

# 구치부에서 짧은 길이 임플란트의 임상적 효용성에 대한 고찰

경희대학교 치과대학 치주과학교실

홍지연

## ABSTRACT

### Review on the clinical outcomes of short implants in posterior regions

Department of Periodontology, Periodontal-Implant Clinical Research Institute, School of Dentistry,  
Kyung Hee University

Ji-Youn Hong

Among the treatment options to overcome the reduced vertical height of atrophied ridges in both posterior maxilla and mandible, short-length implants have been studied for the clinical outcomes compared to the standard-length implants accompanied with advanced surgeries including sinus floor elevation and vertical ridge augmentation. In this paper, biomechanical considerations associated with short implants, clinical studies and results including the survival rates, marginal bone resorption and complications were reviewed as well as the treatment guidelines for the resorbed maxilla and mandible.

Keywords: short dental implant, sinus floor elevation, vertical augmentation, survival rates

Corresponding Author

Ji-Youn Hong,  <http://orcid.org/0000-0003-1040-7077>

Department of Periodontology, Periodontal-Implant Clinical Research Institute, School of Dentistry, Kyung Hee University

Tel : +82-2-958-9380 / E-mail : periohjy@khu.ac.kr

## 1. 서론

무치악 환자에 대한 임플란트 수복은 장기간의 높은 생존율을 통해 치과치료의 많은 부분을 차지하고 있으며, 임플란트의 표면처리, 디자인, 수술 기기 혹은 방법 등 다양한 분야의 발전이 축적되어 그 토대를 마련하였다. 그러나, 예지성 있는 장기간의 임상 결과는 여러 위험 요소가 배제된 조건 하에 자연골(native bone)에 식립된 표준 길이와 직경의 임플란트를 기반으로 한 연구들이 큰 비중을 차지한다<sup>1)</sup>. 실제 임상에서는 구치부의 경우 치조골 흡수와 함께 상악동 함기화, 하치조 신경관의 위치 등 해부학적 제한이 동반되어 잔존골의 높이가 부족한 경우가 종종 있으며, 식립에 앞서 이를 극복하기 위한 방법으로 골유도재생술, 블록형 골이식(block bone graft), 상악동 골이식술 등이 부가적으로 이용되고 있다.

서로 다른 종류의 치조골 이식술 결과에 대한 체계적 문헌고찰(systematic review)에 따르면 부분 무치악에서 골유도재생술이나 블록형 골이식을 이용하여 수직적 골증대(vertical augmentation)를 시행한 경우 모두 자연골에 식립한 경우와 비견될 만큼 높은 평균 임플란트 생존율(mean implant survival rate)을 보였으며<sup>2)</sup>, 그 중 자가골을 이용한 블록형 골이식은 수직적 골 높이를 확보할 수 있는 가장 최적의 방법으로 알려졌다<sup>3)</sup>. 그러나, 골이식술은 이식재 혹은 차폐막의 노출과 감염, 부가적 시술 과정에 관련한 환자의 불편감이나 합병증의 문제가 동반될 수 있으며, 자가골의 경우 빠른 흡수를 보이기도 한다<sup>3,4)</sup>. 상악동 골이식술도 지연 혹은 동시 식립을 동반한 측방접근법과 치조정접근법 모두 90%가 넘는 임플란트 생존율을 통해 안정적인 결과를 제시하고 있지만<sup>5,6)</sup>, 수술 과정에서 상악동막(schneiderian membrane)이 천공되거나 이식재의 감염을 포함한 술 후 합병증이 발생할 수 있음을 항상 염두에 두고 있어야 한다. 무엇보다도 골이식 시 신생골의 형성을 위한 치유기간을 확보해야 하기 때문에 전체 치료 기간이 상대적으로

로 늘어나게 된다.

짧은 길이 임플란트에 대한 기준은 논문마다 다양하지만 10 mm를 표준 길이로 간주하여 그 미만인 경우를 이르거나 골내에 식립되는 길이(intra-bony length)가 8 mm 이하인 경우로 정의하며, 5 mm 이하는 extra-short이라 부르기도 한다<sup>7,8)</sup>. 제품에 따라 fixture 상부의 smooth collar까지 길이에 포함하는 경우도 있어 실제 골유착이 일어나는 거친 표면처리(rough surface)의 범위를 확인할 필요가 있다. 짧은 임플란트는 기술적으로 까다롭고 복잡한 골이식술을 피하면서 보다 쉽고 단순하게 식립을 진행할 수 있고, 수술과 관련한 다양한 합병증이나 불편감을 최소화하며 시간과 비용을 절감할 수 있다는 이점이 있다. 그러나, 치관-임플란트 비율(crown-to-implant ratio)의 증가와 관련한 생체역학적 문제나 임플란트 고정의 안정성에 대한 우려로 선택 사용하지 못하는 경우도 있을 것이다. 이에 본 리뷰 논문에서는 짧은 임플란트와 관련한 생체역학적 고려사항, 상악과 하악 구치부에서의 임상 결과와 이를 토대로 한 적용 범위에 대해 정리해 보고자 한다.

## 2. 짧은 길이 임플란트의 고려사항

치아에 대한 지대치의 예후 평가에서 치주인대로 둘러싸인 치근의 면적이 상부 치관 부위와 같거나 그 이상이어야 한다는 즉, 치관-치근의 비율(crown-to-root ratio)이  $\leq 1$ 에서 성공적인 결과를 가져올 수 있다는 개념이 오랫동안 지배하였다<sup>9)</sup>. 치주조직의 지지는 감소하였으나 건강한 상태라면 지대치로 성공적인 기능을 할 수 있다는 임상 결과에도 불구하고<sup>10)</sup>, 비율값의 개념은 초기 임플란트 수복에도 적용되어 가급적 긴 임플란트를 식립하려는 경향에 일조하기도 했다. 짧은 임플란트는 치관-임플란트 비율을 증가시켜(Fig. 1), 수직적 캔틸레버(cantilever)로 작용할 수 있다는 점에서 이를 통한

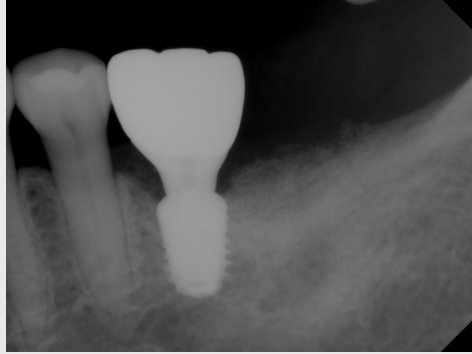


Figure 1. Increased crown-to-implant ratio is observed in the first molar of left mandible where the short-length implant was placed due to the limited bone height.

임플란트 주위 변연골의 흡수 가능성이 제기된 것이다. 치관-임플란트 비율이 골흡수, 임플란트 생존율, 생물학적 및 기계적 합병증과 연관이 있는지에 대한 연구는 상대적으로 수가 많지 않고 연구 디자인과 관련한 변수들이 다양하여 비교가 어려울 수 있으나, 단일치 수복으로 제한하여 치관의 스플린트를 통한 교합력 분산과 같은 편향 요소를 배제한 연구에서 골흡수와 유의한 임상적 연관성은 관찰되지 않았으며 95% 이상의 높은 생존율을 보였다<sup>11,12</sup>. 또한, 치관부 수복물의 마모, 파절, 나사 풀림이나 매식체의 파절과 같은 기계적 합병증과 임플란트 주위 점막의 염증(발적, 부종, 탐침 시 출혈과 농의 배출) 및 탐침 깊이 증가를 포함한 생물학적 합병증의 조사에서도 치관-임플란트 비율과 유의한 연관성을 찾지는 못하였다. 단, 이러한 결과들은 대부분 비율이 2를 넘지 않는 경우를 토대로 하고 있기 때문에 이 범위에서 벗어나는 증례들에 대해서는 자료의 축적이 필요하다.

과거에는 골이 허용하는 범위 안에서 최대한 긴 임플란트를 식립하고자 하는 경향이 있었다. 그러나, 임플란트 기능 시 응력의 분포는 주로 치조정을 포함하여 상부에 집중되고 근단부로 전달되는 정도가 매우 적어 표면

적 증가와 교합력 분산의 관점에서는 길이보다는 직경을 넓히는 것이 보다 효율적이다<sup>3</sup>. 길이의 증가는 임플란트의 초기 고정에는 도움이 되겠지만 임플란트-골 계면으로의 교합력 분산에 영향을 주는 주된 요소로 보기는 힘들 것이다. 그럼에도 불구하고 짧은 임플란트의 사용을 주저하는 또 다른 이유 중에는 표준 길이 이상의 임플란트보다 낮은 성공률을 보였던 예전 연구 결과도 포함되어 있을 것이다. Wyatt 등(1998)은 초창기 기계절삭형 표면처리(turned/machined surface) Brånemark 임플란트의 장기간 관찰에서 10 mm 이상은 8% 이하의 실패율을 보인 반면 7 mm에서는 25%의 실패율을 보고하였고<sup>14</sup>, 수치에서는 다소 차이가 있을 수 있으나 기계절삭 표면에서 성공률은 10 mm를 기준으로 비교적 뚜렷한 차이를 보였다<sup>14,15</sup>. 그러나, 임플란트 표면 처리는 세대를 거듭하면서 눈부신 발전을 해왔고 오늘날 일반적으로 사용하는 거친 표면처리(rough surface) 임플란트에서는 길이에 따른 성공률의 차이는 크게 나타나지 않는 것으로 보인다. 보다 구체적인 임상 결과에 대해서는 다음 절에서 살펴볼 예정이다.

Renouard와 Nisand(2006)는 문헌 고찰에서 12개의

임상 연구를 통해 짧은 임플란트의 실패에 관여하는 것으로 기계절삭 표면처리 외에도 술자의 경험과 학습 곡선(learning curves), 골질을 고려하지 않은 통상적인 수술 방법의 사용과 불량한 골질을 제시하였다<sup>7)</sup>. 짧은 임플란트를 고려하는 경우가 대부분 잔존골의 높이가 부족한 상황이고 골밀도 문제까지 복합적으로 가지고 있다면 초기 고정을 높이기 위한 기술의 숙달이 필요할 것이다. 경우에 따라 드릴링 순서에서 최종 단계를 생략하고 한 단계 전의 직경까지만 삭제하거나 카운터싱크(countersink) 드릴을 생략하는 등의 방법을 고려할 수도 있다. Telleman 등(2011)도 5~9.5mm의 짧은 임플란트 2611개에 대한 분석에서 길이 증가에 따라 93.1%~98.6%로 생존율이 증가하는 경향은 있으나 전반적으로 높은 생존율을 보고하였다. 실패율에 대해 하악보다는 골질이 불량한 상악에서, 비흡연자보다는 흡연자(heavy smoker  $\geq 15$  cigarettes/day)에서 약간 증가하는 경향을 보였다<sup>16,17)</sup>.

### 3. 짧은 임플란트의 임상 결과

짧은 임플란트의 생존율을 평가하기 위해 후향적 혹은 전향적 형태의 사례군 연구(case series research)와 같은 서술적 연구(descriptive study)부터 무작위대조 임상연구(randomized controlled clinical trials)까지 다양하게 존재하며, 이를 바탕으로 다수의 체계적 문헌고찰도 발표되었다. 앞서 언급한 바 초창기 기계절삭 표면처리 임플란트가 포함된 결과에서 짧은 임플란트는 상대적으로 높은 실패율을 보인 반면, 최근의 결과는 각 평가 항목에 대해 대부분 표준길이와 유사한 정도로 보고된다. 무작위대조 임상연구는 가장 근거수준이 높은 디자인으로 짧은 임플란트와 표준길이 이상의 임플란트 사이의 비교를 가능하게 해준다. 그러나, 윤리적인 문제로 충분한 잔존골이 있는 환자가 대상이 될 수는 없으며,

주로 상악 구치부에서는 상악동 골이식술을 동반하거나 하악 구치부에서는 수직적 골증대술을 동반하여 표준길이 이상의 임플란트를 식립하는 군과 비교하게 된다.

상악 구치부에서 Thoma 등(2015)은 무작위대조 임상시험들을 이용한 체계적 문헌고찰을 통해  $\leq 8$  mm 길이 임플란트와 상악동 이식을 동반한  $>8$  mm 길이의 임플란트를 비교하였으며, 16-18 개월의 관찰기간 동안 긴 임플란트는 99.5% (95% CI: 97.6-99.98%), 짧은 임플란트는 99.0% (95% CI: 96.4-99.8%)의 생존율로 모두 우수한 결과를 보였다<sup>8)</sup>. 한편, 주된 합병증은 수술 과정에서 발생할 수 있는 상악동막 천공으로 상악동 골이식술에서 3배가량 높은 위험도를 보였고, 시술 시간, 비용이나 수술과 관련한 합병증 및 불편감을 고려한다면 짧은 임플란트는 기존 치료를 대체할 수 있는 또 하나의 선택지가 될 수 있다고 하였다.

하악 구치부에 대한 수직적 골증대술은 골이식을 우선 시행한 후 식립을 하는 단계법이나 식립과 함께 동시에 골이식을 진행하는 방법으로 나뉠 수 있으며, 수술 방법도 종류가 다양하다. 짧은 임플란트와 수직적 골증대술을 동반한 긴 임플란트의 비교에 대한 연구는 상대적으로 그 수가 제한적인데, Nisand 등(2015)은 체계적 문헌고찰을 통해 1-5년 간의 관찰기간 동안 각각 95.09%와 96.24%의 생존율을 보고하였고, 수직적 골증대술에서 이식재의 실패나 감각 이상 등 수술과 관련한 합병증 가능성이 더 높게 나타난다고 하였다<sup>9)</sup>. 두 시술 간의 우위를 비교하기에는 샘플 수와 관찰 기간의 한계가 있기 때문에 결과 해석에 주의가 필요하며, 현재의 연구들 모두 토대로 더 많은 자료의 축적이 필요할 것으로 보인다. Table 1은 상악과 하악 구치부에서 짧은 임플란트와 부가적 시술을 동반한 긴 임플란트 식립을 비교한 무작위대조 임상연구를 보여주고 있다.

Table 1. Randomized controlled clinical trials comparing short implant vs. standard (longer)-length implants combined with advanced surgical approaches

저자(년도)	부위	관찰기간(개월)	임플란트 길이	결과
Pistilli et al. (2013) <sup>20)</sup>	상악, 하악	12	4×6 mm ≥ 10 mm+MSFA (상악); ≥ 10 mm+IPEBB & RM (하악)	- 구치부 무치악에 splinted crown. 표준 직경 4mm에 6mm 길이 임플란트는 골이식을 동반한 긴 임플란트와 유사한 결과 보임
Esposito et al. (2014) <sup>21)</sup>	상악, 하악	36	5 mm ≥ 10 mm+MSFA (상악); ≥ 10 mm+IPBB (하악)	- 구치부 무치악에 splinted crown. 각 군 사이 생존율, 변연골 흡수 등 임상결과에 유의차 없음
Thoma et al. (2018) <sup>22)</sup>	상악	60	6 mm 11-15 mm+MSFA	- 상악 구치부 단일치 수복에서 생존율, 변연골 흡수, 합병증 등에서 유의차 없이 둘 다 우수함
Guljé et al.(2019) <sup>23)</sup>	상악	60	6 mm 11 mm+MSFA	- 변연골 흡수, 합병증 발생 비교에서 유의차 없음 - 상악 구치부 단일치 수복에서 두 길이 모두 성공적 결과
Esposito et al. (2011) <sup>24)</sup>	하악	36	6.3 mm ≥ 9.3 mm+IPABB & RM	- 구치부 무치악에 splinted crown. 두 군에서 변연골 흡수, 생존율에 유의차 없음
Felice et al.(2018) <sup>25)</sup>	하악	96	6.6 mm ≥ 9.6 mm+IPABB & RM	- 8년의 결과에서 변연골 흡수는 짧은 임플란트가 더 적게 나타남 - 두 술식 모두 예후는 유사하며, 비용, 시간, 환자의 불편감을 고려 시 짧은 임플란트가 유리함

MSFA: maxillary sinus floor augmentation, IPBB: vertical augmentation with interpositional bone blocks, IPEBB: vertical augmentation with interpositional equine bone blocks, RM: resorbable membrane, IPABB: vertical augmentation with interpositional anorganic bovine bone blocks

#### 4. 임상적 적응증

현재까지의 연구 결과들을 토대로 짧은 임플란트의 임상 적용에 대해 다음과 같은 치료 가이드라인이 소개되었다. 상악 구치부의 경우 잔존골 높이가 6-8 mm인 경우 짧은 임플란트를 고려할 수 있으며, 8 mm보다 많은 경우 표준 길이를 심고자 한다면 치조정 접근법을 통한 상악동 이식을 진행해 볼 수 있다<sup>26)</sup>. 불량한 골질(type IV bone), 변연골 소실에 대한 위험 인자(치주질환, 흡연 등) 등이 있는 경우라면 짧은 임플란트가 가능한 잔존골 높이여도 상악동 골이식을 고려할 수 있다<sup>8,27)</sup>. 하악 구치부에서는 잔존골 높이가 8-10 mm 인 경우 하치조 신경관과의 안전 거리 2 mm를 고려하여 짧은 임플란트를 선택할 수 있으며, 8 mm 미만이라면 수직적 골증대술과 함께 표준 길이 임플란트 식립을 고려한다<sup>8,26,27)</sup>.

직경의 선택이나 수평적 치조제 흡수까지 동반된 상황에서 짧은 임플란트 결과에 대한 근거는 아직 부족하기 때문에 치조제의 폭은 표준 직경 이상을 식립할 수 있도록 적어도 5 mm 이상일 때 적용하는 것이 권유된다.

#### 5. 결론

짧은 길이의 임플란트는 잔존골이 부족한 구치부의 단일치 및 다수치 수복에서 부가적 시술을 동반한 표준 길이 임플란트에 비견되는 생존율을 보여주었다. 시간, 비용, 술 후 합병증 및 환자의 불편감을 감소시킬 수 있는 이점을 통해 또 하나의 치료 옵션으로 자리하고 있지만, 10년 이상의 장기적인 임상 결과나 extra-short 임플란트에 대한 결과 등 지속적인 연구가 필요하다. 비록

짧은 임플란트의 식립이 골이식술과 같은 부가적 시술에 비해 간단하긴 하지만 좋은 결과를 위해서는 초기 고정을 확실히 할 수 있는 기술의 숙련이 있어야 하고, 길이가 짧은 만큼 임플란트 주위 변연골 흡수 시 골-임플

란트 접촉(bone-to-implant contact) 비율에 큰 영향을 받을 수 있기 때문에 3차원적으로 올바른 식립 위치와 철저한 임플란트의 유지관리가 더욱 강조된다.

## 참 고 문 헌

1. Boioli, LT, Penaud, J, Miller N. A meta-analytic, quantitative assessment of osseointegration establishment and evolution of submerged and non-submerged endosseous titanium oral implants. *Clin Oral Implants Res* 2001;12(6):579-588.
2. Milinkovic I, Cordaro L. Are there specific indications for the different alveolar bone augmentation procedures for implant placement? A systematic review. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2014;43(5):606-625.
3. Sanz M, Vignoletti F. Key aspects on the use of bone substitutes for bone regeneration of edentulous ridges. *Dent Mater* 2015;31(6):640-647.
4. Raghoebar GM, Meijndert L, Kalk WW, Vissink A. Morbidity of mandibular bone harvesting: a comparative study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2007;22(3):359-365.
5. Del Fabbro M, Wallace SS, Testori T. Long-term implant survival in the grafted maxillary sinus: a systematic review. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2013;33(6):773-783.
6. Raghoebar GM, Onclin P, Boven GC, Vissink A, Meijer HJA. Long-term effectiveness of maxillary sinus floor augmentation: a systematic review and meta-analysis. *J Clin Periodontol* 2019;46 Suppl(21):307-318.
7. Renouard F, Nisand D. Impact of implant length and diameter on survival rates. *Clin Oral Implants Res* 2006;17 Suppl(2): 35-51.
8. Nisand D, Renouard F. Short implant in limited bone volume. *Periodontol* 2000 2014;66(1):72-96.
9. Ante IH. The fundamental principles of abutments. *Mich State Dent Soc Bullet* 1926;8:14-23.
10. Lulic M, Bragger U, Lang NP, Zwahlen M, Salvi GE. 'Ante' (1926) law revisited: a systematic review on survival rates and complications of fixed dental prostheses (FDPs) on severely reduced periodontal tissue support. *Clin Oral Implants Res* 2007;18 Suppl(3):63-72.
11. Schulte J, Flores AM, Weed M. Crown-to-implant ratios of single tooth implant-supported restorations. *J Prosthet Dent* 2007;98(1):1-5.
12. Schneider D, Witt L, Hämmerle CH. Influence of the crown-to-implant length ratio on the clinical performance of implants supporting single crown restorations: a cross-sectional retrospective 5-year investigation. *Clin Oral Implants Res* 2012;23(2):169-174.
13. Himmlova L, Dostalova T, Kacovsky A, Konvickova S. Influence of implant length and diameter on stress distribution: A finite element analysis. *J Prosthet Dent* 2004;91(1):20-25.
14. Wyatt CC, Zarb GA. Treatment outcomes of patients with implant-supported fixed partial prostheses. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1998;13(2):204-211.
15. Herrmann I, Lekholm U, Holm S, Kultje C. Evaluation of patient and implant characteristics as potential prognostic factors for oral implant failures. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2005;20(2):220-230.
16. Telleman G, Raghoebar GM, Vissink A, den Hartog L, Huddleston Slater JJ, Meijer HJ. A systematic review of the prognosis of short (<10 mm) dental implants placed in the partially edentulous patient. *J Clin Periodontol* 2011;38(7):667-676.
17. Sun HL, Huang C, Wu YR, Shi B. Failure rates of short ( $\leq 10$  mm) dental implants and factors influencing their failure: a systematic review. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2011;26(4):816-825.
18. Thoma DS, Zeltner M, Hüsler J, Hämmerle CHF, Jung RE. EAO Supplement Working Group 4 - EAO CC 2015 Short implants versus sinus lifting with longer implants to restore the posterior maxilla: a systematic review. *Clin Oral Implants Res* 2015;26 Suppl(11):154-169.
19. Nisand D, Picard N, Rocchietta I. Short implants compared to implants in vertically augmented bone: a systematic review. *Clin Oral Implants Res* 2015; 26 Suppl(11):170-179.
20. Pistilli R, Felice P, Cannizzaro G, Piatelli M, Corvino V, Barausse C, Buti J, Scardi E, Esposito M. Posterior atrophic jaws rehabilitated with prostheses supported by 6 mm long 4 mm wide implants or by longer implants in augmented bone. One-year post-loading results from a pilot randomised controlled trial. *Eur J Oral Implantol* 2013;6(4):359-72.

## 참고 문헌

21. Esposito M, Pistilli R, Barausse C, Felice P. Three-year results from a randomised controlled trial comparing prostheses supported by 5-mm long implants or by longer implants in augmented bone in posterior atrophic edentulous jaws. *Eur J Oral Implantol* 2014;7(4):383-95.
22. Thoma DS, Haas R, Sporniak-Tutak K, Garcia A, Taylor TD, Hämmelerle CHF. Randomized controlled multicentre study comparing short dental implants (6 mm) versus longer dental implants (11-15 mm) in combination with sinus floor elevation procedures: 5-Year data. *J Clin Periodontol* 2018;45(12):1465-1474.
23. Guljé FL, Raghoobar GM, Vissink A, Meijer HJA. Single crowns in the resorbed posterior maxilla supported by either 11-mm implants combined with sinus floor elevation or 6-mm implants: A 5-year randomised controlled trial. *Int J Oral Implantol (Berl)* 2019;12(3):315-326.
24. Esposito M, Cannizarro G, Soardi E, Pellegrino G, Pistilli R, Felice P. A 3-year post-loading report of a randomised controlled trial on the rehabilitation of posterior atrophic mandibles: short implants or longer implants in vertically augmented bone? *Eur J Oral Implantol* 2011;4(4):301-11.
25. Felice P, Barausse C, Pistilli R, Ippolito DR, Esposito M. Short implants versus longer implants in vertically augmented posterior mandibles: result at 8 years after loading from a randomised controlled trial. *Eur J Oral Implantol* 2018;11(4):385-395.
26. Thoma DS, Cha JK, Jung UW. Treatment concepts for the posterior maxilla and mandible: short implants versus long implants in augmented bone. *J Periodontal Implant Sci* 2017;47(1):2-12.
27. Schwartz SR. Short implants: are they a viable option in implant dentistry? *Dent Clin North Am* 2015;59(2):317-28.