대한치과의사협회지 : Vol.30, No.2, 1992.

임상가를 위한 특집

Ⅰ. 심미수복재료의 현황과 전망

서울대학교 치과대학 치과재료학 교실

교 수 김 철 위

치과진료영역의 확대의 개념과 환자의 미적욕구를 수용하는 치료개념에 따라 미래의 새로운 분야로서 시작된 심미치과학에서 반듯이 고려해야 할 사항은 심미수복재료 또는 심미신소재이다.

최근의 심미수복재료는 법랑질뿐 아니라 상아질에도 접착이 가능한 단계에 와 있으며 불과 수년간의 짧은 기간내에 개발된 심미수복재료 및 심미신소재 등의 응용은 현대 치의학에서 치과진료의 치료양상을 수정하도록 하고 있다.

일반적으로 심미수복재료의 개발은 매우 넓은 분야에 걸쳐 광범위하게 행해지고 있으나 여기서는 심미수복재료의 개념과 현재 사용되고 있는 심미수복재료의 현황 및 평가, 심미수복재료의 선택 기준과 품질 평가방법, 생체적합성에 관한 사항, 미래의 신소재에 관한 고찰 및 신제품에 대한 시장동향 등을 기준으로, 전치용 콤포짓트 레진으로 가장 적합한 유형, 구치용 콤포짓트 레진으로 가장 적합한 유형, 소와열구 전색재의 현황, 심미수복재료, 접착재와 이장재로서의 글라스아이오노머 시멘트의 개발동향 및 각종 결합제(bonding agents)의 유형과 적절한 응용 및 사용방법 등의 항목을 소개하고저 한다.

콤포짓트 레진

치과용 콤포짓트레진은 BIS-GMA 레진의 개발이래, 법랑질의 산부식으로 수복재료로서 자리를 굳히면서 광중합 콤포짓트 레진의 출현으로 그 사용이 훨씬 증가되었고 전치부뿐아니라 구치부에도 사용되는 등 전구치를 포함한 충전 및 수복재료 로서 어느재료보다 다양성 있는 응용과 발전을 해왔다.

치과용 심미성 충전재료로 초기에 규산염 시멘트와 아클릴릭 레진을 사용하였으나 PMMA는 열팽창계수가 크고, 강도 경도 탄성계수등 물성이 낮으며 또 MM가 PMM로 중합반응할 때 중합수축이 수반되어 실제 충전재로는 많은 문제점이 있었다. 이러한 레진에 무기 충전재를 첨가하여 물성을 개량한 방법이 소개되면서 에폭씨 레진계의 BIS-GMA 레진기질에 silane 결합재로서 무기충전재와 결합하여 물성을 개량한 콤포짓트 레진이 소개되었다.

초기의 콤포짓트 레진은 굵은 입자의 충전재를 사용하였으나 그 후 초미세입자를, 근래에는 초미세입자와 미세입자의 혼합형을 사용하고 있다. 중합방법은 초기에는 화학중합법을 사용하였으나 자외선을 이용한 광중합법을 이용하였고 현재는 자외선의 유해성 때문에 청색광을 이용한 가시광선 중합법을 사용한다. 광중합형은 화학중합형보다 조작이 간편하고 기포가 적으며 마손저항이 높고 색상의 안전성이 더 좋은 등의 장점이 있다. 그러나 광중합형 이라는 특성 때문에 균일한 중합의 경화물이 형성되지 못하고 와동내에는 중합수축에 의한 결함이 생길 위험성이 포함되어 있다. 화학중합형은 반듯이 혼합과정이 필요하나 광중합형은 혼합이 생략되고 충분한 조작시간을 가질 수 있다는 이점도 있다. 또한 인접면을 포함한 복잡와동의 수복에 있어서 접촉점의 회복 및

치경부의 적합이 어려워 형태가 복잡한 경우는 간접법에 의한 콤포짓트 인레이를 사용하며 그 전용제품도 소개되고 있다.

구치용 콤포짓트 레진

지금까지는 치과용 금인레이나 아말감보다 물성이 낮기때문에 전치용에 한하여 이용되었으나 치과용 아말감이 갖고 있는 수은 독성과 불완전한 심미성 때문에 콤포짓트 레진의 사용이 증가되고 또 충전재의 함량을 높여 물성을 개량 함으로서 구치부에 광범위하게 이용될 전망이다. 현재 구치용 콤포짓트 레진으로는 굵은 입자형, 미세입자형, 혼합형 및 초미세입자형 등이 있다. 충전재는 초기에 석영을 가장 많이 사용하였으나 현재는 대부분 교질형의 규소나 리치움-알루미늄, 규산염 바륨과 스트론튬이 함유된 규소유리 등을 사용한다. 규소유리는 석영보다 부드럽기 때문에 연마도를 높일 수 있고 방사선 불투과성이 있으며 충전재 함량을 30%에서 75%로 높여 특성이 강화되었고 충전재의 크기를 여러가지로 분포하여 특성에 따라 각종 유형이 소개되고 있다. 최근의 변화는 콤포짓트 레진을 이용한 구치부 수복재료로서의 연구가 진행되고 있는 현황이다. 현재는 2-3가지 크기의 충전재를 사용하는 혼합형 콤포짓트레진을 주로 사용하나 마모저항을 높이기 위하여 미세입자를 소결하여 큰 입자로 만든 제품이 있고 소수성 레진을 사용하여 레진과 충전재 사이 silane coating이 파괴되지 않도록 한 제품도 있다. 구치부용 콤포짓트레진에는 중금속 충전재를 사용하여 방사선 불투과성을 주고 있으며 글라스아이오노머 이장재나 상아질 접착재와 같이 사용하기도 한다. 소구치나 하악 제1대구치의 작은 교합면 수복물은 5-6년간 임상적인 성공을 보고하고 있으나 변연누출이 일어나며 마모도 된다. 현재로는 소구치의 협설측으로 좁은 1,2급 와동에 국한되어 사용해야 한다. 구강외에서 인레이를 만들어 콤포짓트레진을 이용하여 부착시키는 경우 중합이 완전히 되고 중합수축이 적다. 구치용 콤포짓트 레진은 아말감에 비하여 조작시간이 길고 2급와동에서 matrix band의 모양을 정확하게 형성해야 하는 단점이 있다. 중합수축으로 치은부 변연에 틈이 생기는데 상아질 접착제나 글라스 아이오노머 시멘트를 사용하여 방지해야 한다. 중합수축과 교합면 마모가 가장 큰 문제인데 마모에 관하여는 실험방법의 기준은 아직없다. 5년간 관찰한 바로는 재래형 콤포짓트레진은 년간 150μ m정도 마모되었으나 현재는 아말감의 1/2 수준인 년간 20 μ m정도의 마모도를 갖는 레진도 있다. 마모기전에 관하여는 접촉부위에서는 피로에 의한 파절로 crack이 생기어 마모가 크게 진행되며, 비접촉부위에서는 음식물에 의한 마모가 발생되는데 기포유무, 접착제의 안정도, 중합정도, 충전재의 크기, 양등이 마모정도에 관여된다. 접촉부위에서 마모양이 많으며 수복물의 크기가 증가 할수록 더 마모된다. 교합이 긴 말하거나 우식유발 가능성이 높은 구강내에서는 금기로 되어 있다.

콤포짓트 레진의 분류

충전재가 고르게 분포되어 있는 제1형과 0.04-0.2μ 의 규소입자를 기질에 넣어 중합후 재분쇄하여 충전재로 사용하는 제2형으로 나누며(표 1), 재래형 콤포짓트 레진은 체적비 50% 정도의 기질이 함유되어 있다.

초미세입자형은 충전재 크기가 0.4μ 정도이며, 표면적이 넓어(300m^2/gm)점도를 높임으로 제2형을 개발하여 충전재 함량을 증가하고 있다. 충전재의 크기에 따라 8-12μ m의 재래형(conventional), 1-5 μ m의 작은 입자형(small particle), 0.04-0.4μ m의 미세입자형(microfiled)과 1.0μ m의 혼합형(hybrid) 등으로 분류한다. 초미세입자를 5% 정도 배합하여 점도를 조절하며 혼합형 콤포짓트 레진은 0.6-1.0μ m의 충전재에 중량비로 10-15%의 초미세충전재를 혼합한다.

1. 재래형 콤포짓트 레진 (Conventional composite resins)

Conventional 또는 macrofilled 콤포짓트 레진이라고도 하는데 8-12μ m의 석영을 중량비로는 70-80%, 용적비로는 60-70% 넣는다. 아크릴릭 레진에 비하여 압축강도는 4-5배, 탄성율은 4-6배, 인장강도는 2배 높고, 중합수축은 용적비로는 2% 정도 낮고, 열팽창계수도 치아의 3배 수준으로 낮아지고 미소경도는 증가(KHN 55)하였으나 마모에 의해

표 1. 충전재의 크기 및 함량에 따른 분류

분 류	유 형	입자의 크기 (μ)	함량 용적 (%)	중량 (%)
제1형				
1급	Macrosize	8-25	50-75	75-87
2급	Minisize	1-8	50-75	75-87
3급	Microsize	0.04-0.2	20-40	30-55
4급	Blends 1-3급	0.04-10	20-73	28-55
제2형				
1급	미강화형 레진기질 + macrosize로 강화	1-20	20-40	30-55
2급	강화형 레진기질 + macrosize로 강화	0.04-0.2	20-40	30-55

거친 표면이 형성되는 것이 가장 큰 문제이다. 연마나 저작과정에서 마모되어 표면이 거칠게 되고 쉽게 변색된다. 4급, 2급 와동등 응력을 많이 받는 부위에 사용해도 파절가능성은 적으나 교합면 마모에 대한 저항력이 약하다. 치질과 화학적 결합이 없으므로 수복시 체적변화가 일어나지 않게 주의해야 한다.

2. 초미세입자형 콤포짓트 레진 (Microfilled composite resins)

0.02-0.04μ m 정도의 교질성 실리카충전재를 배합하여 레진기질을 강화하나 윤택한 면을 얻는 것을 목표로 한다. 교질성 실리카는 기질과 혼합과정 중 응집된 덩어리중 일부가 파절된다. 많은 양의 교질성 실리카 충전재를 배합하면 물성이 증가되나 표면적이 넓어서 첨가에는 한계가 있다. 때문에 교질성 실리카를 소결(sintering)하거나 실리카를 미리 레진에 넣고 중합한 후 분쇄하여 충전재로 사용하기도 한다. 미리 중합한 충전재는 중량비로 60-70%의 silane을 입힌 교질성 실리카의 점도를 낮추기 위해 온도를 높힌 레진에 넣고 열중합후 재래형 입자크기로 분쇄하는 방법으로 제조한다. 초미세입자형 콤포짓트 레진의 최종 충전재 함량은 중량비로 50% 정도이나 이 방법으로는 중량비로 80%(용적비로는 70%)까지 올릴 수 있다. 초미세입자형 콤포짓트 레진은 압축강도를 제외한 다른 물성은 재래형 콤포짓트 레진보다 낮다. 상대적으로 충전재 보다 레진의 양이 증가함으로 흡수성과 열팽창계수가 높아지고 탄성계수는 낮아진다. 또 미리 중합된 입자와 레진 사이에는 결합력이 약함으로 이 부위의 파절 가능성이 높다. 그러나 윤택한 면을 얻을 수 있고 연마가 가능한 장점도 있다. 2급, 3급 와동에 사용시 파절 가능성이 높고 응력을 받는 부위에서 변연부가 파절되는 현상이 있다.

3. 작은 입자형 콤포짓트 레진 (Small particle composite resins)

초미세입자형 콤포짓트 레진의 윤택한 표면과 재래형 콤포짓트 레진의 증가된 물성을 동시 얻도록 개발한 것이다. 평균 입자크기는 1-5μ m 정도이나 크기와 분포가 매우 다양하여 중량비 80%, 용적비 70%의 많은 양의 충전재를 기질에 혼합할 수 있다. 구치부용으로 사용되며 충전재로는 석영이나 중금속이 함유된 유리를 사용한다. 중량비로 5% 정도의 교질성 실리카를 배합하여 점도를 조절한다. 충전재의 배합비를 증가하여 물성을 개량하였다. 압축강도와 탄성계수는 재래형 콤포짓트 레진보다 높고 인장강도는 미세입자형 콤포짓트 레진보다 2배, 재래형 콤포짓트 레진보다는 50% 정도 증가하였다. 열팽창계수는 치아의 2배 정도이다. 다른 콤포짓트 레진보다는 적으며 표면도 개량되었고 마모저항도 증가하며 중합수축도 재래형 보다는 낮다. 강도 증가와 충전재 함량이 증가함으로 4급이나 2급 와동등 응력을 많이 받는 부위에 사용한다. 표면은 비교적 윤택하

나 미세입자형 콤포짓트 레진이나 혼합하여 콤포짓트 레진보다는 거칠다.

4. 혼합형 콤포짓트 레진
(Hybrid composite resins)

작은 입자형 콤포짓트 레진보다 윤택한 표면을 얻으면서 물성도 유지할 수 있도록 개발된 것으로 전치부에도 미세입자형 콤포짓트 레진 대신 사용할 수 있다. 교질성 실리카와 중금속이 포함된 유리충전재를 중량비로 75-80% 정도 배합한다. 유리충전재는 0.6-1.0μ m 정도이며 75%가 1μ m 보다 작다. 교질성 실리카는 전체 충전재중 중량비로 15-20%를 차지하는데 표면적이 넓어서 작은 입자형 콤포짓트 레진보다 충전재 함량은 적어지며 물성은 작은 입자형과 재래형 콤포짓트 레진의 중간 정도이다. 충전재에는 중금속이 함유되어 법랑질보다 방사선 불투과성이 크다. 표면이 윤택하고 4급 와동등 전치부 충전에 널리 사용되며 물성은 작은 입자형 콤포짓트 레진보다 낮으나 응력을 받는 부위에도 사용된다.

시 판 형 태

1. 분말/용액형

적절한 점도와 물성을 얻기 어려우며 조작의 차이가 물성에 큰 영향을 준다.

2. Two-paste형

Benzoyl peroxide paste와 amine 촉진재의 두 paste로 구성되며 같은량을 혼합한다. 비율차이가 30% 정도에도 물성에 영향을 주지는 않는다. 혼합후 즉시 와동에 주입해야 하고, 색조의 특성을 나타낼 수 없으며 일시에 중합되므로 수축량은 커지고 치아와의 결합부에서 응력이 가중된다. Core용으로 사용된다.

3. 단일 paste형

1972년 자외선 중합형이 개발되었으나 형재는 450 nm정도의 가시광선을 사용한다. 최대광원 파장은 460-500nm정도인데 camporoguinone의 최대흡수파장은 470nm이다. 전압이 6%감소시 광량은 25%정도 감소하나 전압조정기를 사용시 10%정도로 줄일 수 있다. 보존기간은 실온에서 12개월이나 보관조건에 따라 단축된다. 혼합하지 않음으로 공기의 혼입을 방지하고 조작시간을 연장할 수 있다. 얇은 층상으로 중합함으로 색조 조절이 용이하며 중합수축은 각층에서 일어남으로 치아와의 접촉부위에 응력이 집중되는 것을 감소한다. 가시광선은 피부에 손상을 줄 가능성은 적으나 망막에 손상을 줄 수 있으므로 보안경, 광차단판이나 광원 끝에 가리개를 끼워서 빛이 눈에 직접 도달하지 않도록 해야 한다.

물 성

1. 경화시간과 조작시간

화학중합형의 경화시간은 3-5분 정도이며 체적이 200mm^{3}이고 주위온도가 37°C 일때 경화중 온도상승은 10-40°C 이다. 발열곡선이나 점주도의 변화정도를 보아서 경화정도를 알 수 있으며 기시제의 양, 가소제의 유무, 희석재의 종류 및 양과 기질의 화학적 특성에 따라 점주도에 변화를 준다.

광중합형은 초기 10분 이내에 약 75%의 중합이 이루어지며 24시간동안 반응이 계속되고 25% 정도는 중합되지 않은 상태로 남는다. 빛에 노출후 60-90초 지나면 flow가 감소된다.

2. 중합수축

Bis-GMA기질과 50%정도의 충전재가 들어있는 콤포짓트 레진의 중합수축은 1-1.7%이며 이것은 치아와 레진사이에 130Kg/cm^2(12.75MPa)정도의 인장응력을 발생하여 법랑질에 구열을 일으킬 정도가 된다. 중합수축은 초미세입자형에서 가장 크며 층상으로 중합할때 중합수축은 감소된다.

3. 열특성

재래형 콤포짓트 레진의 열팽창계수는 30-75×10^{-6}/°C로서 상아질의 8.3×10^{-6}/°C와 법랑질의 11.4×10^{-6}/°C와는 상당한 차이가 잇다. 미세입자형 콤

포짓트레진의 열팽창계수는 재래형 콤포짓트레진에서 보다 크다. 치아와 레진의 열팽창계수가 다르고 또 치아와 레진사이에는 화학적 결합이 안 일어남으로 percolation을 보인다. 열자극이 주기적으로 가해짐으로 재료자체에 피로를 유발한다. 치아의 열전도도는 $1.4\text{-}2.1\times10^{-3}$/°C이나 콤포짓트레진은 $12\text{-}30\times10^{-3}$/°C로서 차이가 있으나 큰 문제는 안된다.

4. 흡수성

수분이 흡수는 전혀 유해한 것이 아니며 오히려 결과로 나타나는 팽창은 중합수축을 보상할 수 있으며 중합 7일 후 주위와 평형을 이룬다. 재래형과 혼합형 콤포짓트 레진은 미세입자형보다 수분흡수가 적다.

5. 용해도

콤포짓트레진의 용해도는 0.01-0.06mg/cm²이고 미중합 단량체가 유리된다. 적절히 중합이 일어나지 않은 경우 흡수와 용해도는 증가하여 변색된다. 실리콘, 붕소, 스트론튬, barone등의 무기물도 유리된다.

6. 기계적 성질

압축강도는 미세입자형 콤포짓트레진이 재래형보다 낮고 탄성률은 재래형 콤포짓트레진이 미세입자형보다 3배 정도 높다. 인장강도는 미세입자형 콤포짓트레진이 재래형보다 약간 낮은데 실제 인장실험에서는 더 낮게 나타난다. 파절시 변형량과 견성은 unfilled레진이 가장 높으며 누프경도는 재래형 콤포짓트레진이 미세입자형보다 높다. 누프경도는 마모정도에 영향을 주는 것이 아니라 물성 으로서의 의미가 있다.

충전재로 석영을 사용한 경우 마모도는 낮아지며 silane으로 처리한 경우 1/2로 감소된다. 콤포짓트레진의 마모는 어떤 특정한 물성과 직접적인 관련은 없고 마모저항을 높이기 위하여 기질의 중합정도를 높이거나 스트론튬이 함유된 충전재를 배합하거나 공기혼입을 줄이는 방법이 있으나, 최근에는 석영 충전재의 크기를 다르게 하여 혼합하는 방법 등이 시도되고 있는데 현재로는 마모도가 낮아지는 것으로 나타났다.

7. 방사선 불투과성

전치부에서는 육안적 관찰이나 빛을 투과하여 평가할 수 있으나 구치부의 경우 바륨이나 스트론튬을 넣어 불투과성을 나타내게 하여 평가하고 있다. 현재로는 진단에 도움을 줄 정도의 명확한 방사선 불투과성은 나타나지 않는다.

8. 중합깊이 (광중합형)

Photoinitiator의 양, 충전재의 양과 크기 등에 영향을 받는다. 레진표면에 도달되는 빛의 강도도 중요한데 표면에서 1mm이내에 조사기 tip을 위치해야 한다. 강한 색조일수록 온성깊이는 줄어들며 밝은 색조의 경우 20초 조사로 2-2.5mm까지 중합할 수 있으나 40초간 조사시 중합정도는 증가된다. 1mm이하의 치질을 투과조사시 얕은 와동에서는 중합은 충분하며 면적이 넓은 경우 레진표면은 나누어 중합한다.

9. 치질과의 결합형성

1) 법랑질의 결합

부식된 법랑질과 콤포짓트레진의 결합강도는 83-210Kg/cm²(8.14-20.59MPa)정도이며 기계적으로 유지된다. 35-50% 인산으로 부식함으로서 결합이 될 표면적이 넓어지고 표면에너지를 크게하여 습윤이 잘 일어나게 하여 polymer tag를 만들수 있다.

좋은 결합이 이루어지기 위하여는 부식면이 수분이나 타액에 오염되지 않도록 해야 한다.

2) 상아질의 결합

콤포짓트레진을 상아질에 부착시킴으로 변연누출을 감소할 수 있고 치질의 삭제량도 줄일 수 있다. 상아질 결합에는 6 가지 방법이 소개되고 있다.

(1) 폴리우레탄 (PU) :

Diisocyanate가 polyol과 상아질의 -OH, $-NH_2$나 유기물과 반응하고 여기에 콤포짓트 레진을 결합하는 방식이다.

(2) 폴리아클릴릭산 (PAA) :

글라스아이오노머와 같이 애클릭릭산과 이타콘 산이 상아질의 수산화인회석과 인산이온을 치환하면서 반응하고 여기에 콤포짓트 레진을 부착하는 방식이다.

(3) 유기인산염 (OP) :

인산측 끝이 수산화인회석 중의 칼슘과 반응하고 반대측의 탄소사이에 2중결합이 콤포짓트 레진과 반응한다.

(4) Metallic anhydride+4-META :

무수물이 상아질 표면의 수산기와 같이 가수분해되어 2가 산이 되며 반대측 탄소사이 2중결합이 콤포짓트 레진과 반응한다.

(5) Hydroxyethyl methacrylate(35%)+glutaraldehyde(5%) (HEMA+GA) :

Glutaraldehyde가 상아질의 유기이온과 HEMA와 반응후 콤포짓트레진과 반응하는 방식이다.

(6) Ferric oxalate+NPG-GMA/PMDM :

제2철 수산염이 smear 층을 제거하는 부식제 역할을 하고 여기에 NPG-GMA와 PMDM이 결합하는 형태이다.

결합강도에 관하여는 같은 방식이라도 각기 다른 크기로 보고되고 있어 결론을 얻기 어려우며 수중에서 thermal cycling을 시행한 후에는 결합강도는 감소된다. 4mm정도 크기 와동에서 중합수축에 의하여 변연부에 틈이 생기지 않도록 하기 위하여는 최소 180KG/cm^2(17.6MPa) 정도의 결합력이 요구되는데 층상으로 중합하여 이때 발생되는 응력을 감소할 수 있다. 상아질 결합재를 법랑질에 사용할 경우 상아질에서 보다 더 높은 결합력을 얻는다.

치수자극은 경미하여 상아질 표면의 처리는 smear 층은 제거하나 상아세관은 막힌 상태로 두어 치수자극을 감소시켜야 한다. 상아질 결합재는 수복물의 변연누출을 감소한다. 와동형성을 하지않은 치경부 수복에 있어서 상아질 결합재만 사용한 경우 3년후 75%이하의 유지를 보이나, 교합면측 법랑질을 부식하고 수복한 경우는 3년후 90%이상의 유지를 보인다. 상아질접착재는 상아질에는 중정도의 결합력을, 법랑질에는 높은 결합력을 보이나 콤포짓트 레진의 중합수축에 의한 변연누출을 방지하거나 와동모양을 변형시킬 정도로 강하지는 않는 것으로 알려져 있다.

10. 생체적 합성

콤포짓트레진이 치수에 심한 염증반응을 일으키는 것은 아니나 수산화 칼슘이나 글라스아이오노머 시멘트로 이장해야 한다. 중정도의 병리조직 소견을 보이며 산부식은 상아세관을 확대하여 단량체가 치수에 스며 들게 한다. 유지놀계는 콤포짓트레진의 중합을 방해하므로 그 위에 직접 콤포짓트레진으로 수복해서는 안된다. 치수에 대한 반응은 재료자체의 독성과 미세누출로 인한 위해작용등이 있다. 중합된 콤포짓트 레진은 비교적 생체적합성이 높으나 광중합형 콤포짓트 레진은 충분히 광조사하지 않으면 치수 근처에서 중합되지 않은 콤포짓트 레진으로 치수에 손상을 줄 수 있다. 수산화칼슘이나 글라스아이오노머 시멘트로 이장하여 아연화유지놀계는 사용하지 않는다.

11. 색 상

같은 universal shade라도 제품에 따라 다양한 색상을 보인다. 중합후 300시간 경과한 후 보면 기본적인 황색은 유지되고 명도는 무변화이고 채도는 강해진다. 3년간 임상실험결과 명도는 감소하고 채도는 증가하며 레진기질내에 응력으로 인한 구열이 나타나거나 충전재의 부분적인 결합력을 상실하면 불투명도는 증가한다. 대기중 자외선이나 수분의 치환

표 2. 상아질결합재의 인장결합강도와 gap 크기

결합재 유형	인장결합강도		4mm직경 수복물의
	Kg/cm^2	MPa	gap크기 (μ m)
PU	10-60	0.98-5.88	-
PAA	20-40	1.96-3.92	-
OP	30-100	2.94-9.80	10
4-META	30-70	2.94-6.86	4
HEMA+GA	110-170	10.78-16.66	2
NPG-GMA/PMDM	40-125	3.92-12.25	8

표 3. 색 상

	명도 (Value)	채도 (Chroma)
충전시	7.6	2.2
6 개월	7.6	2.2
12 개월	7.4	2.2
24 개월	7.4	2.5
36 개월	7.3	3.0

으로도 변색이 일어날 수 있다.

산 부식

수복용 레진에서는 미세누출이 큰 문제이다. 아말감의 경우는 부식산물이 미세누출을 억제하며 불소가 2차우식을 예방하는 경우도 있다. 변연봉쇄와 결합력을 증가시키는 방법으로 산부식법을 사용하는데 resin-bonded metal retainer, porcelain laminate veneer, orthodontic bracket 등에도 이용된다. 이 방법을 이용하여 변연누출과 변색문제를 어느정도 해결하였다.

산으로 법랑질을 부식하면 법랑소주나 그 주위가 선택적으로 용해되어 그 결과 표면에너지가 증가하여 레진이 쉽게 스며들어 부식부위로 침투되어 10-20μ m 정도의 레진돌기(tag)를 형성한다. 30-50%의 인산을 사용하는데 37%를 가장 많이 사용한다. 인산의 농도가 50% 이상이면 monocalcium phosphate monohydrate를 생성하여 더이상 부식되지 않는다. 부식시간은 초기에는 60초였으나 현재는 15초 부식후에도 강력한 결합력을 얻을 수 있다. 불소농도가 높은 치아는 부식시간을 길게 해야 한다. 부식후 15초 정도 수세하면 법랑질 표면은 흰색의 서리낀 모양이 되는데 이후에는 타액이나 혈액에 오염되지 않도록 해야한다. 오염이 되면 오염원을 제거하고 건조후 10초간 추가로 부식한다. 부식된 법랑질의 결합강도는 16-22 MPa 정도인데 레진 기질에 따라 다르다. 부식법랑질을 따뜻한 공기로 건조하거나 에탄올로 씻으면 결합력을 증가한다.

조 작 특 성

1. 2paste형 (화학중합형)

동량을 측정하여 20-30초간 연화한다. 재래형 콤포짓트레진은 금속 스파튜라를 사용하면 변색을 일으킨다. 레진결합재를 부식된 법랑질에 도포하고 화학중합형에서는 경화전 콤포짓트 레진을 주입하고 광중합형의 경우는 완전한 중합을 위하여 결합재만 미리 광중합한다. 조작시간은 1-1.5분, 경화시간은 3-5분 정도이다. 콤포짓트 레진은 와동에 다져 넣거나 시린지로 주입하며 충전후 2분정도 고정하고 나서 3.5-4분후에 제거하고 2-6분후 완성한다. Jar에 들어있는 경우 교차오염이 안되도록 주의한다. 혼합후 즉시 와동에 주입하며 혼합중이나 주입중 기포가 혼입되지 않게 한다. 와벽에 바르는 방식으로 충전하면 기포 혼입이 적어지며 시린지나 matrix strip을 사용하는 경우에도 기포 혼입을 감소한다.

2. 단일 paste형 (광중합형)

빛이 투과하는 깊이는 통상 2.5 mm 이내이므로 깊은 와동에서는 층상으로 충전한다. 색조조절을 위해 콤포짓트 자체를 혼합해서는 안되며 층상으로 어두운 색부터 충전하여 색조를 마춘다. 혼합할 필요가 없으나 중합깊이가 제한되는 결점이 있다. 콤포짓트 레진을 층상으로 충전함으로 중합수축은 감소되며

완전중합이 되어야 색조안정성, 물성등이 향성된다. 대개 2-2.5 mm두께를 기준으로 40-60초간 광조사한다. 어두운 색이나 법랑질을 통해 광조사시는 시간을 연장한다.

완 성

완성은 매끈한 면을 만들어 빛이 반사될 수 있게 하고, 외형은 주위와 조화되게 하며, 교합상태를 조절하고, 변연부가 적합하게 하며, 전반적인 외형이 치아와 조화를 이루도록 한다. 전반적인 삭제는 carbide finishing 바나 green stone, 산화알루미늄 디스크, Arkansas 스톤을 사용한다. 완성은 혼합이나 광중합 5분후에 시작하며 재래형 콤포짓트의 연마는 연마입자의 경도가 높고 작은 것을 사용한다.

콤포짓트의 수선

중합직후는 표면에 산소억제층이 있음으로 그위에 바로 콤포짓트 레진을 첨가한다. 연마후에도 50% 정도 중합되지 않은 레진이 잔유함으로 여기에 레진을 첨가한다. 중합후 시간이 경과한 후에는 미중합 레진이 적게 남아 있어 monomer가 기질내로 침투되기 어렵다. 기존 수복물과 첨가된 레진간의 결합력은 경과시간에 반비례한다. 이 경우는 표면을 삭제하여 오염층을 제거하고 거칠게한 후 unfilled레진을 도포하고 콤포짓트 레진을 첨가한다.

콤포짓트 레진의 응용

충전재의 종류나 양을 변화시켜 다양한 요구에 부응하는 콤포짓트레진을 개발하고 있으며 특히 아말감을 대체하는 연구가 진행되고 있다.

1. 전치부 Veneers

점도가 낮은 화학중합형 콤포짓트레진을 법랑질에 부착하거나, 색조가 다양한 광중합형 콤포짓트레진을 층상으로 부식된 법랑질에 부착시켜 자연치와 유사하도록 하며, 고에너지 광선, 진공온성조, 열 등을 이용하여 veneers를 제작후 콤포짓트레진을 이용하여 법랑질에 부착한다. 구강외에서 제작된 veneers가 마모저항이 가장 높고 색조의 안전성이 있다.

2. 도재의 결합

콤포짓트 레진을 이용하여 porcelain veneer를 부식된 법랑질에 부착사거나 파절된 도재를 수복하는 방법이 있으며 도재표면과 비교적 약한 결합을 이루는 silanating제가 함유되어 있다. 파절된 도재를 콤포짓트레진으로 수복할 경우 교합력 때문에 수명이 길지 못하며 porcelain veneer를 부착하는 경우 결합면적이 넓고 또 도재를 불화수소산으로 처리시 성공률을 높일 수 있다.

3. Core 축조

충전재 함량을 증가하며 강도를 높이고 조작시간을 2분 정도로 연장시킨 화학중합형 콤포짓트레진을 사용하며 강한 색조를 갖게하여 주위치아와 구별이 용이하게 한다.

4. 교정용

낮은 점도의 콤포짓트레진을 이용하여 bracket을 부착하며 1형 2급이나 4급 등 강도가 높은 레진을 사용한다. 전치, 소구치는 결합강도가 충분하나 구치부에는 약하다.

글라스아이오노머 시멘트

글라스아이오노머 시멘트(GIC)는 규산염과 카복실레이트 시멘트의 유도체로서 이온유리성 글라스 분말과 폴리 아클릴릭산 용액으로 구성된다. Fluroalumino silicate glass와 Ionomer (ionic polymer)에서 glass inomer라 한다.

분말과 용액을 혼합하면 분말 입자표면에서 칼슘이온이 유리되어 칼슘 폴리아크릴레이트가 형성되면서 초기 경화반응을 일으키고 다음 분말입자 내부의 알루미늄이 유리되어 알루미늄 폴리 아크릴레이트가 형성된다. 폴리카볼실레이트 시멘트는 치질의 칼슘과 반응하나 글라스아이오노머 시멘트는 상아질의 콜라겐층의 카복실기나 아미노기와 반응된다. 즉 글라스아이오노머 시멘트의 경화반응은 이온유리성 분

말과 폴리아클릴릭산 용액 간의 반응으로 혼합시 용액의 카복실기가 이온화 하여 형성된 수소이온이 분말입자의 표면으로 스며들어 이 때 알루미늄이나 칼슘 등과 치환되고, 알루미늄 실리케이트구조물이 파괴되면서 탈수된 규소겔이 형성된다. 혼합할때 폴리아크릴산 용액의 카복실기가 이온화 하여 수소 이온이 유리되고 이 수소이온은 알루미노실리케이트 분말표면에서 내부로 침투하여 탈수된 규산겔을 형성하며 이때 알루미늄, 칼슘 및 불소이온등을 치환 분리한다. 분리된 알루미늄과 칼슘이온이 카복실레이트 음이온과 킬레이트 화합물을 형성하여 경화된다.

경화된 시멘트 구조는 알루미노 실리케이트 핵과 칼슘-알루미늄 다염기질이며 그 사이에 겔층이 형성된다. 치환된 알루미늄 및 칼슘이온은 액상 상태로 이동하며 카복실레이트 음이온과 금속염을 형성하며 수용액이 겔화되면서 시멘트는 경화된다. 따라서 경화된 시멘트 구조는 알루미노 실리케이트 핵과 칼슘-알루미늄 다염기질 이며 그 사이 겔층이 나타난다. 초기 경화는 혼합후 5분 정도이며 칼슘이온이 관여하며 알루미늄 염이 형성되면서 최종경화 된다.

GIC의 물성

글라스아이오노머 시멘트는 자연치와와 유사한 투명도와 색조를 지녀 심미성이 우수하고 치아의 법랑질과 상아질에 화학적 결합을 하며, 금, 은 팔라듐과 비교적 접착강도가 높고, 미세누출의 감소와, 치수자극이 인산아연 시멘트 보다 적은 생체친화성과 치수에 대한 위해작용이 낮고, 열팽창계수가 치질과 유사하며, 불소 방출로 치아의 항우식성을 증가시키는 장점 등이 있다. 그러나 글라스아이오노머 시멘트는 유동성이 낮고, 조작시간이 짧으며, 경과가 지연되고, 경화중 탈수로 인한 물성의 감소로 부서지기 쉬우며 투명도 인장강도 압축 및 경도 마모저항도 등이 낮어 심한 교합력을 받는 부위는 그 사용이 제한된다. 강도는 24시간까지 서서히 증가하는데 인장강도는 압축강도의 10% 정도이고 탄성, 소성변형 등은 압축강도의 1% 이다. 따라서 영구치의 2, 4급 와동에는 부적합하다. 산에 대한 용해도는 강하나 나트륨이 기질을 형성하는 음이온과 수용성 염을 형성하며, 알루미늄이 기질을 형성하는 음이온과 반응하여 물에 용해되기 때문에 수분에 대한 초기 용해도는 높다. 글라스아이오노머 시멘트는 초기 경화반응에서는 주로 칼슘이온이 유리되어 칼슘 폴리아크릴레이트가 형성되고 그후 서서히 알루미늄, 실리콘등이 폴리 아크릴릭산과 반응하여 염을 형성하여 경화된다. 칼슘은 경화 초기에 많은 양이 불용성 물질로 되어 칼슘이온이 용액안으로 추출되는 양의 차이가 다른 원소들에 비하여 적다. 글라스아이오노머 시멘트는 경화반응 초기에는 수분을 흡수하는 경향이 있는데 수분이 흡수되면 시멘트 기질이 상당히 약해져서 침식 저항력이 낮아진다. 따라서 최소 24시간은 시멘트 표면이 탕개과 접촉되지 않도록 바니쉬등을 사용하여 용해도를 감소시켜야 한다. 글라스아이오노머 시멘트의 용해도는 구연산, 초산, 유산 및 증류수의 순으로 낮게 나타난다. 글라스아이오노머 시멘트가 치수에 대한 손상이 적은 이유는 폴리 아클릴릭산은 인산보다 약하며, 폴리 아크릴릭산의 분자량이 커서 상아질 치세관을 통하여 치수로 확산되지 못하며, 인산 처럼 쉽게 용해가 안되고, 경화중 온도 상승이 가장 낮기 때문이다.

GIC의 용도

글라스아이오노머 시멘트의 용도는 접착재, 3급과 5급 와동 및 유치의 수복재, 치면열구 전색재, 이장재 및 core 형성재 등 다양하게 사용된다. 초기의 글라스아이오노머 시멘트는 제1형은 접착재, 이장재로, 제2형은 수복재로, 제3형은 예방치과재료 등으로 분류되었으나 그후 제1형은 접착재, 제2형은 충전재(심미형, 강화형)과 이장재, 제3형은 치면열구 전색재로 분류되었다. 최근에는 제1형은 접착재, 제2형은 수복재료(심미형 수복재료 및 강화형 수복재료), 제3형은 급경화형 이장재 및 치면열구 전색재로 분류한다. 또 재래형과 수경성 글라스아이오너머 시멘트 등으로도 분류하는데 수경성 글라스아이오노머 시멘트는 점도가 낮고 유동성이 높아서 접착용으로 사용된다. 수경성 글라스아이오노머 시멘트는 글라스 분말에 폴리 아크릴릭분말이 혼합되어 있고 혼합시 증류수나 희석된 주석산 용액을 사용하여 경화시킨다. 5급, 3급 와동의 충전재, 치면열구 전색재, 유치의 2급 와동, 구치부 수복재(core형성재), 접착재 및 이장재 등으로 사용된다.

충전용과 접착용의 차이는 입자의 크기, 경화시간

등으로 충전용은 50μ m, 접착용은 20μ m이다. 그러나 현재는 입자를 1/10로 축소하여 0.05μ m-5.0μ m까지 사용하고 색소도 첨가하며, 칼슘은 스트론튬(Sr)이나 란탄늄(La)으로 대체하여 점주도를 낮게 하고 있다.

GIC의 구치부 응용

글라스아이오노머 시멘트나 복합레진의 물성을 변화하여 구치부사용 가능성이 증가하고 있음으로 이에 따른 변화된 와동형성법이 소개되고 있다. 그 예가 internal preparation이나 lateral marginal ridge를 통한 와동형성법이다. Internal preparation은 우식상아질의 제거에 주안점을 두고 fossa를 통해 marginal ridge를 손상하지 않고 우식부만 제거한다. 처음 입구는 연단에서 2mm 정도 떨어져 법랑질의 occlusal rim이 남게 한다. 인접치아에 주는 손상을 줄이기 위하여 floor의 우식치질은 chisel로 제거한 후 교합면의 access channel을 통하여 글라스아이오노머 시멘트를 주입하고 5분정도 지나 경화되면 시멘트를 2 mm 깊이까지 제거한다. 37% 인산으로 30초간 부식하고 결합재를 바른후 구치용 복합레진으로 충전한다.

GIC / 콤포짓트 레진의 결합

복합레진을 수복하기전 글라스아이오노머 시멘트로 상아질 결손부를 충전한 다음 그 위에 복합레진으로 충전하는 방법을 글라스아이오노머/복합레진 laminate : Sandwich/double-laminated 방법이라 한다. 이 방법은 치경부 마모증이나 법랑질이 없는 경우 응용된다. 복합레진은 중합시 용적비로 1.67~5.68% 수축하고 수축시 응력은 2.8~3.9Mpa이다. Laminate 방법으로 하면 복합레진의 심미성 인성 및 법랑질과의 결합력과 글라스아이오노머 시멘트의 접착력 밀봉성 및 항우식성등을 함께 응용할 수 있다. 글라스아이오노머 시멘트와 법랑질을 부식하면 시멘트와 복합레진의 결합은 증가하고 미세누출은 감소한다. 37% 인산으로 1분간 부식하며 시멘트를 엷게 도포하거나 시멘트가 굳기전 산부식을 하면 실패한다.

이 방법의 성공은 시멘트 두께가 0.5mm 이상으로 두터울때, 복합레진 두께를 감소할 때 나타난다. 시멘트층이 얇으면 경화나 수화에 필요한 수분을 제거하기 위하여 건조되는 동안 탈수 현상이 나타나고 건조후 산에서의 여분의 수분이 약화된 polysalt 기질에 침투하게 된다. 시멘트층이 두터우면 복합레진이 수축시 나타나는 응력을 받지 않고 안정된 결합을 얻게 된다.

지대치 축조

지대치 축조용의 조건은 법랑질, 상아질과 화학적 결합을 하며 불소를 방출하고 열팽창계수가 낮고 조작이 간편하며 강도 등이 적절해야 한다. 글라스아이오노머 시멘트는 core를 형성할때 법랑질, 상아질과 화학적 결하을 하고, 불소가 방출되며 열팽창이 낮고 조작이 간편한 이점이 있다. 그러나 글라스아이오노머 시멘트는 부서지기 쉽고 강도 경도 및 마모저항이 낮으며 심한 교합력을 받는 부위에는 사용이 제한되고 있다. 1983년 Simmons는 아말감 합금 분말을 첨가하는 방법을 소개하였는데 단순히 아말감 합금과 글라스아이오노머 시멘트를 배합하는 것으로 아말감 합금은 충전재 일뿐 글라스아이오노머 시멘트와는 결합하지 않고, 마모저항과 심미성이 낮고 연마도 불가능하다. 1984년 mcLean과 Gasser은 글라스 분말과 미세한 금속분말을 고온에서 소결시켜 직접 폴리 아클릴릭산 용액과 반응시키는 방법을 발표하여 심미성과 마모저항도 및 인성을 개량하였고 이때 금속은 금과 은이 가장 좋으며 산화티타늄을 넣으면 색상을 개선할 수 있다고 하였다.

1986년 Prosser는 다양한 분산상 무기결정을 첨가하여 강도를 증가시키었으며 Simmons법은 금속섬유나 분말을 넣어 물성을 개량한 것으로 종래 글라스아이오노머 시멘트에 아말감합금을 7 : 1로 배합한 것으로 이온결합 항우식성 및 방사선 불투과성등의 물성이 개선되었다. McLean과 Gasses법은 유리분말과 금속분말의 결합력을 높여 마모저항을 증가시킨 것으로 은분말을 고온에서 유리와 결합하는 소결된 금속-글라스를 사용한다.

수복재로 사용되는 강화형 글라스아이오노머 시멘트로는 Miracle Mix(GC), Ketac-Silver(ESPE), Chelon-Silver(ESPE) 등이 소개되고 있다. Miracle Mix는 GC의 Lumi Alloy 구상형 은합금 분말과 Fuji

II 제2형 GIC로 구성된다. 도성합금(cermet) 글라스아이오노머 시멘트는 소결금속과 유리분말로 구성되며 3-5μ m의 은분말을 사용하고 상아질 대치용으로 개발한 것이다. 도성합금(요업금속) 글라스아이오노머로는 Ketac-Silver(ESPE), Chelon-Silver (ESPE)등이 있다. 도성합금 글라스아이오노머 시멘트를 과도하게 건조시에는 습윤성과 상아질 결합력이 감소한다. ketac-Silver는 1984년 개발되어 1986년 조성을 변화시킨 것으로 소결금속과 유리분말로 구성되며 금속분말과 유리분말의 결합력을 증가시킨다.

치면열구 전색

치면 열구 전색용 글라스아이오노머 시멘트로는 25-35μ m의 중정도 입자크기나 또는 미세한 분말을 사용한다. 광중합 레진 봉합재는 치아의 세척 건조 부식 수세 건조 도포 및 중합 등 7단계 과정을 거치는 반면, 글라스아이오노머 유형은 세척 건조 혼합 도포 및 방습 등 5단계면 된다. 25% 폴리 아클릴릭산을 도포하고 30분 이내 세척하며 pumice는 사용하지 않는다. 치아를 세척 건조하고 글라스아이오노머 시멘트를 소량씩 도포한 후 얇은 시트왁스로 덮고 바니쉬로 바른다. 치면열구가 100μ m 이상일때는 글라스아이오노머 봉합재가 좋고 갈라진 틈이 없는 경우는 광중합레진을 사용한다.

신·간·소·개

치과의료의 응급처치

서울 인현동에서 금성치과의원을 개원하고 있는 김규문 박사가 『응급처치 100문 100답』을 펴내 개원가에 큰 관심을 모으고 있다. 크리닉에서 환자를 치료하다보면 경우에 따라 처치하기가 애매한점, 곤란할 때를 더러 부딪칠때 있어 환자를 앉혀놓고 약간 당황할 때가 생길수도 있다.

이런점을 착안하여 "치과의료 응급처치 「100문 100답」"을 펴낸 김규문박사의 발간변(發刊辨)을 들어본다.

『치아를 작은 우주에 비교하는 학자들이 있다. 치아에는 탄생과 성장, 발육, 죽음이 있기 때문이다.

오래전 부터 우리 치과의사는 치과는 물론 일반 의학 지식없이 진료를 할 수 없다는 것을 잘 알고 있었으며 실제로 많은 내과적인 질병을 어느 누구보다도 빠르게 찾아냈고, 구강에 나타나는 여러 병변을 보고 쉽게 진단을 내렸다. 그 중에서도 요즈음 천형이라고 부르는 AIDS같은 병도 예외는 아니다.

비교적 좁은 진료실에서 많은 조작을 행해야 하고 환자를 보아야 하는 치과의사는 의외로 응급을 요하는 질병과 자주 만나게 되며, 그 처치 또한 실행해야 한다.

전신질환에서 치과 임상에 이르기까지 여러 응급처치를 당황하거나 잘 적응하지 못하여 한 두번의 실패를 경험했으리라 생각하면서 이 원고를 다듬게 되었다.』

의학박사 김 규 문 편저 ·지성출판사 발행 판매가 : 25,000원

●내용 220면 · 4.6배판 · 양장제본 ●전면 4원색(칼라) · 고급아트지 사용