아니라 고분자로서 상아세관내로의 확산이 제한된다. 또한 개발과정에서 후에 첨가된 itaconic acid는 polyacrylic acid의 glass 분말에 대한 반응성을 촉진시키고 점도를 낮추었으며 tartaric acid는 working time을 증가시키고 경화시간을 단축함으로써 치수에 대한 재료의 유해성을 약화시켰다. 최근 개발된 충전재료로서의 수경화glass-ionomer cement는 연화후

초기 pH는 낮지만 5분 후 pH는 급격히 상승한다고 보고되었다. 그러나 합착재로 사용되는 glass-ionomer cement는 연화후 저 점도이며 낮은 pH상태가 장시간 지속되어 치수에 대단히 유해하다는 보고가 있다. 이는 건조분말화된 polyacrylic acid는 물과 함께 연화되었을 때 용액상태로 전환되는데 18분이 소요되나 cement의 경화는 연화 후 7분내에 되기 때문에 용액상태로 전환되지 않은 건조분말 polyacrylic acid가 남게되고 이후 상아질액과 접촉하여 용액화되면 낮은 pH가 유지된다고 설명하였다. 따라서 잔존 상아질 두께가 얇은 와동이나 금관의 합착시에는 생물학적으로 결합력의 증가보다 우선하여야 한다는 명제화에 사용에 대단히 주의하여야 한다고 사료된다. 이 경우를 제외한 glass-ionomer cement의 일반적 무자극성은 잘 알려진 바와 같이 다음 사실에 기초한다.

1) poly(alkenoic acid)와 이에 관련된 polyacids는 약산이다.

2) 자체로 고분자이며 상호 연결된 polymer chain은 poly acid의 상아세관 투과성을 약화시킨다.

3) 유리된 수소이온은 전자기력에 의해 복합 음이온chain내에서 벗어날 수 없으며 인산같은 단순음이온에서 유리된 수소이온보다 양이온에 의해 쉽게 교환되지 않는다.

4) polyacid는 칼슘과 결합할 수 있다.

3. Glass-ionomer cement의 와동 밀폐성

충전후 치수반응은 재료의 독성보다는 충전

물과 와동벽사이에 나타나는 미세누출의 결과로 유입된 세균이나 그 독소에 의해 나타난다는 견해도 널리 알려져 있다. 이러한 관점에서 glass-ionomer cement는 비교적 와동밀폐성이 우수하며 자체의 항균력도 있어 glass-ionomer cement로 충전후 나타나는 치수반응이 미세누출에 의한 세균에 기인한다는 입장을 약화시키고 있다.

한편 최근 고안된 "sandwich technique"의 경우 이장된 glass-ionomer cement이 얇은 상태에서 표면을 산부식하고 복합레진과 결합시켰을 때 산부식시의 glass-ionomer cement의 균열과 복합레진의 중합수축으로 glass-ionomer cement이 상아질면에서 분리되어 미세누출을 초래할 가능성이 있음이 지적되었고 따라서 이장된 glass-ionomer cement이 얇을 경우 산부식은 법랑질에만 한정시키며, glass-ionomer cement의 표면을 부식시킬 경우에는 그 두께가 최소 1.5mm는 되어야 한다고 보고되었다.

4. 결론

살펴본 바와같이 glass-ionomer cement는, 치수에 미치는 영향이라는 측면에서 여타 다른 충전재에 비하여 우수한 재료로 평가될 수 있다. 그러나, glass-ionomer cement도 치수라는 생활조직에 대해 생물학적으로 절대 안전한 재료일 수는 없으므로 치수에 근접한 와동에서는 smear layer의 제거가 허용되지 않으며 수산화칼슘재를 이용한 부분적인 이장이 필요하다.