

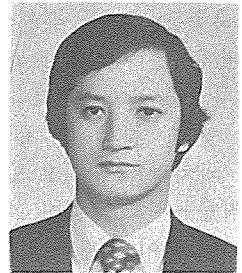
»인공치의 심미적 기능«

I. 인공치의 재료학적 고찰	김 경 남
II. 가공치의 종류와 설계원칙	양 재 호
III. 총의치에 있어서의 인공치아 선택.....	김 창 회
IV. 국소의치에 있어서의 인공치의 선택.....	진 태 호

I. 인공치의 재료학적 고찰 (Materials for Artificial Teeth)

연세대학교 치과대학 치과이공학교실

조교수 김 경 남



국소의치나 총의치에 사용하는 인공치는 대부분 도재치 (porcelain teeth)와 레진치 (resin teeth, plastic teeth)이다. 도재치나 레진치 모두 자연치아와 유사한 색조를 갖고있어 자연감을 나타내기 때문이다. 인공치의 대표적인 도재치와 레진치에 대하여 이공학적 측면, 임상측면, 기공측면에서 재료학적 고찰을 한다.

1. 이공학적 측면에서의 재료학적 고찰

1) 조성 (Composition)

도재치는 feldspar 81%, quartz 5%, kaolin 4%, metallic pigment로 구성되어 있으며 절치부와 치은부의 색깔 차이로 인해 전치를 제작하기가 더 어렵다. 진공소성형 (vacuum-firing porcelain)이 공기소성형 (air-firing porcelain)보다 강도가 우수하여 현재는 대부분 진공중에서 도재치를 제작한다. 레진치는 아크릴릭레진 (acrylic resin)이 주성분이며 열중합형 (heat-curing resin)과 자가중합형 (self-curing resin)이 있으나 대부분 열중합형으로 제작한다. 아크릴릭레진은 의치상용 레진 (denture base resin)과 동일한 성분이지만 강도를 보강하기위하여 횡단결합제 (cross-linking agent)를 첨가한다.

2) 경도 (Hardness)

표면의 단단함을 나타내며 대개 마모저항성 (wear resistance)과 연관지어 생각할 수 있다. 표1에서 볼수 있듯이 도재치의 경도는 범랑질의 2배, 상아질의 8배, 레진의 20배가 되므로 마모저항성은 상당히 높다. 즉 치아나 레진에 비하여 마모가 잘 되지 않는다. 그러나 대합치의 더 빠른 마모를 가져오게 된다.

표1. 자연치아와 인공치의 강도

재료	KHN(kg/mm)
도재	460
범랑질	343
상아질	68
레진	20

3) 비중(Density)

도재치는 2.4g/cc이며 레진치는 1.2g/cc로서 레진치가 도재치에 비하여 2배정도 가볍다.

즉 레진치를 사용한 의치가 도재치를 사용한 의치보다 더 가볍게 된다.

4) 강도(Strength)

재료의 강도는 압축(compressive), 인장(tensile), 횡단(transverse), 비틀림(shear), 찢김(tear), 충격(impact) 등으로 표시할 수 있으며 하중을 가하는 방법이나 형태를 의미한다. 구강내에서는 수복물에 따라서 또는 사용하는 방법에 따라서 복합적으로 작용한다. 의치의 경우 압축, 인장, 횡단등의 복합적인 힘이 가해지게 된다. 의치와 결합하고 있는 인공치아에도 하악의 수직운동시 압축력이, 측방운동시 인장력이 작용하여 파절이나 탈락을 초래할 수 있다. 도재치는 압축력에는 강하지만 인장력에는 약하고 레진치는 압축력보다는 인장력에 강하다.

2. 임상측면에서의 재료학적 고찰

의치는 구강내에서 다양한 하중을 받게 되고 여러가지 용액과 접촉하게 되며 온도변화도 심하다. 이에 따라 의치용 인공치에는 여러가지 현상이 일어나며, 이 현상들에 대한 인공치의 작용을 고찰한다.

1) 마찰(Friction)

상악과 하악 치아는 저작하거나 발음할 때 접촉하게 되고 마찰이 일어난다. 마찰이 일어나면 마찰열, 마모, 압력, 마찰음등이 발생하며 이것은 곧바로 의치나 의치지지조직에 전달된다. 이것을 표시하는 것이 마찰계수(Coefficient of friction, μ)이며, 시편을 움직이는데 필요한 힘(F)을 가해진 하중(W)으로 나눈 값이다. 즉 $\mu = F/W$ 가 된다. 마찰계수가 크면 움직이는데 힘이 많이 필요하게 되며 이 힘은 곧 의치에 전달되고 의치 지지 조직에 전달되게 되어 의치 지지 조직에 생물학적 자극(physiological stimulation)을 주거나, 과도한 힘이 되었을 때는 병리학적 변화

(pathological change) 즉 치조골 흡수등의 현상이 일어난다. 마찰계수는 마찰이 일어나는 주위 환경 즉 건조한 상태 또는 젖은 상태에 따라 달라진다. 구강내는 항상 타액이 있기 때문에 젖은 상태가 된다. 그리고 상악 치아는 정지되어 있는 상태에서 하악의 치아가 움직이는 형태의 마찰이 일어나는 특수성을 가지고 있다. 표2에서 볼수 있듯이 마찰이 일어나는 상태에 따라서 마찰계수가 달라지며 젖은 상태에서는 도재치와 도재치가 접촉할 때 가장 높은 값을 나타내고 있다. 따라서 치은이나 치조골이 건강하고 충분한 양이 있을 때만 도재치를 의치의 인공치로 선택할 수 있다.

표2. 마찰계수

접촉재료	건조한상태	젖은상태
acrylic on acrylic	0.21	0.37
acrylic on porcelain	0.23	0.30
porcelain on acrylic	0.34	0.32
porcelain on porcelain	0.14	0.51

2) 마모(Wear)

발음할 때나 음식물을 저작할 때, 치솔질할 때, 또는 이를 갈 때에 치아와 치아사이에, 치아와 음식물사이에, 치아와 치솔사이에, 또는 치아와 치약사이에 마찰이 일어나며 치아에 마모가 일어난다. 이처럼 마모는 치아 자체의 미세한 거칠기에 의해 일어나는 형태(frictional wear), 치아와 치아 사이에 있는 이물질(치약, 음식물)에 의해 일어나는 형태(abrasive wear) 등이 있으며 가해지는 힘의 양, 속도, 치아의 표면 거칠기 정도, 음식물의 종류, 치약과 치솔의 종류, 인공치의 종류에 따라 달라지게 된다. 질긴 음식을 많이 섭취하는 사람, 저작근이 발달하여 저작압이 강한 사람, 치솔질을 과도하게 하는 사람, 연마제가 많이 들어있는 치약을 사용하는 사람에게서는 마모 현상이 심할 것이다.

마모는 여러가지 요인에 의해서 일어나므로 마모의 정도를 나타내는 지표를 설정하기는 어렵지만 1차적으로 재료의 경도(hardness)로 예측할 수 있겠다. 표1에서 볼 수 있듯이 경도로만 생각할 때 도재치가 제일 높은 마모저항성을 가지고

있으며 레진치가 제일 낮은 마모저항성을 갖는다. 즉 레진치가 제일 많이 마모된다고 볼 수 있다. 도재치가 레진치보다 10-20배 이상의 마모저항성을 갖는다. 그러나 레진치를 사용했어도 마모가 거의 없는 환자도 흔히 볼수 있듯이 마모는 여러 가지 요인에 의해서 결정되므로 정도로만 예측하기는 곤란하다. 그림1에서 볼수 있듯이 도재와 도재가 접촉할 경우 제일 심한 마모 현상이 있고, 자연치아와 레진치가 접촉할 경우보다는 자연치아와 도재치가 접촉할 경우에 더 많은 마모를 가져 오므로 대합부위에 자연치아나 금합금이 있을 때는 도재치보다는 레진치를 사용하는 것이 바람직하다.

마모현상은 곧바로 의치의 고정(vertical dimension)과 직결되므로 재료의 단단함만 보지 말고 환자의 근육상태, 음식섭취상태, 치솔질 상태, 대합치아의 종류등을 고려하여야 하며 마모가 심한 환자의 경우 자주 인공치를 교환해야 한다. 일반적으로 도재치는 마모가 되지 않아 구강내에서 고경을 조절하기가 어렵지만 레진치는 마모가 쉽게되어 고경조절이 구강내에서 스스로 이루어 진다(self-adjusting, self-balancing). 최근 레진치의 마모저항성을 증강시키기 위하여 filler를 첨가한 composite도 관심이 되고 있다.

3) 용해도(Solubility)와 물 흡수율(Water sorption)

환자는 다양한 산도(acidity)를 갖는 음식물을 섭취하게 되어 인공치와 접촉하게 된다. 도재치와 레진치 모두 타액에는 용해되지 않지만 도재치가 유기용매에도 용해되지 않는 반면 레진치는 케톤(ketone)과 같은 유기용매에 용해되거나 균열이 일어난다. 레진치를 사용한 의치를 알콜에 세척하거나 보관해서는 안되며, 당뇨병 환자는 호흡시 아세톤이 분비되어 레진치의 용해, 균열, 또는 변색가능성이 있으므로 주의해야 한다.

그리고 도재치는 물을 전혀 흡수하지 않지만 레진치는 물을 흡수하게 되어 무게가 증가하고 공기중에 방치하면 흡수된 물이 증발되어 무게가 감소한다. 이렇게 흡수와 건조가 반복되면 변형이 오게되어 사용하지 않을때는 항상 물에 보관해 두어야 한다. 이러한 문제는 레진 제작시 횡단결합제를 사용하면 해결할 수 있으나 의치상레진과의 화학결합이 어려워진다.

4) 충격(Impact)

저작할 때 갑자기 단단한 음식을 씹거나 의치를 떨어뜨린 경우 인공치는 충격을 받게 된다. 이때에 인공치가 파괴되지 않으려는 힘이 충격강도가 된다. 동일한 압축력을 천천히 가할 때는 압

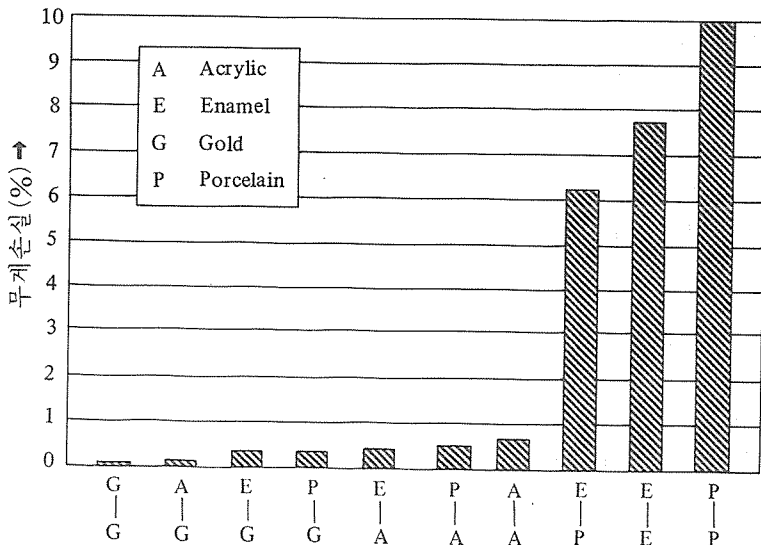


그림1. 접촉재료간의 마모에 의한 중량손실(%)

축강도로 나타내지만 압축력을 갑자기 가할 때는 충격강도로 나타낸다. 한가지 재료에서도 압축강도와 충격강도는 다르게 나타난다. 인공치중 도재치는 압축강도는 높지만 충격강도는 낮고 레진치는 압축강도는 낮지만 충격강도는 높다. 충격력이 가해 졌을 때 레진치보다는 도재치가 더 쉽게 파절이 일어나게 되나. 충격강도가 높은 것은 재료의 탄성에너지율(resilience) 즉 충격흡수율이 높기 때문이며 인성(toughness)이 크다고 말하고 충격강도가 낮은 성질은 취성(brittleness)이 높기 때문이다. 도재치는 진공중에서 제작할 때 50%정도 충격강도를 증가시킬 수 있다.

5) 마찰음(Friction sound)

물체와 물체가 마찰되면 나타나는 현상중의 한가지가 마찰음이다. 레진치는 마찰음이 없어 자연치아와 동일한 감각을 느끼게 되지만 도재치는 마찰할 때 부딪히는 소리가 나서 자연감이 없게 된다. 도재치와 도재치가 부딪히는 소리가 나서 자연감이 없게 된다. 도재치와 도재치가 부딪히는 소리는 레진치와 레진치 또는 레진치와 도재치가 부딪히는 경우보다 3배정도 크다.

6) 변색(Discoloration)

도재치는 전혀 변색되지 않지만 레진치는 건조된 상태와 젖은 상태가 반복될 수록 회색 탈색되기도 하며 자외선에 의해 노랗게 변할수도 있고 용매제에의하여 변색될수도 있다.

7) 열팽창계수(Coefficient of thermal expansion)

의치상과 레진치의 주성분인 아크릴릭레진의 열팽창계수(ppm $^{\circ}C^{-1}$)는 80이며 도재치는 7이다. 뜨거운 음식과 접촉하였을때 레진치를 사용한 경우는 동일한 열팽창이 일어나 문제가 없지만 도재치를 사용한 경우에는 10배이상 팽창의 차이가 나므로 구강내에서 온도변화가 심한경우 균열과 탈락의 위험성이 높게 되므로 도재치를 사용한 환자에게 특별한 주의사항을 주어야 한다.

8) 탄성계수(Modulus of elasticity)

아크릴릭레진의 탄성계수(GPa)는 2.5이지만 도재치는 80이다. 탄성계수가 작으면 작은 하중에도 쉽게 변형이 초래됨을 의미한다. 인공치와 의치는 구강내에서 동일한 하중을 받게되어 인공치로 레진치를 사용한 경우는 동일한 변형이 일어나 문제가 없지만 도재치를 사용한 경우에는 의치상은 변형이 많이 일어나는데 반해 도재치는 변형이 적게 일어나 이 차이에 의해 의치와 도재치 사이의 결합이 약해진다. 따라서 도재치를 사용한 환자는 음식물 저작시에 천천히 힘을 가하여 저작압이 균등하게 분산되도록 하여야 한다.

3. 기공측면에서의 재료학적 고찰

1) 내열성

열을 가했을 때 재료가 변형되지 않고 견딜수 있는 성질을 의미하며(heat-distortion temperature) 레진치는 200 $^{\circ}C$ 까지 견딜수 있으며 도재치는 1100 $^{\circ}C$ 까지 견딜 수 있다. 왁스작업할 때 너무 높은 온도로 가열하지 않도록 주의해야 하며 도재치도 갑자기 열을 받으면 crazing이나 cracking이 야기 되므로 주의해야 된다.

2) 절삭

레진치는 마모저항성이 낮아 쉽게 절삭할 수 있으며 연마도 용이하지만 도재치는 마모저항성이 높아 절삭하기가 어려우며 연마하기도 어렵다. 도재치는 절삭하면 glazing한 면이 삭제되어 표면이 거칠어 지고 구강내에서 대합치를 심하게 마모시킨다. 따라서 도재치의 삭제는 신중히 해야 하며 고도의 연마가 필수적이다.

3) 의치상 재료와의 결합

대부분의 의치상재료의 주성분은 아크릴릭 레진이다. 레진치의 주성분도 아크릴릭 레진이기 때문에 레진치와 의치상과는 화학결합을 이루게 되어 강력하게 결합되고 화학중합형 의치상보다 열중합형 의치상과 더 강한 결합을 이룬다. 그러나 도재치의 성분은 의치상과는 전혀 다르기 때문에 화학결합이 이루어지지 못하고 다만 기계적 결합

(mechanical bond) 즉 도재치의 요철, 함몰부위 또는 유지력 증강을 위한 핀에 의해서만 결합하게 된다. 도재치에 하중이 가해질 수록 도재치와 의치상은 분리가 되고 미세누출(microleakage)이 형성되고 치태나 세균이 침투해서 증식되어 변색되면서 도재치가 탈락되게 된다. 최근에 개발되고 있는 레진치도 경도 증강을 위해 횡단결합제를 많이 첨가한 경우에는 의치상과 화학결합이 약해지므로 기계적 유지가 필요하며 도재치의 의치상과의 결합이 부족하다고 하지만 silane으로 표면처리하면 결합력을 증강시킬 수 있다. 기공과정중에 레진치나 도재치의 표면에 분리제, 먼지, 손기름등이 묻어 오염되면 만족한 결합력을 얻을 수 없으므로 주의해야 한다.

4) 파절 (Fracture)

앞에서 언급했듯이 레진치는 충격강도가 높고 도재치는 충격강도가 낮아 falsking할때 갑자기 압력을 가한다든지 너무 과도한 압력을 가하면 레진치보다는 도재치가 파절될 위험성이 있다.

또한 파손되거나 중심위가 맞지 않는 절삭기구(abrasive stone등)를 사용하면 인공치에 계속적인 충격력을 가하게 되어 특히 도재치에서 파절이 오므로 정밀한 절삭기구를 사용해야 한다.

4. 레진치와 도재치의 비교

레진치	도재치
인성이 높아 파절되기 어렵다	취성이 높아 깨지기 쉽다
충격하중에 견딜수 있다	충격하중에 쉽게 파절된다
마모저항성이 낮아 쉽게 마모되며 고경변화 초래한다	마모저항성이 높아 마모가 심하지 않고 고경이 안정됨
self-adjusting	고경변화에 적응하기 어렵다
타액에 용해되지 않지만 물흡수하여 크기변화할수 있다	타액에 영향받지 않고 크기변화 없다
변형온도가 낮아 교합압에 압류(flow)에 의한 변형온다	변형온도가 높아 교합압에 영구변형 없다
의치상과 화학결합한다	의치상과 화학결합이 안되어 기계적 유지장치가 필수적이다
자연치아와 동일한 감각을 느낄수 있다	사용시 부딪히는 소리가 난다
삭제 및 연마하기 쉽다	삭제하기 어려우며 연마가 잘 안된다
대합치아를 마모시키지 않는다	대합치아에 심한 마모 야기시킬 수 있다
구강내 온도변화와 교합압에 의한 탈락위험이 적다.	구강내 온도변화와 교합압에 의한 탈락위험이 크다.

5. 인공치의 선택

레진치에 대한 선택기준은 대한치과의사협회규격 제9호 “아크릴레진치”에 따른다. 도재치에 대한 규격은 아직 없기 때문에 여기서는 레진치에 대한 규격(기준및시험방법)을 정리한다.

1) 크기와 형태

자연치아와 비슷한 형, 색상 및 투명도를 갖고 있어야 한다.

2) 혼색 및 색조

치체부와 치은부는 자연치아와 비슷한 색이 배합되어야 하며 순면이나 협면에 명확한 경계선이 보여서는 안된다. 색조는 밝은 색조에서 어두운 색조의 범위를 나타내야 하며 색조자의 색조표본과 일치해야 한다.

3) 무자극성

구강조직에 장기간 접촉된 경우에도 위해 작용이나 전신적인 부작용을 일으켜서는 안된다.

4) 기포

표면상이나 표면하 2mm이내에 기포가 있어서는 안된다.

5) 표면완성

항상 본래의 레진치 상태를 유지해야 하며 치과에서 일반적인 방법으로 연마하는 경우 광택을 유지해야 하며 구강상태에서도 광택면을 유지해야 한다. 또한 사용중 오손되지 않아야 하며 여하한 침착물도 가벼운 연마로서 원래의 면을 손상함이 없이 제거할 수 있어야 한다.

6) 결합

레진치의 변연부는 아크릴릭의치사용레진과 화학적인 결합을 해야한다.

7) 경도

범랑질부위의 누우프경도는 mm²당 15.0kg이상이어야 한다.

8) 압흔저항

12.7mm의 강구로 30kg의 하중을 10분동안 가한후 생긴 압흔의 깊이는 하중을 제거한 10분동안에 최소 80%이상 회복되어야 한다.

9) 홍조, 변형 및 균열저항

레진치는 약 100°C의 수중에서 3시간 가열할때 붉어지거나 변색이나 탈색되어서는 안되며 변형되어서도 안된다. 또한 균열이 있어서는 안된다.

10) 빛에 대한 안정도

빛에 대한 안정도를 시험한 경우 구별할 수 있을 정도의 색변화가 있어서는 안된다.

11) 체적의 안정성

체적의 안정성 실험을 한 경우 원래 체적에 비하여 ±2%이상의 변화를 보여서는 안된다.

6. 총괄

이상에서 볼수 있듯이 인공치의 대표적인 레진치와 도재치는 각각의 장단점이 있어 레진치가 마모저항성은 낮지만 충격강도가 높고 도재치는 마모저항성은 높지만 충격강도가 낮은 것이 구강내의 여러가지 조건에 견디기에는 완전한 재료가 되지 못하고 있다. 따라서 환자의 구강상태(대합치의 종류, 치조골의 상태등), 저작근의 상태, 저작습관등을 고려하여 인공치를 선택하여야 하며 마모저항성도 높고 충격강도도 높은 재료의 개발을 기대하여 본다.

REFERENCES

1. Craig, R.G.: Restorative Dental Materials, 8th ed. C.V. Mosby Co., 1989.
2. _____: Dental Materials, a problem oriented approach, C.V. Mosby Co., 1978.
3. Craig, R.G., O'Brien, W.J., and Powers, J.M.: Dental Materials, properties and manipulation, 3rd ed., C.V. Mosby Co., 1983.
4. Henderson, D., McGivney, G.P., and Castleberry, D.J.: McCracken's Removable Partial Denture Prosthodontics, C.V. Mosby Co., 1985.
5. Hickey, J.C., Zarb, G.A., and Bolender, C.L.: Boucher's Prosthodontic Treatment for Edentulous Patients, 9th ed., C.V. Mosby Co., 1985.
6. Koran, A., Craig, R.G., and Tilliston, E.W.: Coefficient of friction of prosthetic tooth materials, J. Prosth. Dent., 27:269, 1972.
7. Korean Dental Association Specification No. 9: Acrylic Resin Teeth, Korean Dental Association, 1984.
8. Kulp, P.R., Lee, P.W., and Fox, J.E.: An impact test for dental porcelain, J. Dent. Res., 40:1136, 1961.
9. McCabe, J.F.: Anderson's Applied Dental Materials, Blackwell Scientific Publications, 1985.
10. Mahalick, J.A., Knap, F.J., and Weiter E.J.: Occlusal wear in prosthodontics, J. Am. Dent. Assoc., 82:154, 1971.
11. Phillips, R.W.: Skinner's Science of Dental Materials, 8th ed., W.B. Saunders Co., 1982.