

## 1

# 보철 수복용 임플란트의 교정치료를 위한 고정원의 활용

이화여자대학교 의학전문대학원 치과학교실 치주과<sup>1)</sup>, 치과보철과<sup>2)</sup>, 구강악안면외과<sup>3)</sup>  
 강 효 진<sup>1)</sup>, 박 은 진<sup>2)</sup>, 김 선 종<sup>3)</sup>, 방 은 경<sup>1)</sup>

## ABSTRACT

### Application of dental implant for orthodontic anchorage

<sup>1)</sup>Department of Periodontology, <sup>2)</sup>Department of Prosthodontics, <sup>3)</sup>Department of Oral and Maxillofacial Surgery,  
 School of Medicine, Ewha Womans University  
 Hyo-Jin Kang<sup>1)</sup>, Eun-Jin Park<sup>2)</sup>, Sun-Jong Kim<sup>3)</sup>, Eun-Kyoung Pang<sup>1)</sup>

Currently, dental implants have become predictable and reliable adjuncts for oral rehabilitation. Osseointegrated implants can be used to provide rigid orthodontic anchorage and have advantages compared conventional orthodontic anchorage especially when there were edentulous areas and implants were scheduled as a treatment plan. Orthodontic force doesn't cause the bone loss of osseointegrated implants. Implant materials, surgical protocols and healing time before loading follow the conventional treatment protocol. Because the implants, once installed, can't change the location, meticulous treatment planning should be preceded. Further investigations are needed to standardize the treatment protocol.

Key words : dental implant, orthodontic anchorage, fixed abutment

Corresponding Author

Eun-Kyoung Pang

Department of Periodontology, School of Medicine, Ewha Womans University, 1071 Anyangcheon-ro, Yangcheon-gu, Seoul 158-710, Korea.

Tel : +82-2-2650-2725, Fax : +82-2-2650-5764, E-mail : ekpang@ewha.ac.kr

## I. 요약

보철 수복용 임플란트는 소실된 구강조직을 회복하는데 매우 예측 가능한 치료방법<sup>3)</sup>으로 특히 교정치료를 위한 고정원으로 사용되었을 때 원하지 않는 고정

원의 위치변화 없이 원하는 치아의 움직임만을 얻을 수 있는 효과적인 치료 방법 중 하나이다. 특히 수복해야 할 무치악 부위가 존재하는 경우 장래 보철적 지대치로 이용될 임플란트를 교정치료 전에 미리 식립하여 교정적 고정원으로 사용한다면 고정용 나사 식립을 위

한 추가적인 비용이 없고, 교정력에 의한 고정용 나사의 탈락과 같은 부작용 없이 효과적인 고정원으로 사용될 수 있을 것이다. 교정력은 골유착된 임플란트에 골소실을 야기하지 않으며<sup>11)</sup> 임플란트의 종류와 수술 방법, 치유 기간은 일반적인 치료과정을 따르면 된다. 다만 한번 골유착된 임플란트는 위치를 변화시킬 수 없으므로 치료를 시작하기 전에 임플란트 식립 시기 및 식립 위치에 대한 정확한 진단이 반드시 선행되어야 할 것이다.

## II. 서론

오늘날 보철 수복용 임플란트는 결손치의 대체 방법으로서 매우 일반적인 치료방법이 되었으며, 다학제적(multidisciplinary) 인 치과 치료 전반에 걸쳐 치료계획의 기준을 변화시키고 있다. 임플란트 치의학과 임상 교정학은 서로 공생적인 역할을 하고 있는데, 임플란트 치과학에서 교정치료는 발치 전에 치아의 정출을 통해 경조직과 연조직의 증대를 유도하여 임플란트를 식립할 수 있는 골량을 확보해 주거나, 발치 후 인접치아의 이동으로 좁아진 공간을 다시 회복하고 임플란트 식립을 위한 공간을 만들어 주는 역할을 해왔으며<sup>1)</sup>, 최근에 와서는 반대로 교정치료를 위한 고정원으로 임플란트가 사용되고 있다.

교정적 고정원은 '원치 않는 치아 이동에 대한 저항'이라고 정의되며<sup>2)</sup>, 고정원은 교정치료 시 교정력의 반작용으로 작용하는 힘에 저항하여, 원하는 치아 이동은 최대화하고 원치 않는 효과를 최소화 하도록 하는 역할을 하는 것으로<sup>3)</sup> 교정치료의 성공을 위해서는 고정원의 조절이 필수적이다.

교정치료에서 이러한 고정원을 조절하기 위해 많은 노력을 해왔으며, 최근에는 환자의 협조도에 의존하지 않고 바람직한 치료결과를 이끌어 내기 위해 Temporary anchorage devices(TADs)가 널리

이용되고 있다. 1945년에 Gainsforth와 Higley가 동물실험(개 하 악지)에서 vitalium 고정용 나사를 고정원으로 사용하면서부터<sup>4)</sup> 고정용 나사를 골고정원으로 쓰고자 하는 많은 시도<sup>5-7)</sup>가 있었으며, 1964년 Branemark에 의해 티타늄이 골과 융합한다는 것이 밝혀지고<sup>8)</sup>, 티타늄 보철 수복용 임플란트가 장기간 골유착상태로 지속된다는 것<sup>9)</sup>이 발표된 후부터는 임플란트가 부분, 또는 전체 무치악 환자에서 중요한 수복방법 중 하나로 대두되었다. 1988년 Shapiro와 Kokich<sup>10)</sup>가 이러한 보철 수복용 임플란트를 교정치료의 고정원으로 사용한 논문을 발표한 후 수많은 임상가들에 의해 인용되었고 있다.

본 연구에서는 교정치료를 위한 고정원으로 보철 수복용 임플란트를 이용하는데 있어서 고려해야 할 임플란트 고정원의 적응증과 장단점, 적절한 임플란트의 선정방법, 교정적 하중이 골유착에 미치는 영향 및 교정하중의 시기 등에 대하여 논하여 보기로 하겠다.

## III. 연구결과 및 고찰

### 1. 임플란트 고정원의 적응증

교정치료를 위한 고정원으로 임플란트를 이용하는 경우는 다음 네 가지의 일반적인 이동 가능성이 있다<sup>11)</sup> (Fig. 1).

#### 1) 치아의 악내 함입 (intra-arch intrusion)

한쪽 악궁에 결손치가 있고 반대악에 교합되는 치아가 없는 경우 결손치 인접 치아(대합치)들이 정출될 수 있다. 이 때 정출된 치아 주위에 치아가 존재한다면 충분한 고정원을 얻을 수 있으나 여러 개의 치아들이 정출되어 있거나 인접치가 결손되어 있다면 고정원을 얻기 힘들 것이다. 이런 경우 임플란트를 식립한 후 보철 전에 인접 치아를 함입시키기 위한 고정원으로 사

용할 수 있다.

### 2) 치아의 약간 함입 (inter-arch intrusion)

여러 개의 치아가 결손되어 수년동안 수복되지 않았을 때 상대악 치아가 정출되게 되는데, 이런 경우 결손 부위에 임플란트를 식립하여 교합 접촉(occlusal stop)을 제공하고 치아를 함입시키는 데 사용될 수 있으나 외상성 교합 등에 대한 고려도 필요하다.

### 3) 인접치의 약내 후방 또는 전방견인(intra-arch retraction/protraction) (Fig. 1)

치아가 결손되었을 때 결손 방향으로의 치아이동이 필요할 때 사용될 수 있다. 만일 다른 치아를 고정원으로 사용했을 때는 의도치 않게 고정원이 이동하여 원하지 않는 결과를 초래할 수도 있기 때문이다.

### 4) 인접치의 약간 전방 또는 후방견인(inter-arch protraction/retraction)

편측 또는 양측 악궁에 여러개의 치아가 결손되어 있고 많은 양의 치아 이동이 필요한 경우 동일 악궁에

치아를 식립할 수 없다면 반대 악궁에 임플란트를 식립하여 상대악 치아의 이동을 위하여 약간 힘(inter-arch force)를 적용시킬 수 있다.

이러한 네 가지의 기본적인 이동을 통하여 임플란트 고정원은 치아의 정출(extrusion) 또는 함입(intrusion)(Fig. 3), 공간의 폐쇄, 잘못 위치된 치아의 재위치, 고정원의 보강, 부분 무치악에서 보철적 지대치로 사용(Fig. 2~4), 치아의 후방견인(retraction)과 배열(alignment) (Fig. 2~4), 교합의 수정, 악정형(orthopedic)장치의 고정원 등으로 사용될 수 있다<sup>3)</sup>.

## 2. 임플란트 고정원의 장단점

교정적 고정원으로서의 임플란트를 이용하는 경우에는 이상적인 교정적 고정원으로서 작용하며, 환자의 협조도가 불필요하고, 치주 인대가 없는 절대적(absolute) 고정원이고, 다양한 양상으로 쉽게 이용 가능하고, 쉽게 위치시킬 수 있으며, 필요시 제거가 용이하다는 장점이 있다<sup>1)</sup>.

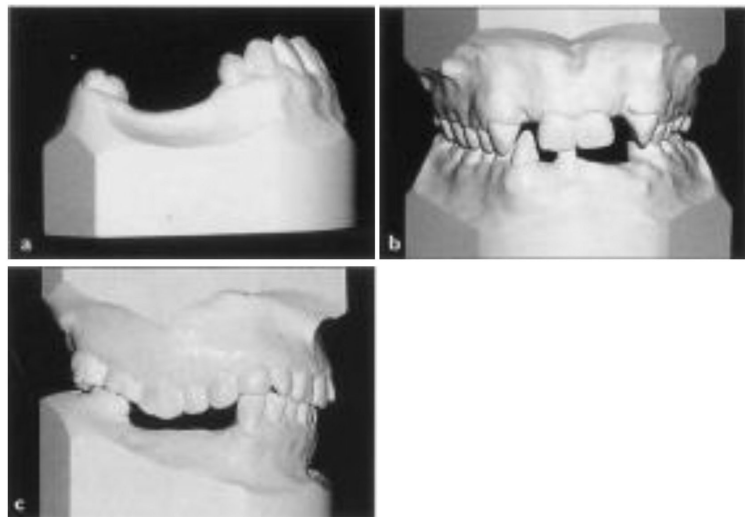


Fig. 1. Indication of interarch-intrusion (a,b), intra-arch intrusion (c) <sup>1)</sup>

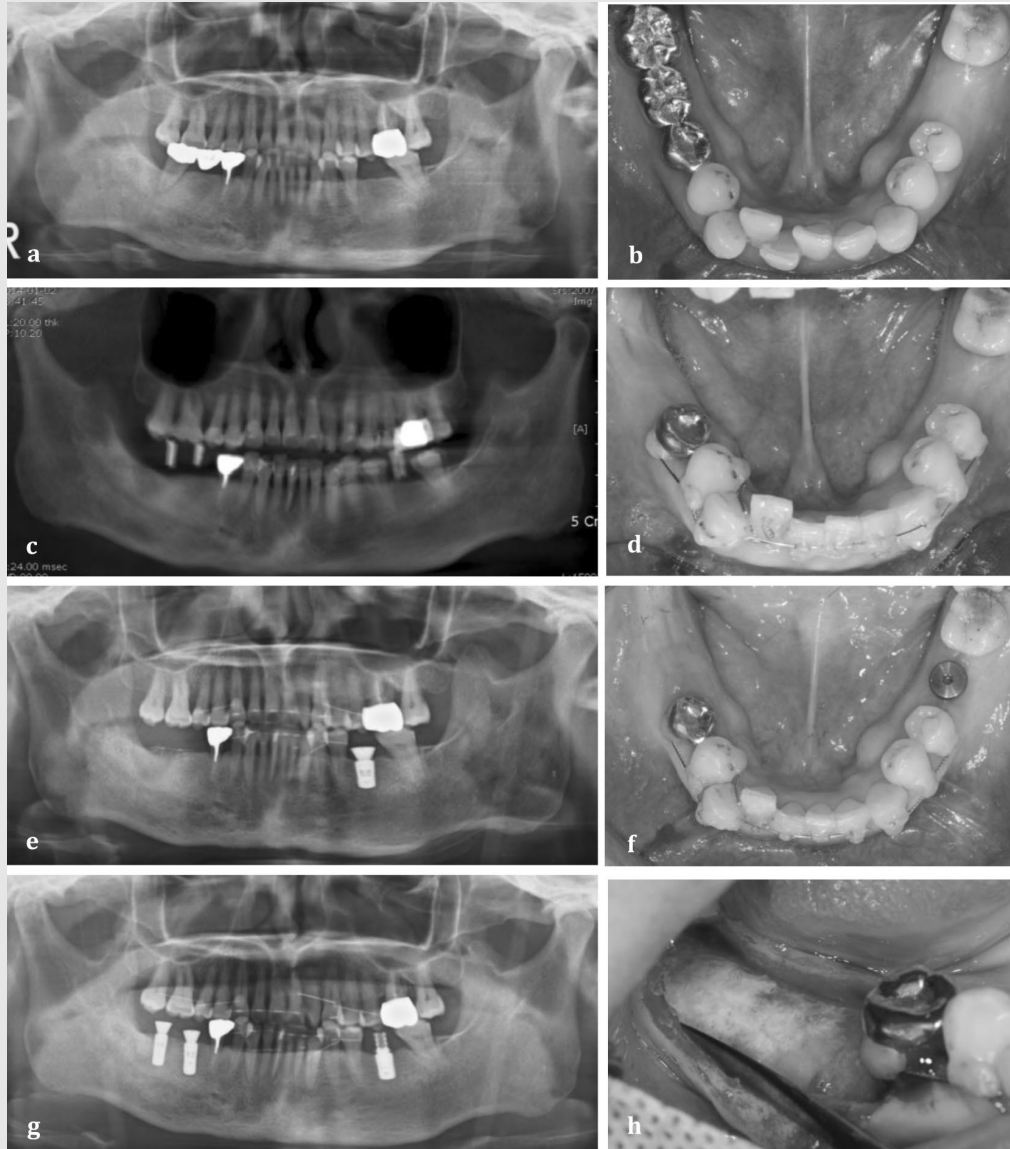


Fig. 2. This 56-year-old woman had a hopeless tooth on tooth 47, crowding and crossbite on mandibular anterior area(a,b). The tooth 47 was extracted(c,d), and ridge augmentation was performed with 0.5g of Bio-oss (0.25-1mm particle size) and Ti-reinforced Gore-tex membrane (TR6Y)(e,f). Due to reduced anchorage source in mandibular arch, dental implants were placed first on teeth (g,h).

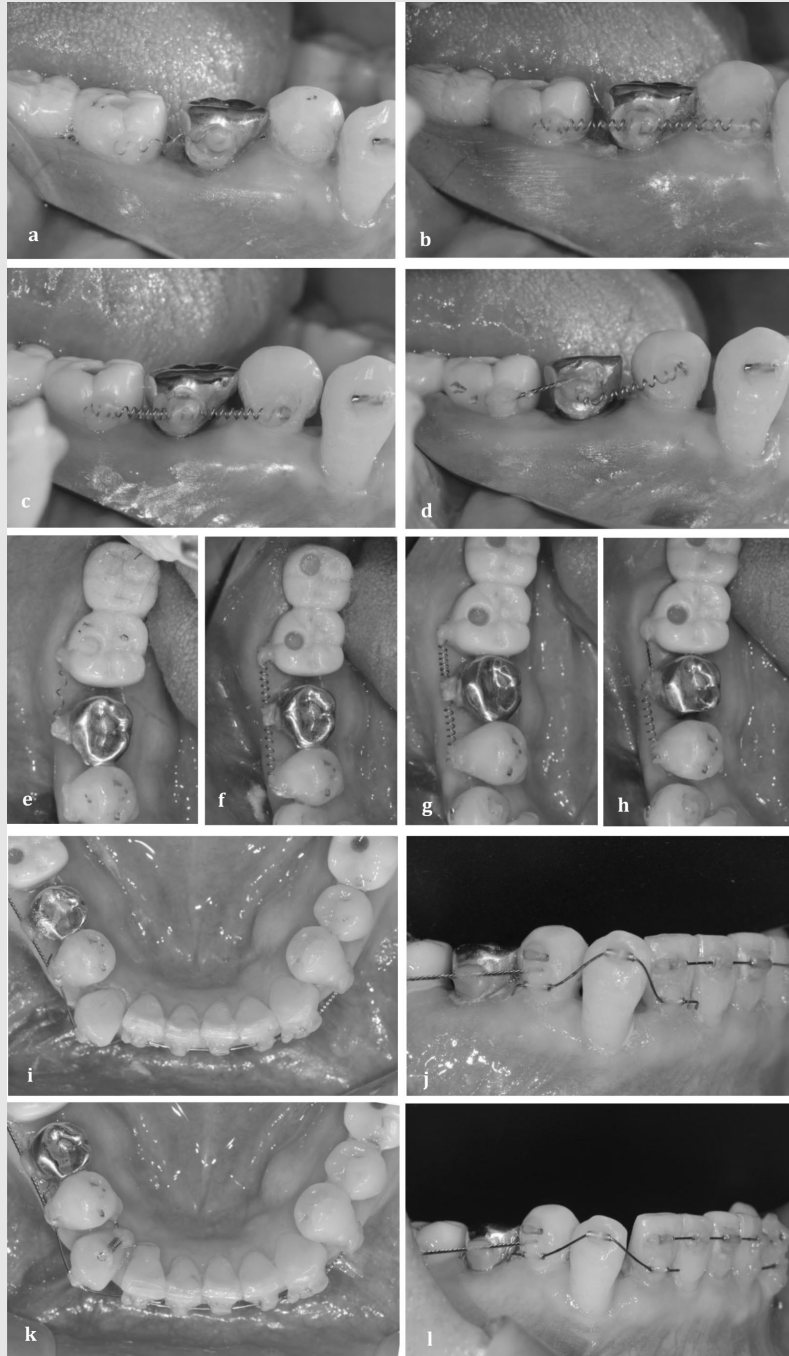


Fig. 3. Case of 56-year-old woman was continued. Three month after implant installation, a splinted temporary crown was made and used as an anchorage unit. The space 1-1.5mm was made between the tooth 45 and implant unit. The spring was connected the temporary crown and tooth 45(a,e). The NiTi spring was bonded on tooth 45 and 44 and orthodontic force(100g) was made to distalize the teeth 44 and 45(b,f). The space between tooth 45 and anchor unit was closed(c,g). The mesial side of the gold crown of 45 was cut and the space between the teeth 44 and 45 was created and the spring was connected to tooth 44 and 45 to move tooth 44 distally(d,h). The space was created to move the canine lingually and the canine was retracted(i,j,k,l).

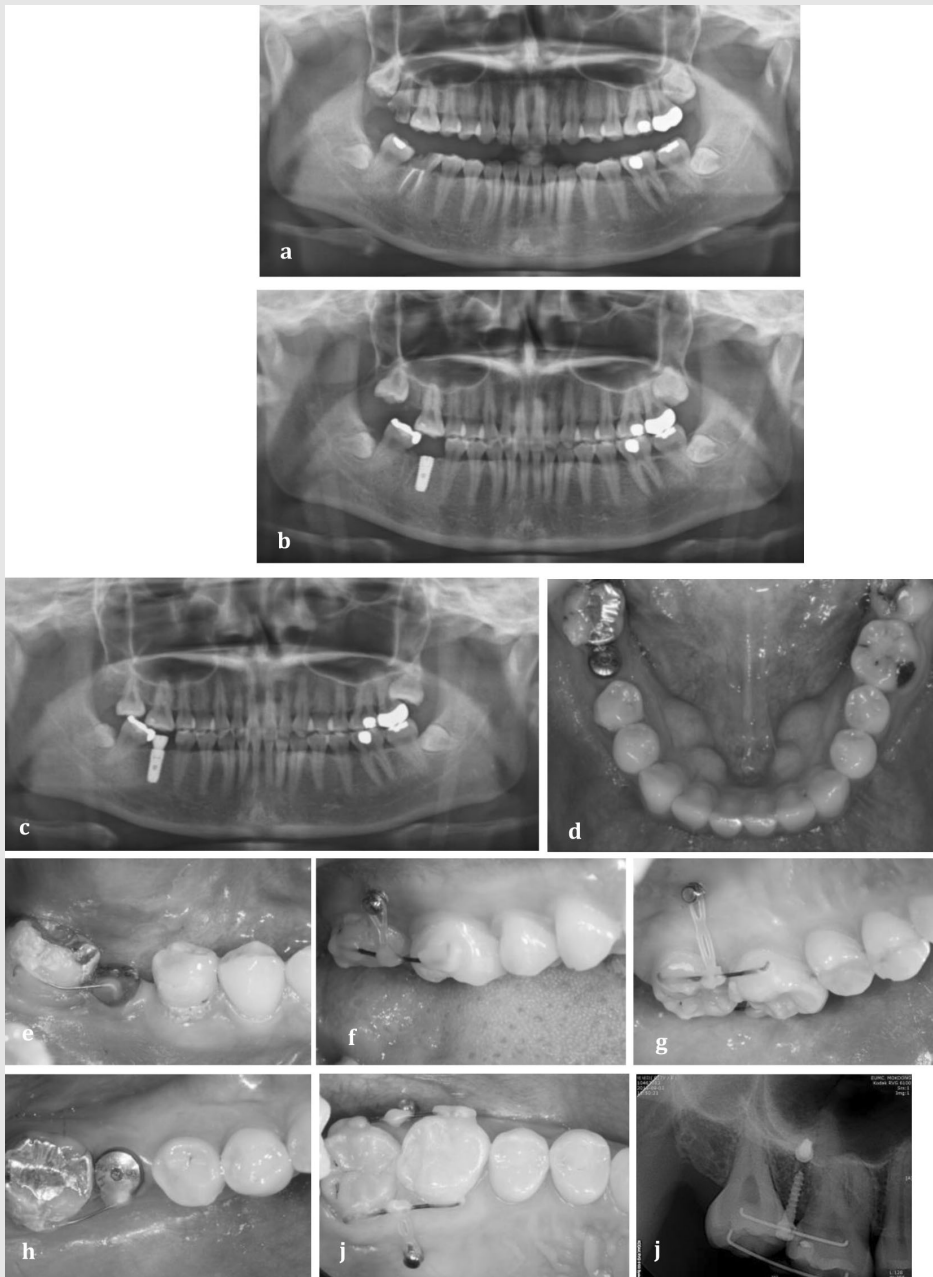


Fig. 4. This 26-year-old woman had hopeless tooth on teeth 46, and 17 due to serious dental caries(a). The hopeless teeth were extracted and a implant was installed on 46 area(b). The patient was not shown because of her studying abroad for 3 years. After 3 years tooth 47 was tilted mesially and tooth 16 was extruded, The tooth 18 which was impacted was erupted and moved mesially(c,d). Because there was no space for temporary crown of the implant due to the tilted tooth 47, NiTi uprighting spring was connected to the healing abutment directly(e,f). Two screws were placed buccal and palatal respectively and intrusion of tooth 16 and tooth 18 were started(g,h,i,j).

반면에, 임플란트의 외과적 치유기간이 필요하므로 기존의 치료방법에 비해서 치료기간이 더 길어질 수 있다. 그러나 임플란트는 뛰어난 고정원이 되므로 이러한 임플란트의 외과적 치유기간을 고려하더라도 전체 치유기간을 연장시키지는 않을 것이다. 또한 치료 비용이 증가한다는 것도 하나의 단점이 될 수 있으나 임플란트를 보철 치료 계획에 포함시킨다면 전체 치료 비용은 크게 증가하지 않을 것이다. 마지막으로, 임플란트를 위한 가용골이 제한되어 있는 경우에는 임플란트의 위치를 제한시키거나 변화시킬 수도 있어서 임플란트 고정원의 기계적 잇점을 가질 수 없을 것이다. 따라서 치료를 시작하기 전에 면밀한 검토가 필요할 것이다<sup>3, 12)</sup>.

### 3. 임플란트의 선정

#### 1) 임플란트의 재료 및 유형

임플란트의 재료로는 티타늄 합금(titanium-6 aluminum-4 vanadium) 이 주로 사용된다<sup>13)</sup>.

임플란트는 초기 안정성과 기계적 힘을 견딜 수 있어야 한다. 미니 임플란트(직경1.2mm, 길이 6mm)부터 일반적인 치과 임플란트(직경3~5mm, 길이 6~15mm)까지 다양한 크기의 임플란트가 사용되고 있고, 모두 고정원으로서 효과적으로 작용함을 보였다. 따라서 임플란트의 크기는 무치악 부위의 가용골량과 치료 계획에 따라 결정되어야 할 것이다<sup>14~16)</sup>.

임플란트의 형태는 스트레스 전달과 초기 안정성에 영향을 미치는 골 임플란트 접촉(bone-to-implant contact)을 결정한다. 완벽한 임플란트 형태를 정의하기는 어렵지만, 주로 smooth 또는 threaded 표면을 가진 cylindrical, cylindrical-conical 형태가 사용되며 임플란트의 표면 거칠기 정도가 골유착의 정도와 연관된다<sup>3)</sup>.

### 4. 교정적 하중의 영향 및 하중의 부하 시기

임플란트에 작용하는 교정력의 양은 상당하며, 방향은 여러상황에서 다르다. 예를 들어 임플란트가 악내 압하(intra-arch intrusion)를 위해 사용된다면 임플란트를 정출시키는 쪽으로 작용할 것이고, 반대로 악간 압하(inter-arch intrusion)을 위해 사용된다면 임플란트를 골내로 밀어넣는 힘이 작용할 것이다. 또한 임플란트가 악내 후방 견인/전방 견인(intra-arch retraction/protraction)에 사용된다면 임플란트에는 compressive force가, 악간 후방 견인/전방 견인(inter-arch retraction/protraction)에 사용된다면 임플란트에는 tipping force가 작용하게 된다. 이러한 임플란트에 가해진 교정력은 실제로 임플란트 주위 골소실을 야기하지는 않는데 그것은 아마도 두 힘간의 차이에서 오는 것으로 추정된다. 교합력은 단속적인 수직력이며 그 크기는 610N까지도 가능하나, 교정적 하중은 비교적 작은 힘(20 ~ 300 g)이 연속적이고 한 방향으로 작용하기 때문에 골과 임플란트 계면에서 일정한 반응을 나타내게 될 것이다<sup>3, 11, 32)</sup>.

골유착성 임플란트는 교정적 하중에 반응하여 임플란트 표면 1mm 이내에 활발한 재개조 활동이 있지만, 계면의 흡수된 공동(cavities)은 35~40% 정도를 차지하며 나머지 60~65%는 단단히 유착되어 임플란트의 이동을 방지하게 된다<sup>17, 18)</sup>.

그렇다면 부하 전에 얼마나 기다려야 할까? 1983년 Gray<sup>19)</sup> 등은 토끼에서 Bioglass-coated 임플란트와 Vitallium 임플란트를 이용하여 4주 후에 60~180g의 힘으로 부하를 가하였을 때 임플란트는 동요도가 없음을 처음 보고 하였다 그 후 Roberts<sup>17)</sup> 등은 토끼와 개에서 acid-etched 티타늄 임플란트를 식립하여 부하를 가한 결과 임플란트를 교정적 고정원으로 사용하기 위해서는 10%의 골 임플란트 접촉(bone-to-implant contact) 이 필요하다고 하였

다. 많은 연구를 통해 단단히 고정된 임플란트는 교정적 고정원으로 사용 가능하다는 것이 밝혀졌으며<sup>20~24)</sup>, 가해진 힘의 크기(60~300g)와 기간(2~25주)은 각각 차이가 있었지만 다양한 크기의 힘에도 불구하고 사용된 모든 임플란트가 적절한 안정성을 보이고 있음이 보고되었다<sup>20~30)</sup>. 특히 초기 치유기간에도 임플란트가 교정적 고정원으로 사용 가능하다는 연구들이 있었는데, Majzoub<sup>26)</sup> 등은 토끼 두개골에 티타늄 임플란트를 사용하여 실험한 결과 2주 후에도 고정원으로 사용 가능하다고 하였고, Deguchi 등은 개의 악골에 티타늄 고정용 나사를 식립하여 3주의 치유기간도 고정원으로 사용하기에 충분함을 밝혔다<sup>29)</sup>.

이와 같이 임플란트가 보철 지대치로 사용될 것이라면 일반적인 치유과정을 따르면 된다. 직접적인 교정력이라도 제한된 힘(< 3N, 약 300 g)만이 가해지므로 임플란트에 많은 응력을 가하지는 않으며, 임플란트가 간접 고정원으로 쓰였다면 응력은 더 적은 것이다. 식립 시 골 질과 초기 안정성을 평가하는 것이 중요하며 만족할 만한 안정성을 얻었다면 즉시부하도 가능하다. 완전한 골유착이 선호되지만 필수는 아니며, 안정적인 기계적 유지나 부분적인 골유착이 필요하며, 치유되는 동안에 과부하가 되어서는 안된다<sup>31)</sup>.

임플란트는 이와 같이 초기 안정성을 가져야 할 뿐

만 아니라 응력을 견딜 수 있어야 한다. 따라서 임플란트에 가해지는 최대 힘을 논하려면 임플란트의 디자인, 생역학적 고려사항, 골유착 정도 등이 함께 평가되어야 할 것이다 (Table 1).

#### IV. 결론

현재까지 치과 임플란트는 소실된 구강조직을 회복하는데 매우 예측 가능한 치료방법으로서 특히 교정치료를 위한 고정원으로 사용되었을 때 기존의 고정원에 비해 원하지 않는 고정원의 위치변화 없이 원하는 치아의 움직임을 얻을 수 있는 효과적인 치료 방법 중 하나이다. 특히 수복해야 할 무치악 부위가 존재하는 경우 장래 보철적 지대치로 이용될 임플란트를 교정치료 전에 미리 식립하여 교정적 고정원으로 사용한다면, 고정용 나사 식립을 위한 추가적인 비용이 없고, 교정력에 의한 고정용 나사의 탈락과 같은 부작용 없이 효과적인 고정원으로 사용될 수 있을 것이다. 다만 임플란트가 골유착되는 데까지 시간이 필요하고, 한번 골유착된 임플란트는 위치를 변화시킬 수 없으므로, 치료를 시작하기 전에 임플란트 식립 시기 및 식립 위치에 대한 평가가 반드시 선행되어야 할 것이다.

Table 1. Factors to consider before loading an implant<sup>3)</sup>

Prosthetic abutment?	Yes	Standard healing protocol
	No	Immediate or delayed loading - check initial stability
Anchorage?	Direct	Immediate or delayed loading
	Indirect	Immediate or delayed loading
Bone quality?	Dense	Immediate or delayed loading
	Soft	Delayed loading
Type of implant?	Smooth surface	Immediate or delayed loading
	Rough surface threaded	Immediate or delayed loading
Primary stability at the time of surgery?	Yes	Immediate or delayed loading
	No	Retrieve and replace
Primary stability at the time of orthodontic loading?	Yes	Immediate or delayed loading
	No	Retrieve and replace

## 참 고 문 헌

1. Rose TP, Jivraj S and Chee W. The role of orthodontics in implant dentistry. *Br Dent J* 2006;vol 201(12):753-764.
2. Proffit W. Mechanical principles in orthodontic force control. In: Proffit W, Fields HW, editors. *Contemporary orthodontics*. 2nd edition. Mosby;289-315;1993.
3. Huang LH1, Shotwell JL, Wang HL. Dental implants for orthodontic anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2005;127:713-722.
4. Gainsforth BL, Higley LB. A study of orthodontic anchorage possibilities in basal bone. *Am J Orthod* 1945;31:406-417.
5. Linkow LI. The endosseous blade implant and its use of orthodontics. *J Orthod* 1969;18:149-154.
6. Sherman AJ. Bone reaction to orthodontic forces on vitreous carbon dental implants. *Am J Orthod* 1978;74:79-87.
7. Smith JR. Bone dynamics associated with the controlled loading of bioglass-coated aluminium endosteal implants. *Am J Orthod* 1979;76:618-636.
8. Branemark PI, Aspegren K, Breine U. Microcirculatory studies in man by high resolution vital microscopy. *Angiology* 1964;15: 329-332.
9. Branemark PI, Breine U, Adell R. Intraosseous anchorage of dental prostheses. I. Experimental studies. *Scand J Plast Reconstr Surg* 1969;3:81-100.
10. Shapiro PA, Kokich VG. Uses of implants in orthodontics. *Dent Clin North Am* 1988;32:539-550.
11. Higuchi K. Orthodontic application of osseointegrated implants. Quintessence Publishing; Chapter 2; 2000.
12. Goodacre CJ, Brown DT, Roberts WE, Jeiroudi MT. Prosthodontic considerations when using implants for orthodontic anchorage. *J Prosthet Dent* 1997;77:162-170.
13. Misch CE. *Contemporary implant dentistry*. 2nd edition. Mosby; 1999.
14. Kanomi R. Mini-implant for orthodontic anchorage. *J ClinOrthod* 1997;31:763-767.
15. Roberts WE, Marshall KJ, Mozsary PG..Rigid endosseous implant utilized as anchorage to protract molars and close an atrophic extraction site. *Angle Orthod* 1990;60:135-52.
16. Odman J, Lekholm U, Jemt T, Thilander B. Osseointegrated implants as orthodontic anchorage in the treatment of partially edentulous adult patients. *Eur J Orthod*. 1994;16:187-201.
17. 48. Roberts WE, Helm FR, Marshall KJ, Gongloff RK. Rigid endosseous implants for orthodontic and orthopedic anchorage. *Angle Orthod* 1989;59:247-256.
18. Roberts WE Bone dynamics of osseointegration, ankylosis, and tooth movement. *J Indiana Dent Assoc*. 1999 Fall;78(3):24-32.
19. Gray JB, Steen ME, King GJ, Clark AE. Studies on the efficacy of implants as orthodontic anchorage. *Am J Orthod* 1983;83: 311-317.
20. Linder-Aronson S, Nordenram A, Anneroth G. Titanium implant anchorage in orthodontic treatment: an experimental investigation in monkeys. *Eur J Orthod* 1990;12:414-419.
21. Wehrbein H, Diedrich P. Endosseous titanium implants during and after orthodontic load?an experimental study in the dog. *Clin Oral Implants Res* 1993;4:76-82.
22. Saito S, Sugimoto N, Morohashi T, Ozeki M, Kurabayashi H, Shimizu H, et al. Endosseous titanium implants as anchors for mesiodistal tooth movement in the beagle dog. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2000;118:601-607.
23. Daimaruya T, Nagasaka H, Umemori M, Sugawara J, Mitani H. The influences of molar intrusion on the inferior alveolar neurovascular bundle and root using the skeletal anchorage system in dogs. *Angle Orthod* 2001;71:60-70.
24. Melsen B, Lang NP. Biological reactions of alveolar bone to orthodontic loading of oral implants. *Clin Oral Implants Res* 2001;12:144-152.
25. Roberts WE, Smith RK, Zilberman Y, Mozsary PG, Smith RS. Osseous adaptation to continuous loading of rigid endosseous implants. *Am J Orthod*

## 참 고 문 헌

- 1984;86:95-111.
26. Majzoub Z, Finotti M, Miotti F, Giardino R, Aldini NN, Cordioli G. Bone response to orthodontic loading of endosseous implants in the rabbit calvaria: early continuous distalizing forces. *Eur J Orthod* 1999;21:223-230.
27. Ohmae M, Saito S, Morohashi T, Seki K, Qu H, Kanomi R, et al. A clinical and histological evaluation of titanium mini-implants as anchors for orthodontic intrusion in the beagle dog. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2001;119:489-497.
28. Trisi P, Rebaudi A. Progressive bone adaptation of titanium implants during and after orthodontic load in humans. *Int J Periodont Res Dent* 2002;22:31-43.
29. Deguchi T, Takano-Yamamoto T, Kanomi R, Hartsfield JK Jr, Roberts WE, Garetto LP. The use of small titanium screws for orthodontic anchorage. *J Dent Res* 2003;82:377-381.
30. Akin-Nergiz N, Nergiz I, Schulz A, Arpak N, Niedermeier W. Reactions of peri-implant tissues to continuous loading of os-seointegrated implants. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1998; 114:292-298.
31. Roberts WE. When planning to use an implant for anchorage, how long do you have to wait to apply force after implant placement?. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2002;121(1):14A.
32. Hee-Eun Kim, In-Ho Cho. Stress Analysis and Fatigue Failure of Prefabricated and Customized Abutments of Dental Implants. *J Dent Rehab App Sci* 2013;29(3):209 - 223.