



Occlusion for Implant Reconstruction -Biomechanical Consideration-

단국대학교 보철학교실

조인호

I. 서론

Implant 수복의 long-term success를 얻기 위해서는 여러 가지 요소들을 고려해야 하지만, 생역학적인 요소가 가장 중요한 부분을 차지한다고 생각한다.

비록 외과적 시술이 성공적으로 이루어져 implant와 지지골 사이에 골유착(osseointegration)이 잘되었다 하더라도 제작할 보철물의 교합구성, 디자인, 적절한 부품 선택에 따른 교합력 및 응력 분석을 고려하지 않은 시술은 궁극적으로 실패의 길을 갈 수 밖에 없다고 사료된다. 그래서 implant 보철에 있어서 생체역학적으로 중요하다고 생각되는 부분들에 대하여 임상적인 관점에서 간략히 서술해보고자 한다.

II. 고정성 및 가철성 implant 보철물의 교합구성

고정성 implant 보철에 있어서는 전치부에 자연 견치 이상이 존재하고, 구치부 implant 수복을 하려는 경우에는 견치유도교합으로 하는 것이 유리하다고 생각한다. 구조적으로 implant fixture는 축력(axial force)에는 잘 견디지만 측방력에는 상당히 약한 면을 가지고 있다. 그래서 중심교합에서는 적

절한 접촉이 이루어지나 측방운동시에는 견치에 의해 유도되어 구치부 implant 보철물들은 이개되도록 하는 것이 좋다(그림1). 그러나 견치를 포함한 implant 보철 수복이 되는 경우에는 군기능(group function)교합으로 할 수 밖에 없다

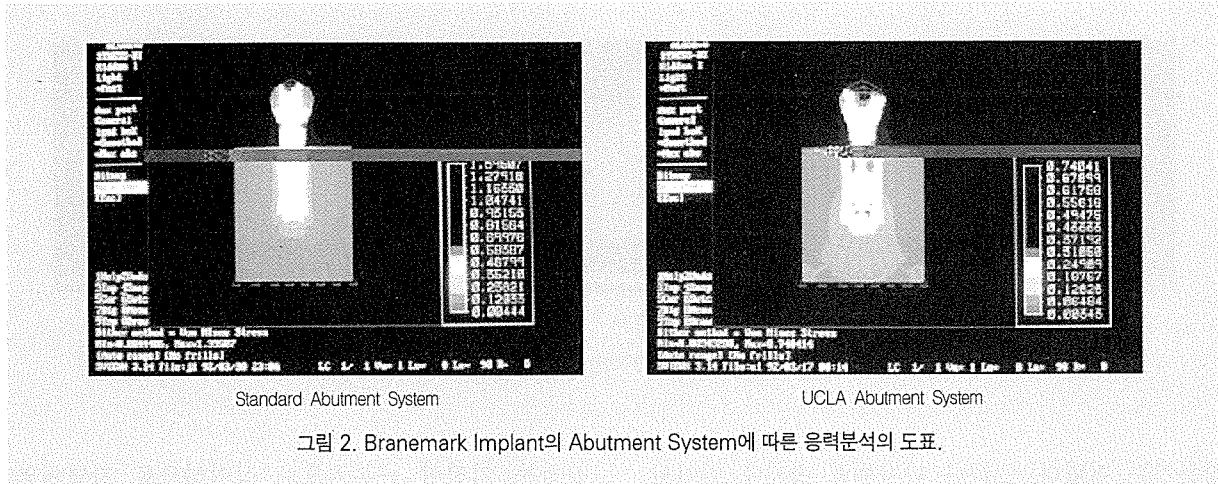
가철성 implant 보철, 특히 총의치에 경우에 있어서는, 현재 보편적으로 적용되고 있는 양측성 균형교합(bilateral balanced occlusion)을 추천하고 있다.

IMPLANT OCCLUSION GUIDELINES					
Kennedy Classifications	Immediate Cause Description	Group Function	Anterior Guidance	Flank Support (Number)	
I	Missing posterior to the last existing natural tooth.	X	X	1,2,3	
II	Full arch of dentures to the remaining natural teeth.	X	X	1,2,3	
II Mod 1	Only one Class II for unilateral missing.		X	3	
III	Unilateral edentulous area with natural teeth on the remaining natural teeth.	X Center Front	X No Center Front	1,2	
IV	Single, but bilateral missing the natural teeth on one side to natural teeth.		X	2,3	

그림1. Implant 교합 guideline 도표

III. 교합면에 대한 고려사항

일반적으로 레진, 금속, 도재교합면을 생각해 볼



수 있는데, 충격흡수의 관점에서는 레진교합면으로 해주는 것이 탄성이 좋은 스프링을 가지는 것과 같은 결과를 초래하여 금속이나 도재교합면보다 훨씬 유리하다.

요근래에는 심미치과의 유행과 더불어 도재교합면의 사용이 증가하고는 있으나 implant에 레진이나 금속교합면보다 훨씬 더 큰 충격력을 준다는 것을 부인할 수 없다. 임상증례별로 추천 사용재료를 열거하면 table 1과 같으나, 대합되는 상하악 모두가 implant보철로 도재교합면으로 회복되어 있다면 충격 완압장치의 부재로 인하여 지지골에 전달되는 교합충격이 상당할 것이며 도재파절을 흔히 경험하게 될 것이다. 이런 경우는 상하악 교합면을 금속

이나 레진으로 대체하여 주는 것이 바람직하다고 사료된다.

그리고 교합면의 면적에 있어서는 협설측으로 자연치 교합폭의 1/3에서 1/4을 줄여주고 최후방 치아인 경우에는 근원심폭도 줄여주는 것이 유리하다.

IV. Abutment System에 대한 고려사항

각 abutment system은 나름대로의 장단점을 가지고 있으나, 생역학적인 면에서 본다면 응력분산을 고려해 볼 수 있겠다. Branemark system을 예로 들면, 다양한 abutment system이 있어 각 상황에 맞게 적절히 선택하여 사용되나, 본 교실에서 유한 요소법으로 분석한 결과를 보면, implant와 하나의 joint로 연결되는 UCLA abutment system 등이, 심미적인 장점들을 가지고 있으나, abutment screw와 gold screw의 두 joint로 연결되는 abutment system보다 높고 넓은 응력분포를 나타내었다. Joint의 연결횟수와 여기에 사용된 screw의 재질이 응력분산에 큰 영향을 미친다고 사료된다(그림2).

고정체(fixture)와 지대주(abutment cylinder)의 연결형태에 있어 외부연결(external connection)과 내부연결(internal connection)로 대별되나 각각의 장단점을 가지고 있어 어떤 형태가 우세하다고 주

Table 1. 임상증례별 추천 사용재료

Opposing Occlusion	Implant Restoration
Natural Teeth / Enamel	Acrylic Resin Metal Porcelain
Natural Teeth / Metal	Metal Acrylic Resin
Natural Teeth / Porcelain	Porcelain
Implants / Acrylic Resin	Acrylic Resin Metal
Implants / Metal	Metal Acrylic Resin
Implants / Porcelain	???

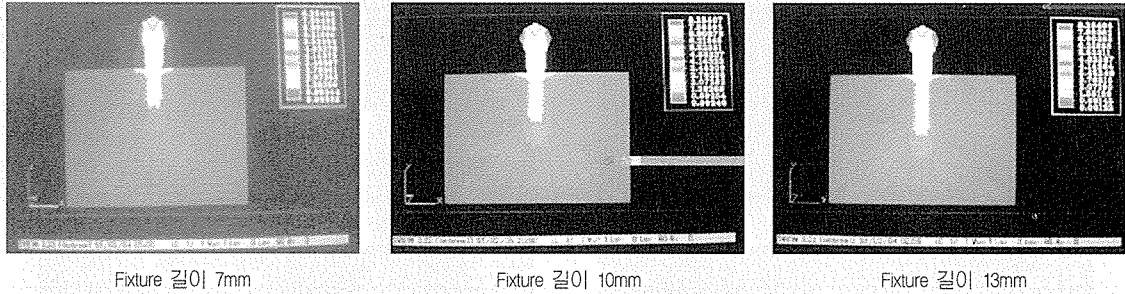


그림3. Implant Fixture 길이에 따른 응력 분산에 대한 유한요소 분석

장하기는 어렵다. 그러나 나사풀림 방지에 있어서는 Morse taper 등과 같은 내부연결형태가 유리한 것으로 판단된다.

V. Implant 고정체에 대한 고려사항

Implant 고정체(fixture)를 형태에 따라 원주형(cylinder type), 나사형(screw type), 빈 원통형(hollow-basket type)으로 대별하게 되나, 총체적으로 고정체의 경부와 근단부에 응력의 집중현상이 나타나나 나사형의 일종인 Branemark System 처럼 경부에 fringe를 가진 것들은 경부에서, 빈 원통형태의 일종인 Core-Vent 등은 근단부 가장자리 부위에 응력이 집중되는 것을 볼 수 있다. 직경이 큰 것이 응력분산에 어느정도 유리한 면을 보이고는 있으나, 악골의 협설폭경이 한정되어 있는데 무리하게 큰 직경의 고정체를 사용하는 것은 바람직하지 못하며 이때는 인장응력이 나타나는 것으로 보아 악골 자체를 휘게 한다고 생각할 수 있다.

고정체의 길이에 관하여는 거의 정비례에 가까울 정도로 길이가 길수록 훨씬 유리한 응력분산의 양상을 나타내었다(그림 3). Implant 고정체의 직경보다 길이가 응력분산에 더 효율적이라 사료된다.

VI. 자연지대치와 Implant의 연결형태

자연치와 골유착 implant는 충격 및 교합압을 분

산하는 기전이 근본적으로 상이하므로 자연치와 implant를 연결하지 않고 free standing으로 implant 보철을 하는 것이 가장 이상적인 것으로 사료된다. 그러나 여러 상황으로 인하여, 예를 들면 경제적인 사정이나 지지골의 상태가 불량하여, 충분한 implant를 식립하지 못하는 경우 자연지대치와 연결하지 않을 수 없다. 자연지대치와 연결형태를 다음과 같이 분류해 볼 수 있다.

1. Rigid Connection

통상의 bridge에서 처럼 rigid connector로 연결하는 방법이며, 제작과정이 간단하고, 기공 및 제작과정이 오차없이 잘 진행되었다면 임상적으로 사용하기에 별 무리가 없는 방법이라 사료된다.

본 교실에서 실시한 유한요소법적 연구에서도 연결한 자연지대치의 치주상태가 건전하다면 자연지대치와 implant가 교합력을 적절히 나누어 분산하는 좋은 결과를 나타내었다. 그러나 implant 주위 조직에 대한 검사나 수리, 외과적 처치 등을 위해 bridge를 제거해 볼 필요가 있을 때 철거해 볼 수 없다는 큰 단점을 안고 있다.

2. Non-rigid 혹은 Semi-rigid Connection

이 연결형태의 장점은 자연지대치의 생리적 동요가 implant에 거의 영향을 미치지 않으며, 주위조직을 검사하고 치료해야 할 필요가 있을 때 자연지대치 위의 retainer와는 상관없이 간단히 제거해 볼

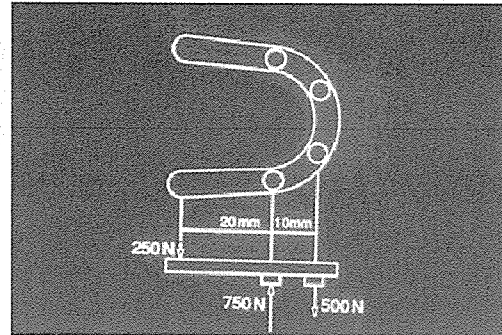
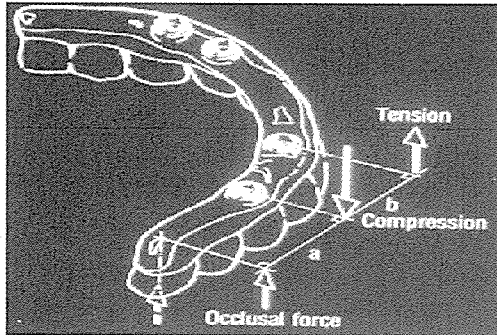


그림4. 전부 무치악환자에 있어 cantilevering과 지렛대 원리

수 있다. 또한 구치부 implant가 실패하였을 때 자연지대치 retainer의 interlock부분을 이용하여 precision partial denture를 제작할 수 있다는 장점도 가지고 있다.

그러나 pontic 부위에 가해지는 교합압이 cantilever로 작용되어 implant에 과중한 하중을 전달하는 것을 볼 수 있다.

3. Telescopic connection

자연지대치에 금속으로 제작한 내관을 영구접착한 다음 외관에 해당하는 부위를 임시 세멘트로 접착하여 rigid connector가 가지는 적절한 응력분산의 장점을 가지면서 implant 주위조직에 문제가 발생하였을 때 bridge를 제거해 볼 수 있는 non-rigid connector의 장점도 가지게 되는 것이다. 필자도 이 방법이 연결형태 가운데 좋은 방법으로 사료되어 추천하고자 하는 바이다.

자연치 연결에 있어 또 다른 큰 하나의 문제점은 사용 후 일정시간이 경과되면 apical movement가 허용되는 자연지대치가 간혹 하방으로 가라앉은 자연치 intrusion 현상이 나타날 수 있다는 것이다.

Ⅶ. 보철술식의 양상과 역학관계

전부 무치악 회복을 위한 implant보철치료로는

overdenture와 fixed bridge형태의 두가지 술식이 있다. 전부 무치악 환자에 있어서는 보편적으로 U자 형태의 금속골격을 가지며 전방부는 수개의 implant가 있어 보철물을 지지하게 되는데 항상 후방 cantilevering이 고려해야 할 중요 문제점으로 지적되어 왔다(그림4).

부분 무치악 환자에 있어서는 충분한 implant를 식립하지 못하는 경우 cantilevering을 하게 된다. 특히 bone anchored fixed bridge에 있어서는 각 경우마다 후방 cantilevering arm의 차이가 있게 되고 이것이 생체역학적인 관점에서 볼 때 중요한 문제로 대두된다. 보편적으로 후방 cantilevering의 양을 하악에서는 최대 20mm, 상악에서는 10mm를 허용하고 있으나 이는 그 환자의 골질, 식립한 implant 고정체의 숫자, 길이 및 배열상태에 따라 큰 차이를 나타낼 수 있다고 필자는 생각한다.

두 개의 implant고정체를 이용한 implant-supported overdenture제작에 있어서는 역학적으로 유리한 설계를 생각해 볼 수 있다. 양측 견치부위에 implant를 식립하여 그 중심부를 바로 잇는 설계가 가장 이상적인 것으로 광탄성 실험을 비롯한 여러 실험에서 증명되었으며, 이때에도 금속 Bar가 시상면에서 직각이 되도록 하고 정해진 높이에서 교합평면과 평행이 되도록 디자인하는 것이 좋다. 사정에 의하여 견치부위보다 후방에 implant가 식

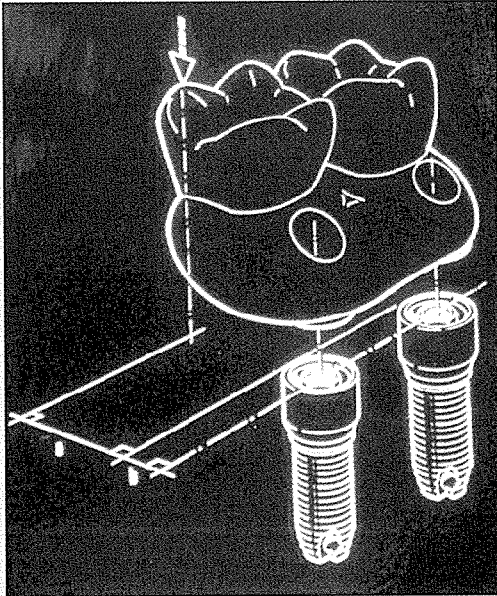


그림 5. 부분 무치악의 bridge수복에 있어서 지렛대 원리

립되었다면 bar의 디자인을 전방으로 cantilevering 하여 혀운동이 장애를 받지 않도록 해야 하는데 3mm 이상 전방 cantilevering하거나 triangular bar로 디자인하는 것은 바람직하지 못하다

Ⅷ. 수직력 및 굽힘 모멘트 개념의 임상응용

그림 4의 보철물을 예로 들어 설명하면, 최후방 implant 고정체 부위가 받침점이 되고 후방 cantilever arm(a)과 전방 고정체까지의 거리(b)의 두 lever arm이 있게 되는데 이에 따른 힘의 분산

을 다음과 같이 유추해 볼 수 있다.

- (1) 전방 고정체는 lever arm의 비율, 즉 a/b에 따라 발생한 인장력을 흡수한다.
- (2) 받침점 역할을 하는 후방 고정체는 교합에 의한 압축력과 이를 보상하기 위해 발생한 인장력 모두 다를 받는다.

여기에서 발생한 인장력은 implant의 anchored unit를 분리시키려는 힘으로 작용하기 때문에 implant의 실패를 기계적인 면에서 고찰해 보고자 할 때 중요하게 고려해야 할 사항중의 하나이다. 수직압축력이 일정하다면 인장력의 증감은 a/b의 비율에 의해 지배되므로 치료계획을 수립할 당시부터 이들 거리들의 결정을 신중하게 해야 할 것이며 될 수 있는대로 a는 짧게, b는 길게 해주는 것이 기계적인 측면에서 매우 유리하다. a/b가 불리하게 되면 전방고정체에 가해지는 인장력과 받침점인 후방고정체에 가해지는 압축력은 급격히 증가하게 된다. 전후방고정체 사이의 거리가 충분하다면 추가의 고정체를 식립해주는 것이 안전지대를 넓혀주는 역할을 하게 된다.

부분무치악 회복에 있어 한 개 혹은 수 개의 implant 고정체에 보철물을 제작하면서 그림 5에 서처럼 cantilevering을 한다면 여기에도 앞서 언급한 원리들이 그대로 적용될 것이며, 받침점은 지대주(abutment cylinder)의 원심 border가 되고 a/b lever arm ratio에서 b는 지대원주의 반경이 되므로 나사에 가해지는 인장력이 크게 증가하여 나사 파절의 위험성이 높아지는 매우 불리한 상황이 되게 된다.