

투고일 : 2013. 3. 19

심사일 : 2013. 3. 22

게재확정일 : 2013. 3. 26

Early loading의 난제 stability dip, 어떻게 극복할 것인가?

한양대학교 의과대학 치과학교실 구강악안면외과

박 창 주

ABSTRACT

Stability dip, the obstacle of early loading protocol, how can it be figured out?

Division of Oral and Maxillofacial Surgery, Department of Dentistry, College of Medicine, Hanyang University
Chang-Joo Park

Nowadays, it seems like that the concept of the early loading protocol has been intruded between the concept of the immediate loading supported by advanced clinicians and the concept of the conventional loading supported by the prudent clinicians. In particular, the stability dip, which is found to occur usually at 4~6 weeks after dental implant placement because the decrease of the primary mechanical stability is not compensated by the increase of the secondary biologic stability, is frequently pointed out as one of the major causes of early loading failure. In this article, based on our recent clinical investigation about the crestal bone preservation effect of the early loaded NanoTite™ Tapered Certain Prevail® (Biomet 3i, USA), the concept of the early loading is revisited. In addition, various methods to overcome the stability dip are reviewed as the oral and maxillofacial surgeon's view point.

Key words : Dental implants, Early loading, Stability dip

I. 서론

임플란트 식립 후 빠른 보철물 시적을 통한 교합기능의 회복은 모든 임상가들의 꿈이다. 임플란트 임상 초기인 1980년대에는 모든 임플란트를 식립 후 반드시 점막 하에 묻고 하악에서는 3~4개월, 상악에서는 5~6개월의 치유기간을 가진 후 부하를 시작할 것을 권장하였으나 부하는 임플란트 재료와 기술의 발전에 발맞추어 시기적으로 계속 빨라지고 있다. 특히 조기

부하(early loading)에 대한 다양한 정의들이 존재하지만²⁾, 최근에는 임플란트 식립 후 1주~2개월 사이에 임플란트에 기능을 부여하는 것을 일반적으로 조기 부하로 받아들이고 있다²⁾.

최근 조기 부하는 즉시 부하(immediate loading)를 선호하는 공격적인 임상 의들과 전통적인 통상 부하를 황금률로 삼는 임상가들 사이에서 나름의 방향을 하고 있다. 다른 의미로 보면 조기 부하는 즉시 부하와 통상 부하 사이에서 그 입지가 아직 확실하지

않은 듯 보인다. 특히 조기 부하에 반대하는 임상가들은 임플란트 식립 후 4~6주 사이가 일차적인 물리적 안정도가 점차 저하되면서 아직 이차적인 생물학적 안정도도 완전히 얻지 못한 ‘안정도 저하(stability dip)’의 시기라는 점을 반대의 중요한 이유 중 하나로 들고 있다³⁾(Fig. 1). 따라서 이러한 안정도 저하에 어떻게 대처하는가가 성공적인 조기 부하의 중요한 관건으로 부각되고 있다.

이번 특집에서는 본 교실에서 진행한 조기 부하에 대한 전향적 임상연구의 예비 결과를 바탕으로 ‘말도 많고 탈도 많은’ 조기 부하의 난제인 안정도 저하를 해결하기 위한 여러 방법들을 알아 보고자 한다.

II. 본론

1. 임플란트 조기 부하의 성공율

조기 부하의 성공율은 각 논문들에서 다양하게 나타나지만 환자의 선택이 적절하고 수술 및 보철시 별 다른 문제가 없다면 통상 부하의 성공율에 필적하는

것으로 보인다^{4, 5)}. Gallucci 등⁶⁾도 치료부위가 상악 또는 하악인가, 보철물의 종류가 고정식이나 가철식인가에 상관 없이 조기 부하를 임상적으로 입증된 술식의 하나로 결론 짓고 있다. 본 교실에서도 한양대학교병원 임상시험위원회의 승인(HYH IRB 2012-03-001) 하에 <platform switching 개념을 도입한 NanoTite™ Tapered Certain Prevail® (Biomet 3i, USA)의 조기 부하에 따른 임플란트 성공율에 대한 전향적 무작위 대조군 임상 연구>를 진행하고 있고 그 protocol을 간략히 소개하면 다음과 같다.

- 1) 임플란트 치료에 전신적으로나 국소적으로 지장이 없는 환자들을 대상으로 하여 모든 임플란트 식립 부위는 발치 후 3개월이 지났거나 골이식 시술 후 4개월이 경과해야 한다.
- 2) 임플란트는 NanoTite™ Tapered Certain Prevail® 또는 NanoTite™ Tapered Certain 중 선택하여 치조정 하방이나 치조정에 맞추어 식립하고 치유 지대주를 연결한다. 골이식을 동반하는 등 이차수술이 추가적으로 필요한 경우는 이 연구에서 제외한다.

Table 1. Distribution of location, diameter and length of implants in this study

N	Location	Implant diameter(mm)	Implant length(mm)			
			8.5	10.0	11.5	13.0
28	Maxilla	4/3	-	2	-	1
		5/4	7	-	-	-
		6/5	-	7	-	-
	Mandible	4/3	-	-	2	-
		5/4	3	5	-	-
		6/5	-	1	-	-
30	Maxilla	3.25	-	-	-	-
		4	-	4	1	2
		5	7	-	-	-
	Mandible	3.25	-	-	-	3
		4	5	2	-	-
		5	4	-	2	-

N, number of patients

- 3) 6주~2개월 사이에 최대교합위에서 접촉되는 screw 유지형 임시보철물을 장착하고 최종보철물은 8~9개월 사이에 장착한다. 즉 조기 부하 protocol로 진행한다.
- 4) 각 임플란트는 하나의 상부 보철물과 연결하는 것을 원칙으로 한다.
- 5) 정해진 시기 별로 규격화된 치근단방사선사진을 촬영하여 두 임플란트 간의 치조정 골소실을 측정하고 임플란트 성공율을 조사하여 비교한다.

임상의들이 관심을 가질만한 본 연구의 결과들 중 임플란트의 식립부위, 식립된 임플란트의 직경과 길이는 Table 1과 같다. 두 임플란트 간 치조정 골소실을 측정, 비교하였을 때 platform switching 개념을 도입한 NanoTite™ Tapered Certain Prevail®의 치조정 골보전의 효과가 통계적으로 유의하게 나타났다(Table 2). 임플란트 식립 후 1년 동안 관찰한 결과, NanoTite™ Tapered Certain Prevail®의 경우 한 환자의 상악 구치부에서 두 개의 임플란트가 임시보철물 장착 후 탈락하여 93%의 성공율을, NanoTite™ Tapered Certain의 경우 모든 임플란트가 별다른 문제가 없어 총 임플란트 성공율은 97%의 결과를 보였다. 비록 예비실험이지만 조기 부하를 적용하여도 임플란트의 높은 성공율을 얻을 수 있다는 점에서 이번 실험을 언급하는 것도 의미가 있을 것이다.

2. 임플란트의 안정도 저하

임플란트의 안정도(implant stability)는 골유착의 간접적인 지표로서 임상적으로 임플란트의 부동성(immobility)을 평가하는 것이다⁷⁾. 임플란트의 안정도는 임플란트 식립 시 이전에 존재하던 골에서 기계적으로 얻어지는 일차적 안정도(초기 고정력)와 식립 후 임플란트가 새로운 골과 결합, 즉 골유착되면서 생물학적으로 얻어지는 이차적 안정도의 두 가지로 구분하여 볼 수 있고 임플란트의 총 안정도는 이러한 일차적 안정도와 이차적 안정도의 합으로 볼 수 있다. 임플란트 식립 후 약 4주~6주 사이에 일차적 안정도가 떨어지면서 그 떨어진 만큼을 아직 올라가는 이차적 안정도가 충분히 상쇄하지 못하여 안정도 저하 현상이 나타나게 된다⁸⁾(Fig. 1). 사실 안정도 저하는 다분히 이론적인 개념이고 다양한 환자적, 재료적, 기술적 측면이 배제되어 있지만 임상적 의미도 충분히 찾을 수 있다. 왜냐하면 임플란트 식립 시 만족스러운 초기 고정력을 얻었다 하더라도 골유착 과정이 늦어진다면 임플란트의 실패를 피하기 위하여 임플란트의 부하시기, 즉 기능시기를 늦출 수 밖에 없기 때문이다.

특히 이러한 안정도 저하는 조기 부하의 관점에서 중요한 고려사항이 되는데 일차적 안정도를 높게 얻어 진행하는 즉시부하와 이차적 안정도를 높게 얻어 진행하는 통상부하 사이에서 조기 부하가 오히려 문제가 많은 술식처럼 간주되기 때문이다. 또한 이것은 조기

Table 2. Comparison of marginal bone loss

	N	Provisional 6 weeks	9 months	Definitive 12 months	24 months	P*
NanoTite™ Tapered Certain Prevail®	28	0.29 ± 0.25	0.29 ± 0.20	0.31 ± 0.19	0.32 ± 0.16	< .05
NanoTite™ Tapered Certain	30	0.79 ± 0.86	0.81 ± 0.48	0.86 ± 0.75	0.86 ± 0.62	

Mean ± S.D.

N, number of patients

* P value was calculated by Kruskal-Wallis test

부하가 공격 받는 중요한 이유이기도 하다. 여담이지만 환자의 입장에서는 즉시부하와 같이 빨리 진행되는 과정 중에 생기는 문제들은 자신이 빠른 치료를 위해 배려 받았으며 어느 정도 수궁하며 받아들일 수 있으나 어중간하게 빠른 조기 부하 과정에서 발생하는 문제들은 차라리 안전하게 천천히(즉 통상부하로) 진행하면 되지 않았나 하는 나름의 불만을 가질 수 있을 것이다.

3. 임플란트의 안정도 저하를 극복하기 위한 노력

임플란트의 안정도 저하를 극복하기 위해서는 두 가지 측면을 고려할 수 있다. 첫 번째는 일차적인 기계적 안정도를 최대화하는 방법이고 두 번째는 이차적인 생물학적 안정도를 되도록 빨리, 그리고 최대화하는 방법이라고 할 수 있다. 이러한 방법들에 대한 다양한 의견들이 있을 수 있으나 여기에서는 임플란트 수술을 담당하는 구강외과의사가 바라보고 고민하는 부분들을 중점적으로 서술하고자 한다.

먼저 일차적인 기계적 안정도를 높이기 위해 지금까

지 소개된 방법들은 다음과 같다.

1) 임플란트의 전반적인 모양을 taper 형태로 제작
 일반적으로 임플란트의 전반적인 모양을 straight 형태가 아닌 taper 형태로 제작하면 더 높은 초기 고정력을 얻을 수 있다. 이는 기존의 straight 형태의 드릴로 구멍을 형성하고 식립되는 straight 형태의 임플란트는 식립되면서 하부의 thread가 잠겼던 부위에 다시 동일한 크기의 상부 thread가 잠기는 반면, taper 형태의 임플란트는 taper 형태의 드릴로 구멍이 형성되므로 임플란트가 식립되면서 하부의 thread가 잠겼던 부위에 다시 상부의 thread가 강하게 잠기면서 식립되기 때문이다. 이론적으로는 taper 형태의 임플란트가 전반적인 골-임플란트 접촉면적이 적어져 식립 후 이차적인 안정도 획득에 제한점이 될 수 있으나 임상적으로는 크게 문제가 되지 않는다.

2) 임플란트의 thread 디자인을 변경

임플란트 thread 디자인은 저자에게는 임플란트 선택에 가장 중요한 고려사항 중 하나이고 각 임플란트

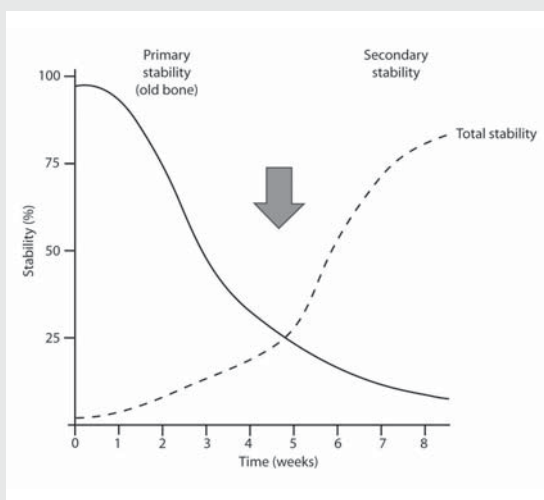


Fig. 1. Decrease of total stability, the sum of primary(mechanical) stability from old bone and secondary(biological) stability from new bone, 'stability dip' (arrow).

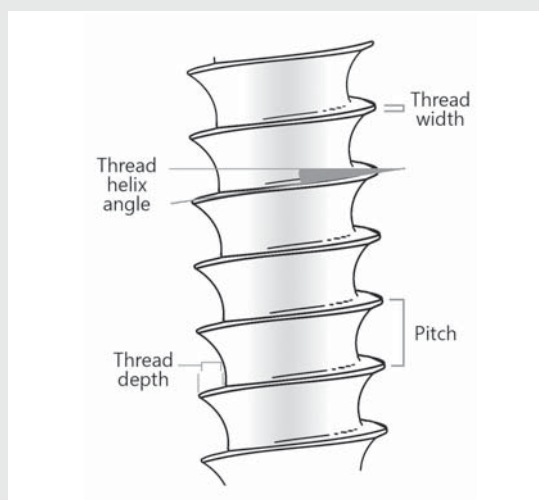


Fig. 2. Schematic drawing of the implant macro-thread design: thread helix angle, thread pitch, thread depth and thread width.

회사들의 기술력이 결집되어 있는 부분이다. Fig. 2와 같이 임플란트 thread 디자인에는 pitch, depth, width, helix angle 등의 개념들이 적용되는데 예를 들어 pitch를 줄이거나 depth를 늘리면, thread의 수가 많아지고 골접촉 면적이 넓어져 초기 고정력이 증가하게 된다⁸⁾. 그러나 임플란트가 벽에 박는 것이 아니듯 기계공학적으로 thread 디자인을 다양하게 조절하여 임플란트 식립 시 초기 고정력을 최대화할 수 있으나 그에 따른 골의 생물학적 반응이나 차후 교합압을 견디는 기능적 내구성이 결코 무시되어서는 안될 것이다.

3) 임플란트가 식립될 부위를 적게 골형성하는 방법 (site under-preparation)

연한 골질을 가진 부위를 적게 골형성하여 임플란트를 심는 방법이 대표적이다. 그러나 초기 고정력을 무작정 높일 수 없는 이유가 존재하는데 골의 압박괴사(compression necrosis)와 임플란트 hex 구조의 뭉개짐(stripping)이 대표적이다. 골의 압박괴사는 논란의 여지가 있으나 임플란트 식립 시 열손상과 유사한 양상을 보이며 임플란트 초기나 후기 실패에 관여할 가능성이 있어 보인다⁹⁾. Hex의 뭉개짐은 대부분 임플란트 수술기구들이 스테인레스 스틸로 제작되지만 임플란트는 티타늄이므로 너무 강한 식립토크가 임플란트-보철지대주(또는 보철물)의 연결구조인 hex를 손상시키는 것이다. 만약 뭉개짐이 발생한다면 차후 헐거운 임플란트 보철물이 제작될 수 밖에 없으며 불가피하게 임플란트의 제거가 필요할 때도 큰 문제로 작용할 것이다.

4) 임플란트 상부에 microthread의 채용

Microthread는 임플란트 식립 시 초기 고정력을 확보하는데 어느 정도 기여를 하지만 차후 교합력을 임플란트-골 계면으로 분산시키는 과정에서 더욱 중요한 역할을 하는 것으로 보인다^{10, 11)}. 그러나 임상가들은 MicroThread™ (Astratech, Sweden)의 단

순 복제로 무분별하게 적용되었던 microthread가 오히려 재앙과 같은 치조정 골소실을 가져와 임플란트 시장에서 등장과 퇴출을 반복하였다는 사실도 주지해야 할 것이다.

다음으로 이차적인 생물학적 안정도를 높이기 위해 소개된 방법들은 주로 임플란트의 표면처리를 개선하는 것이다. 이 부분의 전문가가 아니므로 자세히 소개하는데 한계가 있으나 구강외과의사의 입장에 볼 때 크게 두 가지 경향이 두드러진다.

1) Sandblasted, acid-etched (SA)의 재조명과 hydroxyapatite (HA) 코팅의 도전

SLA® (Straumann, Switzerland)를 선두로 하여 최근 SA 표면 임플란트들이 많은 실험적, 임상적 논문들을 기반으로 다시 각광을 받고 있으며 부하의 시기를 상당 부분 앞당길 수 있다는 근거들을 확보하고 있다. 그리고 잠시 잊혀졌던 HA 코팅 임플란트들도 NanoTite™ (Biomet 3i, USA)를 대표적으로, HA를 코팅하는 방법들을 다양화하며 골유착을 보다 빨리 안정적으로 유도하려 하고 있다. 그러나 임플란트 표면처리에도 임플란트 회사 간의 기술력의 차이가 존재하며 임상가는 이를 신중히 받아 들일 필요가 있다. 두 표면처리가 각기 어떤 길을 가게 될지 계속 관심을 가지고 지켜 보아야 할 것이다.

2) 임플란트 표면에 친수성(hydrophilicity)을 부여

SLActive® (Straumann, Switzerland)나 SA CA® (Osstem, Korea)를 예로 들 수 있으며 임플란트 표면의 젖음성(wettability)을 높이기 위한 노력들을 통해 속속 상품화되고 있다. 임상적으로 임플란트 표면의 낮은 젖음성은 기존 티타늄 임플란트들의 한계로 지적되어 왔으며 이론적으로는 젖음성이 높아지면 환자의 체액, 즉 피나 조골세포의 견인이 쉬워지므로 이차적 생물학적 안정도를 조기에 가져갈 수 있을 것이다.

III. 결론

지금까지 조기 부하와 안정도 저하를 해결하기 위한 여러 가지 방법을 임플란트 수술을 담당하는 구강외과 의사의 입장에서 간략히 정리하여 보았다. 마지막으로 다음의 사항들을 강조하며 이번 특집을 마무리하고자 한다.

1. 환자의 국소적, 전신적 요인을 정확히 분석하자.

예를 들어 국소적 요인으로는 수술부위, 발치 후 시기, 골질, 골이식 여부, 차후 임플란트 간 연결 여부를 들 수 있으며 전신적 요인으로는 흡연 여부, 당뇨와 같이 골치유에 지장을 주는 전신적 질환의 유무 등을 들 수 있다. 한 가지 사항이라도 염려된다면 가급적 조기 부하는 피하는 것을 추천한다.

2. 초기고정력 확보에 가능한 노력하자.

높은 초기 고정력의 중요성은 아무리 강조하여도 지나치지 않으나 압박 골괴사나 hex의 뭉개짐 등을 종합적으로 고려해야 한다. 개인적으로는 조기 부하를 위해서는 차후 보철적으로 연결될 두 개 이상의 임플란트들에서 각각 식립 토크 30Ncm 이상을 기준으로 하고 있으며 60Ncm 이상의 높은 초기 고정력은 가급적 피하려고 노력하고 있다.

3. 신중하게 임플란트를 선택하되 저널과 임플란트 회사의 자료를 끊임없이 의심하자. 환자의 선택이나 식립부위, 식립방법, 그리고 임플란트 간의 연결 여부 등의 측면에서 엄격한 기준을 적용하여 조기 부하의 좋은 결과를 얻어낸 논문들이 많으므로 임상가로서 이러한 부분들을 철저히 확인하는 습관을 갖도록 한다.

참 고 문 헌

1. Cochran DL, Morton D, Weber HP. Consensus statements and recommended clinical procedures regarding loading protocols for endosseous dental implants. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2004; 19: 109-113.
2. Weber HP, Morton D, Gallucci GO, Rocuzzo M, Cordaro L, Grutter L. Consensus statements and recommended clinical procedures regarding loading protocols. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2009; 24: 180-183.
3. Raghavendra S, Wood MC, Taylor TD. Early wound healing around endosseous implants: a review of the literature. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2005; 20: 425-431.
4. Rocuzzo M, Wilson T. A prospective study evaluating a protocol for 6 weeks' loading of SLA implants in the posterior maxilla: one year results. *Clin Oral Implants Res.* 2002; 13: 502-507.
5. Sullivan D, Vincenzi G, Feldman S. Early loading of Osseotite implants 2 months after placement in the maxilla and mandible: a 5-year report. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2005; 20: 905-912.
6. Gallucci GO, Morton D, Weber HP. Loading protocols for dental implants in edentulous patients. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2009; 24:132-146.
7. Atsumi M, Park SH, Wang HL. Methods used to assess implant stability: current status. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2007; 22: 743-754.
8. Abuhusseini H, Pagni G, Rebaudi A, Wang HL. The effect of thread pattern upon implant osseointegration. *Clin Oral Implants Res.* 2010; 21: 129-136.
9. Bashutski JD, D'Silva NJ, Wang HL. Implant compression necrosis: current understanding and case report. *J Periodontol.* 2009; 80: 700-704.
10. Hudieb MI, Wakabayashi N, Kasugai S. Magnitude and direction of mechanical stress at the osseointegrated interface of the microthread implant. *J Periodontol.* 2011; 82: 1061-1070.
11. Chun SG, Cho JH, Jo KH. Influence of microthread design on marginal cortical bone strain development: A finite element analysis. *J Korean Acad Prosthodont.* 2010; 48: 215-223.