ESTHETIC CERAMIC RESTORATION

I. Color Changes of Natural Teeth
II. 자연치의 Color변화를 PFM Crown에 재현하는 원리
III. Development of All Ceramic Crown

이종엽치과의원
원장 이종엽

정진구치과의원
원장 정진구

최근 심미성에 대한 관심이 고조되면서 자연미의 재현을 위해 Dental Ceramic을 위한 재료 및 기술이 급히 발전하고 있다.

특히 보철물에 의한 심미성 회복시, 그 제작은 자연치의 해부학적 구조및 외형과 색조를 충분히 이해하고, 이들을 얼마나 근사하게 재현해 낼수 있는가에 달려있다.

자연치의 형태 및 색조가 세밀히 재현된 Ceramic Crown을 제작하기 위해서는 오랜기간의 연습을 통한 경험이 필요하게 되는데 현실적으로 치과의사가 이들 모든 제작과정을 숙달하기에는 쉬운일이 아닐 것입니다.

그러나, 자연치의 형태학, 광학적 특성 및 색조와 그 재현을 위한 기본 원리를 이해하지 않고는 심미적 보철물을 제작하기 위한 정확한 정보를 환자에서 수집하여 기공사에게 전달할 수 없으며, 좋은 작품을 기대하기도 어려울 것이다.

이번 연재할 내용은 이러한 점을 고려하여 심미성 회복에 부합된 Ceramic Restoration을 제작하기 위해 필요한 몇가지 사항들을 임상적인 관점에서 언급하고자 한다.

I. Color Changes of Natural Teeth.

인접 자연치와 심미적으로 잘 조화되는 수복물을 제작하기 위해서는, 아래에 열거된 항목들이 순서에 따라 충분히 고려되고 재현되어져야 한다.

1. Anatomy
   a. contour
   b. spatial position
   c. surface texture
   d. luster

2. Shade
   a. 투명도(translucency)
   b. 명도(value)
   c. 채도(chroma)와 색상(hue)

자연치들의 형태 및 색조는 개인간의 차이가 너무 크며, 그 변화를 일률적으로 공식화하기에는

불가능한 일이나 도재소성 후의 Shade에 대한 예측을 조금이나마 쉽게 하기 위해서는 연령변화에 따른 자연치의 색조변화 특징과 그 변화를 재현하는 기본 축성법을 숙지하는 것이 필요할 것이다.

연령증가에 따른 자연치의 color 변화들을 보면,

1. 법랑질층의 변화

일반적으로 젊은층의 법랑질 color는 입사광하에서 hydroxyapatite crystals과 다른 유기물질간의 굴절율 차이로 인해 빛의 심한 분산과 산란이 일어나 투명도(translucency)가 떨어지고 희게 보이며, 특히 opalescence로 인해 bluish gray-white을 가진다. 반면에 중년이나 노년층에서는 석회화가 진행되어 더욱 투명(translucent)해지며 동시에 opalescence에서도 변화가 생겨 높은 투명도(translucency)을 가지는 dark reddish shade로 변화게 된다.

특히 연령증가에 따른 자연치의 color change가 색상(hue)의 변화없이 채도(chroma)의 증가만 일어나는 이유는 법랑질 층의 투명도(translucency)가 증가하면서 그 하부구조인 상아질층의 color가 쉽게 반사되어 나오기 때문이다.

연령 변화에 따른 color change는 치경부에서 먼저 일어나는 것 처럼 보이는데 이는 치경부의 법랑질 두께가 절단부보다 얇으므로 노령화 초기에 치경부의 투명도(translucency)가 증대되어 dentin color가 더 쉽게 투시되기 때문이다.

법랑질층의 translucent pattern 변화는 10~20대에서 법랑질 전체에 걸쳐 낮은 투명도(translucency)을 보이거나 절단부 끝에서만 투명도(translucency)을 보이는 형태가 많으며, 30대에서는 투명층이 인접면까지 연장된 양상을 많이 보인다.

40대 이후에서는 절단부 법랑질의 마모에 의해 절단부의 투명(translucency)는 없으나 법랑질전체의 투명도(translucency)가 증가된 형태와 절단부 및 인접부에 현저히 증가된 양상을 띠게 된다.

2. 상아질층의 변화

일반적으로 연령의 증가에 따라서 투명도(translucency)가 증가되며 채도(chroma)도 높아진다. 치아우식, 교모나 마모가 있는 경우 그 직하방의 상아질이 변성된 형태를 보이게 되는데, 이는 크게 두가지 양상을 띠게 된다.

그 하나는 상아세관 내로 석회화가 일어나 transparent dentin이 되면서 Dark Band(투명성에 기인한)을 보이게 되며, 다른 하나는 Opaque dentin으로 지방성 변성등에 의해 일어나며 특히 노년층에서 교모 하방의 심층부까지 착색된 Opaque dentin을 보이기도 한다.

3. Staining and Discoloration

주로 cleaning이 어려운 치경부, 인접면, 소와나 열구등에 nicotine이나 세균, 음식물잔사 및 각종 금속이온 등이 착색 침투해 황갈색 변색을 일으킨다. 또 attrition에 의해 노출된 상아질 층내로 색소가 침투하여 orange나 brown계통의 착색을 보이기도 한다.

Crack line은 젊은층에서 대게 white line을 보이나 연령이 증가함에 따라 색소가 침착되어 orange나 brown line으로 변하기도 한다.

연령 변화에 따른, 이들 특징 소견과 그 재현법을 통해 제작된 보철물은 분명히 우수한 자연미를 나타낼 것이다. 그러나, 자연치는 다양한 유형의 색조변화를 보이므로 모든 증례에서 다 일률적으로 적용될 수는 없다. 이러한 술식을 임상에서 어떻게 잘 응용해 나갈 것인가는 color modifier나 stain등을 적절하게 잘 사용하고 술자 나름대로 이 기본 방법을 얼마나 개량하고 발전시켜 나가는 가에 달려 있을 것이다.

II. 자연치의 Color변화를 PFM Crown에 재현하는 원리

Dental ceramic은 자연치를 수복할 수 있는 재료로서, 특히 심미성의 회복이라는 점에서 많은 장점을 가지고 있다.

그러나, 파절이 쉽게 일어날 수 있다는 cera-

mic의 특성 때문에, 물리적 성질을 개량하기 위한 방법으로 1956년 gold alloy에 ceramic을 fusion 시키는 방법이 소개되었다. 그후, 기술 및 재료상의 발전을 거듭하여, 1964년경에는 미국에서 제작된 모든 crown and bridge의 1/3 이상이 PFM crown이었으며, 근래에 와서는 90% 이상을 차지하게 되었다. 특히, 1974년에는 필라듐-은 합금이 사용되면서 경제적인 잇점을 갖게되고, 비귀금속과 ceramic간의 bonding mechanism이 더욱 발달되면서, 현재는 니켈-크롬계합금을 이용한 PFM도 거의 반을 차지하고 있는 실정이다.

이와 같이, 가장 보편적으로 사용되는 PFM crown에 앞서 언급한 자연치의 color 변화를 재현하기 위해서는, PFM 제작시에 enamel, dentin color에 변화를 주거나, 다양한 축성법의 이용, 절단부 마모형태 및 각종 color change를 충분히 반영하여야 한다.

1. Dentin color의 재현

자연치의 상아질층은 두텁기 때문에 노령화에 따른 상아질 투명도의 증가는 심층부 color의 돌출을 야기하여 채도(chroma)가 증가된 양상을 띠게된다. 이와 달리 PFM crown에서는 dentin 두께가 한정되어 있으므로 dentin powder자체의 color을 변형시켜(dentin color modifier) 채도(chroma)를 증가시키게 된다.

그러나, 노령화에 따른 자연치의 color는 심층에서 우러나오는 깊은 color이므로 PFM crown에서 이 깊은 color을 재현하기 위해서는 dentin porcelain material이 고도의 투명도(translucency)를 가져야하며 PFM crown의 심층부에 해당하는 opaque과 cervical dentin의 color가 자연치의 심층 color와 같아야 한다.

2. Enamel color의 재현

노령화에 따른 자연치의 color변화는 상아질층 자체의 color변화 보다는 상아질과 특히 법랑질의 투명도(translucency) 증가로 인해 채도(chroma)가 높게 보이는 것이다.

그리고 이들 color변화가 치경부에서부터 시작되어 절단부로 확장되어 나가는 양상을 보이는데 이는 법랑질층의 구조가 치경부에서는 얇고 절단부로 갈수록 두터워지기 때문이다.

PFM crown에서 이런 변화를 재현하기 위해서는 법랑질층의 투명도(translucency)에 변화를 주는 방법을 쓰게 되며 이때 WHITISH enamel porcelain과 TRANAPARENT powder을 적당히 배분한 double layer structure를 주어서 법랑질 porcelain만으로 축성할 경우 생길 수 있는 turbid translucency(혼탁해짐)을 방지하게 된다.

〈참고〉

과거의 2층축성법(dentin, 법랑질)으로는 자연치 법랑질층이 갖는 whitish translucency를 한층만으로 재현하였으므로 항상 혼탁한 법랑질층을 제작할 수 밖에 없었다.

Conventional powder로는 한 층내에서 white color와 투명도(translucency)를 동시에 나타낼 수 없었기 때문에 그후 white color을 담당하는 enamel powder와 투명도(translucency)를 담당하는 transparent powder을 이층으로 축성하는 3층축성법(dentin, enamel, transparent)을 고안하여 자연감 있는 법랑질과 깊이 있는 color을 재현하였었다.

그러나, 이 방법은 한층으로된 자연치와는 구조상의 차이점이 있었으며 자연치와 동일한 광학효과를 얻기위해 opalescent effect을 가지는 powder를 필요로 하게 되었었다. 한 동안 생산 공정상의 난제가 있었으나, 요즘은 opal effect powder가 생산 가능하게 되면서 자연치의 whitish translucency을 법랑질층 한층으로 재현 가능하다는 이론에 따라 이층축성법(2 layer buildup technique)이란 용어가 다시 등장하게 되었다.

물론 이 이층축성법으로 모든 자연치를 다 재현해 낼 수 있다는 의미는 아니며 과거의 3층축성법을 이층으로 해결 할 수 있게 되었다는 정도로 해석하기 바란다.

즉, 노령화에 따라 투명도(translucency)가 증가된 부위는 transparent power로 축성하고 color변화(translucency변화)가 없는 곳은 enamel powder를 정확한 위치에 정확한 두께로 축성하는 것이다.

3. 마모형태의 부여

젊은층에서는 교모가 거의 없으므로 법랑질층이 절단부를 완전히 덮고 있으나 연령이 증가해 가면서 교모에 의해 절단부에서 상아질이 노출되어 보이기 시작한다. 중노년층에서의 이런 변화를 재현하기 위해서는 절단부에서 노출된 상아질층을 high translucent enamel로 테를 두르듯이 축성하여 인접치와 동일한 형태 및 색조를 가진 마모를 형태를 부여하여야 한다.

4. 각종 color change.

A. Chromatic finger-like structure의 변화.

- 젊은층 ; pinkish orange
- 중년층 ; more yellowish, orange. 점차적으로 투명도가 감소하며, 더욱 선명해짐. reddish color는 감소.
  (법랑질층의 투명도 증가와 마모로 인해 형성된 opaque hardened dentin 간의 대비효과가 그 원인으로 생각됨)
- 노년층 ; 노출부는 yellowish brown, 심층부는 uniform opaque layer로 나타남.
  (마모로 인해 노출된 dentin층이 food residue, bacteria, nicotin, metal inos 등에 의해 착색되면서)

연령변화에 따라 생길 수 있는 위와 같은 변화는 절단부의 color 및 투명도(translucency)에 큰 영향을 미치므로 PFM제작시 자연감을 부여하기 위해서는 적절한 color와 투명도(translucency)을 가지는 porcelain powder를 cut-back 된 dentin 층내에 정확히 위치시켜야 한다.

B. White band

모든 연령층에서 거의 다 볼 수 있으며, 이는 법랑질층의 석회화가 덜된 부위에 해당한다. 젊은층에서는 비교적 강한 white color을 띠고 노년층에서는 white color의 강도가 약하나 transparent dentin(highly translucent dark band)과의 대비효과 때문에 whiteness가 강조되어 보이는 경우가 많다. 그리고, 이들 white band는 항상 법랑질층 내에 일어나므로 surface stain을 이용한 표현은 바람직하지 못하며 color modifier을 사용해야 한다.

C. White lines, spots

enamel표면에 나타나는 탈회된 형상이며 이는 surface stain으로 처리하는 것이 바람직하다.

D. Dark band

치관부의 중앙부에서 가끔 볼 수 있는 투명한 띠 모양으로, secondary dentin의 한 형태인 hardened transparent dentin이며 빛의 투과성이 높아서 dark하게 보인다. 이는 dentin layer내에 Gray color modifier을 band형태로 넣는다.

E. Enamel check line

아주 작은 enamel fissure내에 유기물이 축적되어 생기는 현상으로 완전한 자연감을 부여하기는 어렵다. 대개 firing전 축성된 porcelain표면에 아주 예리한 홈을 부여하고 white, orange, brown color modifier등을 채워 넣는다.

F. Brown, Orange, Milky stains

치경부나 인접부, 또는 깊은 열구부위등 청결상태를 유지하기 어려운 부위에 나타나는 착색으로 자연감 있는 PFM을 제작키 위해서는 충분히 고려되어져야 할 사항이다.

III. Development of All Ceramic Crown.

전치부의 자연감을 재현할 수 있는 가장 심미적인 보철시술로 Porcelain Jacket Crown이 오래전부터 사용되어져 왔으나, 강도를 보강하기 위한 방법으로 금속 구조물을 Porcelain에 부착시키는 PFM Crown이 개발되어 현재 가장 널리 사용되고 있다. 그러나 차츰 심미성에 대한 요구가 강조되면서 PFM Crown의 한계성인 finishing line 부근의 dark line이나 shadow가 문제시 되어왔으며 이를 해결하기 위해 metal collar을 아주 얇게 만든후 porcelain을 올려서 black line을 없애려는 방법이 주로 사용되어지고 있다. 이들 방법은 margin부위에서의 overcontour 및 적합도 저하 등

여러 한계점을 야기하였으며, 이를 해결하기 위해 porcelain으로 직접 margin을 제작하게되는 Margin Porcelain Technique을 사용하기에 이르렀다.

그러나, 이 방법조차 금속구조물이 crown내면에 존재하여 빛의 투과를 차단하므로 자연치가 갖는 진정한 의미의 투명감을 부여하기에는 한계점을 가지고 있다.

즉, 현재 PFM Crown이 가장 보편적으로 사용되고 있으나 전치부의 자연감을 세밀히 재현할려는 요구가 증대되면서 All Porcelain Crown을 이용한 전치부 수복의 필요성이 더욱 부각되고 있다.

그러나, all ceramic system은 심미성과 생체친화성이라는 관점에서 분명히 장점은 있으나, 강도와 정확도에 있어서 개선되어야할 점이 많은 실정이다. 과거 처음의 porcelain jacket crown은 굴절강도가 75Mpa정도로 파절이 쉽게 일어 났으나, 최근 재료 및 제작기술의 발전에 따라 강도 및 정확도는 많이 개선되었다.

그렇지만, 아직 공식적으로는 특별히 어떤 all-ceramic system이 좋은 지 의견이 수렴되어 있지 않은 상태이다.

구강내에서 기능시 발생하는 하중을 극복할 정도의 강도를 얻기위하여 많은 술식과 재료가 이용되어 왔는데, 가장 보편적으로 사용된 방법으로는 glass내에 아주 강한 ceramic crystals을 첨가하여 crack이 퍼져나가 파절되는 것을 방지하고자 하였다. 그리고, 이에 사용되는 crystal로는 Aluminum oxide(Vitadur N, Hi-Ceram, Cerestore), Mica(Dicor)나 Leucite(Optec, Coomotec 2, Empress) 등을 이용하였으며, 상당한 굴절강도를 얻음으로써, single crown에는 훨씬 용이하게 적용할 수 있게 되었으나 200 MPa을 넘지는 못하였다.

이들은 "crystal 자체의 파절"보다는 이를 둘러싼 glass를 따라 파절되는 양상을 보이게 되었고, In-Ceram에서는 이를 보완하기 위하여 Al_2O_3 crystal을 85%나 첨가하여 서로 치밀하게 결합되게 하였다. 이로서, 파절시 Al_2O_3 crystal을 통과해야하므로, 다른 system에 비해 4배이상 강한 굴절강도를 지니게 되었다.

그리고, glass infiltration과정을 거치게되어 제작된 coping은 종래의 Hi-Ceram이나 Vitadur N보다 투명한 dentin color를 가지게 되었다.

1975년, Dr. John Mclean은 all-ceramic bridge를 제작하기 위해서는 굴절강도(flexural strength)가 300 MPa 이상이어야 한다고 주장하였다. 그러나, 이 시기의 Vitadur N은 core material이 aluminum oxide를 이용한 비교적 강한 재료이기는 했으나, 110 Mpa를 초과하지 못하는 정도였다.

1989년 Dr. Mickael Sadoun은 In-Ceram의 개발에 따른 굴절강도의 증가로 600 MPa까지 얻을 수 있다고 하였다. 이는 Vitadur N보다 약 6배나 크며 Cerestore, Optec, Dicor의 약 4배에 해당되는 것이다. 그리하여 bridgework에서도 사용이 가능하다고 하나, 아직은 bite force가 그다지 크지 않은 경우의 전치부 bridge에 국한하는 것이 바람직하다고 사료된다.