

임플란트 길이, 직경 및 식립 위치에 따른 임플란트 안정성에 관한 후향적 연구

김지혜 · 전진용 · 허유리 · 손미경*
조선대학교 치의학전문대학원 보철학교실

Retrospective study of implant stability according to the implant length, diameter and position

Ji-Hye Kim, DDS, MSD, Jin-Yong Jeon, DDS, MSD, Yu-Ri Heo, DDS, MSD, Mee-Kyoung Son*, DDS, MSD, PhD

Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Chosun University, Gwangju, Korea

Purpose: The aim of this retrospective study was to evaluate the influence of implant diameter, length and placement to implant stability. **Materials and methods:** Total 90 implants (US II plus™, Osstem co, Busan, Korea) of 72 patients were determined as experimental samples. The factors of diameters (ø 4 mm, ø 5 mm), lengths (10 mm, 11.5 mm, 13 mm), and implant placement (maxilla, mandible) were analyzed. The stability of the implants was measured by resonance frequency analysis (RFA) at the time of implant placement and impression taking. The difference of ISQ values according to patient's gender was evaluated by Independent t-test. ISQ values were compared between implant diameter, length and placement using one-way ANOVA and Tukey HSD test ($\alpha=0.05$). To compare ISQ values between at the time of surgery and impression taking, paired t-tests were used ($\alpha=0.05$). **Results:** The change of implant length did not show significant different on the ISQ value ($P>0.05$). However, 5 mm diameter implants had higher ISQ values than 4 mm diameter implants ($P<0.05$). Implants placed on the mandible showed significantly higher ISQ values than on the maxilla ($P<0.05$). **Conclusion:** In order to increase implant stability, it is better to select the wider implant, and implants placed on mandible are possible to get higher stability than maxilla. ISQ values at impression taking showed higher implant stability than ISQ values at implant placement, it means that RFA is clinically effective method to evaluate the change of implant stability through the osseointegration. The consideration of the factors which may affect to the implant stability will help to determine the time of load applying and increase the implant success rate. (*J Korean Acad Prosthodont 2013;51:269-75*)

Key words: Implant length; Diameter; Position; Implant stability

서론

치과 임플란트는 지난 40여년간 학문적, 기술적으로 비약적인 발전을 해오고 있다. 이는 임플란트의 다양한 임상 적용이 가능하게 함과 더불어 전체적인 치료 기간의 단축으로 이어져 오고 있다. 과거 초창기의 임플란트 골 유착을 위한 프로토콜은 보통 상악은 5-6개월, 하악은 3-4개월의 치유 기간을 거친 이후에 보철 치료를 시행하는 것이 추천되었다. 최근에는 다양한 임플란트 기구 및 표면처리 기술의 개발과 임플란트 식립

술식의 발전을 통해 식립 후 골유착을 위한 치유 기간이 점차 짧아지고 있다. 사실 개개인의 골 대사능력이나 식립 부위의 상태 등 다양한 요소에 따라 치유 속도가 다르기 때문에 치유를 위한 일률적인 기간을 제시하고 그 기준을 적용시키기는 것은 비과학적이며 비효율적이다. 따라서, 식립시의 상태에 따라 하중시기를 조절하는 것이 더 합리적일 것이다.

식립 후 임플란트의 하중시기를 결정하는 방법 중의 하나가 임플란트 안정성의 평가이다. 임플란트 안정성은 임플란트 성공을 위한 중요 요소 중의 하나로서 시기에 따라 일차안정성

*Corresponding Author: Mee-Kyoung Son

Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Chosun University,
375 Seosuk dong, Dong-gu, Gwangju, 501-825, Korea
+82 62 220 3825: e-mail, son0513@chosun.ac.kr

Article history: Received August 12, 2013 / Last Revision September 13, 2013 / Accepted September 24, 2013

© 2013 The Korean Academy of Prosthodontics

© This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

과 이차안정성으로 구분할 수 있다. 일차안정성은 임플란트 식립 즉시 나타나는 피질골에 의한 기계적인 결합으로서 골 유착이 일어나기 전의 안정성을 말한다. 이는 임플란트 식립 부위, 임플란트의 길이 및 직경, 주변골의 질과 양, 식립 기술 등 다양한 요소에 의해 영향을 받으며 임플란트와 골조직과의 접촉 면적 및 압축 응력이 클수록 높아지는 경향을 보인다. 이차 안정성은 골 재생이 일어나 재 개조될 때 얻어지는 생물학적 안정성으로 교직골(woven bone)과 층판골(lamellar bone)의 2차적인 접착의 결과로 형성된다.¹²

임플란트의 일차 또는 이차 안정성을 평가하는 다양한 방법들^{3,11} 중 Meredith¹은 생체 내 임플란트의 안정성을 정량적으로 재현성 있게 측정하기 위하여 공진주파수분석법(RFA, Resonance Frequency Analysis)을 제시한 바 있다. RFA는 공진주파수를 이용하여 임플란트와 골 결합체의 굽힘력을 측정하는 방법으로 1-100까지의 ISQ (Implant Stability Quotient) 지수로 나타난다. 이 방법은 이전 연구들에서 1% 미만의 오차로 반복 재현성을 갖는다고 보고되었고 골-임플란트 접촉계면(BIC)과 유의한 상관관계가 있음이 증명된 바 있다.^{9,10} 또한 휴대할 수 있고 편리한 Osstell Mentor (Integration Diagnostics AB, Göteborg, Sweden)의 개발을 통해 임상에서 쉽게 사용할 수 있어 임플란트 안정성 측정에 최근 많이 사용되고 있다.

이러한 장점으로 인하여, 식립 직후 임플란트의 성공을 예측하거나 임플란트 하중 시기를 결정하는데 있어 RFA를 이용한 방법이 임상에서 보편적으로 사용되고 있으며 이를 이용한 다양한 연구들이 진행되고 있다. 많은 연구들은 임플란트 식립 직후 ISQ 값을 비교하여 안정성을 평가하거나 임플란트 시스템이나 형태, 표면처리, 임플란트의 길이나 직경, 식립 위치, 수술방법, 골질 및 골 양 등의 요인이 ISQ 값에 미치는 영향에 대해 보고하고 있다.¹² 하지만 아직까지도 임플란트 직경과 길이 등이 임플란트 안정성에 미치는 영향에 대해서는 다양한 이견이 존재하고 있다. 또한, 대부분의 연구들이 모델을 이용한 실험실적 연구(*in-vitro* study)로 이루어지거나 또는 해외에서 생산된 임플란트를 대상으로 하고 있어 국산 임플란트의 후향적 분석을 통한 연구는 매우 제한적인 상황이다.

이에 본 연구에서는 국내 Osstem사의 US II plus 임플란트의 식립 직후와 인상채득 시의 임플란트 안정성을 RFA를 이용하여 측정된 환자를 대상으로 후향적 분석을 시행함으로써 임플란트의 안정성의 측정에 있어 RFA의 임상적 유용성을 평가하고 임플란트 직경, 길이, 식립 위치가 임플란트 안정성에 미치는 영향을 분석하고자 하였다.

연구 대상 및 방법

1. 연구 대상

2007년부터 2011년까지 대전 뿌리깊은 치과 의원내에 내원하여 상, 하악 전치부와 구치부에 한 개 이상의 임플란트를 식립

한 환자들 중 임플란트 식립 직후와 보철 인상 채득 전 RFA를 이용한 측정이 시행된 72명(남자 41명, 여자 31명)의 환자, 총 90개의 임플란트를 대상으로 차트 기록을 토대로 후향적 분석을 시행하였다. 대상 환자의 나이는 22세 이상 66세 미만이었으며 평균 나이는 45.3세였다. 고혈압을 가진 환자 3명과 당뇨 환자 2명, 심장질환 환자 1명은 정기적인 검사와 투약을 통해 잘 조절되고 있었으므로 대상환자에 포함하였으나, 그 외 조절되지 않는 당뇨나 기타 전신질환 환자, 하루 20개피 이상 흡연 환자, 구강위생 능력이 현저히 떨어지는 환자, 잇몸질환이나 염증이 존재하는 환자, 이갈이와 같은 이상 습관이 있는 환자, 수술부위의 골이식 등의 기타 부가적인 수술이 필요한 환자, 즉시 식립 임플란트 환자 그리고 전악 무치악 환자는 대상자에서 제외하였다.

2. 임플란트 선택과 시술

임플란트는 국내 Osstem사의 US II plus system을 사용하였다. 임플란트 고정체는 외측 연결형(external hex connection) 임플란트로서 straight body 형태의 전체 고정체에 RBM 표면처리가 형성되어 있다. 연구 조사 대상이 된 임플란트는 직경 4 mm와 5 mm, 길이 10 mm, 11.5 mm, 13 mm로 총 90개의 임플란트가 6개의 군(n=15)으로 분류되었다. 임플란트 식립은 주로 1회법 시술을 기초로 하였으며 술자에 따른 시술오차를 줄이기 위해 숙련된 1인의 치과의사가 담당하였다. 보철제작을 위한 인상 채득의 시기는 임플란트 식립 직후 측정된 ISQ 값을 바탕으로 결정하였다. 대부분의 임플란트는 식립 직후 65이상의 ISQ값을 보여 일반적인 하중 시기보다 1-2개월 빠른 조기 하중이 가능할 것으로 판단되었으며 이에 따라 하악은 평균 8주, 상악은 평균 12주 후에 인상채득이 시행되었다.

3. RFA를 이용한 임플란트 안정성 지수(ISQ) 측정

RFA 분석을 위하여 임플란트 종류에 맞는 Magnetic Peg (Smartpeg, Integration Diagnostics AB, Göteborg, Sweden)을 임플란트 고정체에 연결하고 Osstell™ Mentor를 이용하여 협측과 구개 측(또는 설측)에서 각 2회씩 측정하여 ISQ의 평균값을 구하였다. 측정값은 임플란트 식립 당시와 인상 채득 당시에 기록한 값을 이용하였다.

4. 통계분석

계측된 자료들은 SPSS ver. 21.0 (SPSS Inc. Chicago, IL, USA) 프로그램을 이용하여 통계처리 하였다. 각각의 ISQ 값의 평균 및 표준편차를 구하였고, 우선적으로 연구대상자 성별에 따른 차이를 Independent t-test를 이용해 확인하였다($P<.05$). 임플란트 길이, 직경, 식립 위치에 따른 ISQ 값의 차이를 분석하기 위하여, One-way Anova를 시행하고, Tukey HSD test로 사후 검정하였

다($P<.05$). 임플란트 식립시와 인상 채득시의 ISQ 값이 시기에 차이가 있는지를 알아보기 위해서 분석 전에 먼저 Kolmogorov-Smirnov test를 통해 정규성 검정을 시행하였다. 그 결과 데이터가 정규분포를 따르므로 모수적 검정방법인 paired t-test로 분석하였고 Tukey HSD로 사후검정 하였다($P<.05$).

결과

1. 연구 대상자 성별에 따른 ISQ 값의 비교

본 연구에서는 41명의 남자 환자에서 총 49개, 31명의 여자 환자에서 총 41개의 임플란트를 대상으로 수술 당시와 인상채득

Table 1. Mean ISQ values according to patient's gender at surgery and impression

Patient's Gender	n	ISQ values (Mean \pm SD)	
		Surgery	Impression
Male	41	77.80 \pm 8.27	81.12 \pm 5.77
Female	31	79.72 \pm 5.14	82.33 \pm 4.35

No statistically significant difference according to patient's gender at surgery and impression ($P>.05$).

Table 2. Mean ISQ values for different implant lengths in ϕ 4.0 mm implants at surgery and impression

Implant Length	n	ISQ values (Mean \pm SD)	
		Surgery	Impression
10 mm	15	74.33 \pm 7.13	77.43 \pm 4.56
11.5 mm	15	76.03 \pm 6.84	79.33 \pm 5.21
13 mm	15	77.47 \pm 6.61	80.07 \pm 4.87

No statistically significant difference according to implant length at surgery and impression ($P>.05$).

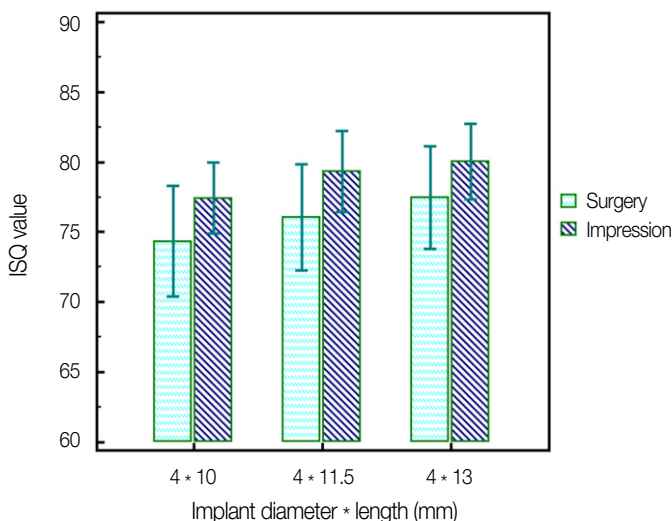


Fig. 1. ISQ values (Mean \pm SD) for different implant lengths in ϕ 4.0 mm implants at the time of surgery and impression taking. There is no statistically significant different according to the implant length.

시의 ISQ 측정값이 비교되었다. 전체 임플란트에 대해 임플란트의 길이, 직경, 식립 위치에 따른 요소가 ISQ 값에 미치는 영향을 분석하기 위해서는 우선적으로 성별에 따른 차이가 배제되는 것이 전제되어야 한다. 따라서, 우선적으로 성별에 따른 차이가 있는지를 분석한 결과, 남녀 모두에서 ISQ 값은 수술 직후보다 인상채득 시 더 높은 측정값을 보였고, 남녀간의 유의적인 차이는 보이지 않았다($P>.05$)(Table 1). 따라서, 성별과 관계없이 전체 임플란트에 대하여 각각의 요소가 ISQ 값의 변화에 미치는 영향에 대한 분석이 가능해 졌다.

2. 임플란트 길이에 따른 ISQ값의 변화 비교

직경 4 mm의 길이 10 mm, 11.5 mm, 13 mm, 직경 5 mm의 10 mm, 11.5 mm, 13 mm 임플란트를 대상으로 길이에 따른 ISQ 측정값을 비교하였다. 직경 4 mm와 5 mm 임플란트 군 모두에서 길이가 증가함에 따라 ISQ 값은 증가하였으나 통계적으로 유의적인 차이를 보이지 않았다($P>.05$). 6개 군 모두에서 수술 당시보다 인상 채득 시 더 큰 ISQ 값을 보였다(Tables 2, 3, Figs. 1, 2).

Table 3. Mean ISQ values for different implant lengths in ϕ 5.0 mm implants at surgery and impression

Implant Length	n	ISQ values (Mean \pm SD)	
		Surgery	Impression
10 mm	15	79.27 \pm 5.51	82.33 \pm 3.46
11.5 mm	15	81.07 \pm 7.17	84.97 \pm 3.02
13 mm	15	83.90 \pm 5.27	85.90 \pm 4.34

No statistically significant difference according to implant lengths at surgery and impression ($P>.05$).

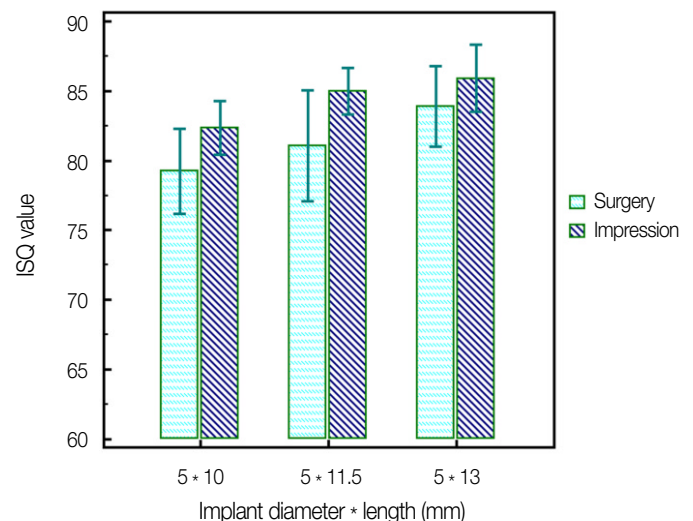


Fig. 2. ISQ values (Mean \pm SD) for different implant lengths in ϕ 5.0 mm implants at the time of surgery and impression taking. There is no statistically significant different according to the implant length.

3. 임플란트 직경의 변화에 따른 ISQ값의 변화 비교

동일한 길이 10 mm 임플란트에서 직경 4 mm와 5 mm의 ISQ 측정값을 비교하였다. 직경 5 mm 군이 직경 4 mm 군보다 ISQ 값이 유의하게 큰 값을 보였고($P<0.05$) 두 직경 군 모두에서 수술 시보다 인상채득 시 더 높은 ISQ 값을 보였다(Table 4, Fig. 3).

4. 임플란트 식립 위치에 따른 ISQ값의 변화 비교

모든 임플란트의 상악 및 하악 식립에 따른 ISQ 측정값을 비교한 결과, 하악에서 더 높은 ISQ 값을 보였으며 유의한 차이를 보였다($P<0.05$) (Table 5, Fig. 4).

고찰

임플란트 안정성에 영향을 주는 요소들 중 골질이나 환자의 골대사 능력과 같은 요소들은 술자에 의해 조절될 수 없는 부분이다. 하지만, 증례에 따라 표면처리가 다른 임플란트를 사

용하거나 임플란트 길이나 직경에서의 변화를 주어 적절한 임플란트를 선택, 사용하는 것은 임플란트 안정성을 증진시키고 임플란트 시술시간을 줄일 수 있으며 더 나아가 임플란트 성공률에도 영향을 줄 수 있다.

임플란트 안정성 및 성공률에 임플란트의 길이와 직경이 미치는 영향에 대한 다양한 의견들이 있다. Krennmair와 Waldenberger¹³은 임플란트 성공률을 높이기 위해 직경뿐 아니라 충분한 길이의 임플란트를 선택해야 한다고 하였다. 반면, Bischof 등¹⁴은 상·하악 및 골질의 차이만이 ISQ 값에 영향을 주고 임플란트 길이나 직경은 영향을 미치지 않는다고 보고하였다. Han 등¹⁵은 임플란트 직경이 ISQ 값에 유의한 영향을 주지 않는다고 보고하였으며 Ohta 등¹⁶의 연구에서도 직경이 클수록 ISQ 값은 증가하였으나 유의한 차이는 아니었다고 보고한바 있다. Lee 등¹⁷은 인공 모형골을 이용한 연구에서 임플란트 직경변화에 따른 ISQ 값의 유의성은 없으나 길이가 길어질수록 ISQ 값은 증가했다고 보고하였다. 반면, Langer 등,¹⁸ Polizzi 등¹⁹의 연구에서는 직경이 클수록 ISQ 값이 증가하였다고 보고하였다. 본 연구와 유사한 결과로서 2009년 Kim 등²⁰은 임플란트 길이는 식립에

Table 4. Mean ISQ values for different implant diameter in 10 mm implants at surgery and impression

Implant Diameter	n	ISQ values (Mean \pm SD)	
		Surgery	Impression
4 mm	15	74.33 \pm 5.51*	77.43 \pm 3.46**
5 mm	15	79.26 \pm 7.17*	82.33 \pm 3.02**

* statistically significant difference between ϕ 4.0 mm and ϕ 5.0 mm implant at surgery ($P<0.05$).

** statistically significant difference between ϕ 4.0 mm and ϕ 5.0 mm implant at impression ($P<0.05$).

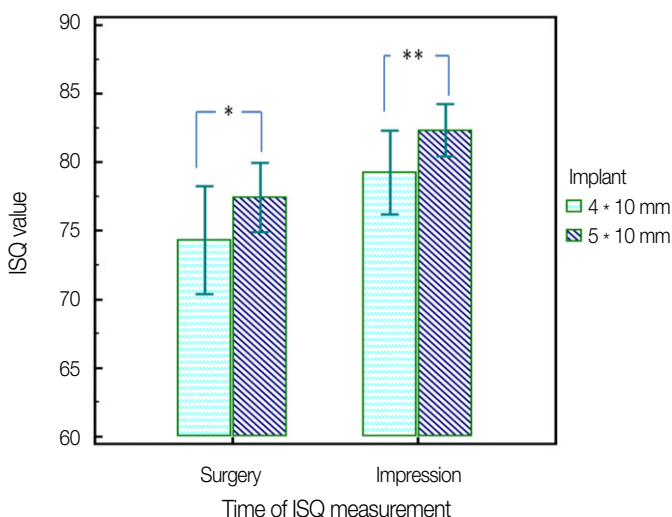


Fig. 3. ISQ values (Mean \pm SD) for different implant diameter in 10 mm implants at the time of surgery and impression taking. The stars (*, **) indicate significant differences between 4 mm and 5 mm diameter implants ($P<0.05$).

Table 5. Mean ISQ values by implant position at surgery and impression

Implant Position	n	ISQ values (Mean \pm SD)	
		Surgery	Impression
Maxilla	36	75.82 \pm 7.52*	79.25 \pm 5.68**
Mandible	54	80.58 \pm 6.07*	83.29 \pm 4.14**

* statistically significant difference between maxilla and mandible at surgery ($P<0.05$).

** statistically significant difference between maxilla and mandible at impression ($P<0.05$).

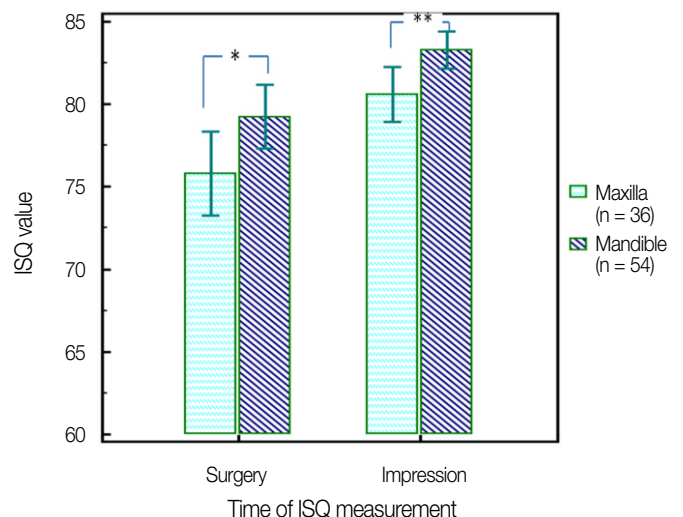


Fig. 4. ISQ values (Mean \pm SD) depending on implant position (maxilla / mandible) at the time of surgery and impression taking. The stars (*, **) indicate significant differences between implants on the maxilla and mandible ($P<0.05$).

서 3개월까지 ISQ 값 변화율에 영향을 미치지 않은 반면, 임플란트 직경은 영향을 미친다고 보고한 바 있다. 본 연구에서도 직경 4mm와 5mm 임플란트 모두에서 길이가 길수록 ISQ 값은 증가하였으나 통계적으로 유의할만한 차이는 없는 반면, 직경 증가에 따라서는 유의적인 차이를 보였다. 임플란트 직경 1mm 증가는 뼈와 접촉하는 면적을 20-30% 증가시키는 효과가 있는 반면 길이 3mm 증가는 뼈와 접촉하는 면적을 10% 증가시킨다고 한다.²¹ 따라서 뼈와 접하는 면적을 최대한으로 하기 위해서 직경을 늘리는 것이 길이를 증가시키는 것보다 더 효율적일 수 있다. 즉, 직경이 큰 임플란트는 지지골과의 접촉 면적을 증가시키고 주변골에 가해지는 응력을 감소시켜 초기 안정성을 얻는데 유리한 것으로 보고되고 있다.^{19,22} 임플란트 직경과 길이가 임플란트 안정성에 미치는 영향에 대한 이러한 많은 연구들에서 각기 다른 결과들을 보이는 것은 실험 조건이나 대상 임플란트의 종류 등 여러 요소들이 다르게 적용되었기 때문으로 판단된다. 안정성에 어느 정도의 영향을 주느냐의 차이는 있을 수 있지만 임플란트 직경과 길이는 뼈와 접촉하는 면적과 직접적으로 관련이 있고 임플란트에 가해지는 힘을 지탱할 수 있는 능력을 결정하는 요소이므로 가능한 뼈와 접하는 면적을 최대한으로 해야 임플란트가 안정적으로 유지될 수 있을 것이다. 따라서, 실제 임상에서 직경이 큰 임플란트를 사용하는 것이 유리할 수 있지만, 적절하지 않은 골 폭을 가져 직경의 증가로 인한 효과를 얻을 수 없는 경우에는 길이의 증가를 통해 안정성의 증진을 도모할 수 있을 것이다.

일반적으로 상악은 하악에 비해 골밀도 자체가 더 무르고 피질골이 얇고 trabecular bone의 밀도가 낮아 임플란트 안정성이 더 낮다.^{23,24} 본 연구 결과에서도 상악보다 하악에서 임플란트 안정성이 더 높은 것을 확인할 수 있었다.

술 후 10주째까지의 ISQ값의 변화를 관찰한 Barewal 등²⁵의 연구에서는 골질에 상관없이 식립 후 3주째 식립 직후 안정성보다 더 낮은 ISQ값이 관찰되었고 4주 이후부터는 골질 간 차이가 없었으며, 6주 이후에는 안정적인 값을 보인다고 하였다. 이러한 안정성 수치의 변화는 임플란트 식립 직후 초기 골접촉에 의한 일차 안정성이 시간이 지남에 따라 임플란트와 주위 골 사이 교직골(woven bone)이 trabecular bone(plate bone)로 대체됨으로써 이차 안정성을 얻는 과정으로 설명할 수 있다. 본 연구에서는 모든 군에서 수술 당시와 인상 채득 당시 ISQ 값을 비교하였을 때 인상 채득 시 더 높은 ISQ값을 보였다. 즉, 평균 12주 경과 시점에 인상채득을 시행함으로써 임플란트가 이차적 안정성을 얻은 후이므로 일차 안정성을 얻은 식립 당시보다 더 높은 값을 보였다.

본 연구는 골질이나 식립시의 회전력, Smart peg 연결 시 잠금 힘 등 ISQ 값에 영향을 줄 수 있는 다른 요인들은 고려하지 않았다. 또한 임플란트 시술 당시 및 인상 채득 당시에 측정된 ISQ 값을 비교함으로써 짧은 기간의 변화만을 측정한 점이 연구의 한계점이라 할 수 있다 따라서, 다른 가능한 영향요소를 최대한 배제한 전향적 연구를 통한 분석이 추가적으로 필요할

것으로 사료된다.

결론

본 연구를 통해, 임플란트 안정성을 높이기 위해서는 직경이 큰 임플란트를 사용하는 것이 효과적임을 알 수 있었다. 또한, 상악보다는 하악에서 더 높은 임플란트 안정성이 확인되었다. 임플란트 식립 직후의 일차 안정성보다 골 유착 후 이차 안정성이 더 높게 나타남으로써 RFA를 이용한 방법이 골 유착을 통한 임플란트 안정성의 변화를 평가함에 있어 임상적으로 유용한 것으로 판단된다. 임플란트 안정성을 평가하고 이에 영향을 주는 요소들을 고려함으로써 적절한 임플란트 하중 적용 시기를 결정하고 더 나아가 임플란트 성공률을 높이는데 도움이 될 수 있을 것이다.

References

1. Meredith N. Assessment of implant stability as a prognostic determinant. *Int J Prosthodont* 1998;11:491-501.
2. Cochran DL, Schenk RK, Lussi A, Higginbottom FL, Buser D. Bone response to unloaded and loaded titanium implants with a sandblasted and acid-etched surface: a histometric study in the canine mandible. *J Biomed Mater Res* 1998;40:1-11.
3. Sykaras N, Triplett RG, Nunn ME, Iacopino AM, Opperman LA. Effect of recombinant human bone morphogenetic protein-2 on bone regeneration and osseointegration of dental implants. *Clin Oral Implants Res* 2001;12:339-49.
4. Albrektsson T, Jacobsson M. Bone-metal interface in osseointegration. *J Prosthet Dent* 1987;57:597-607.
5. Carlsson L, Röstlund T, Albrektsson B, Albrektsson T. Removal torques for polished and rough titanium implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1988;3:21-4.
6. Friberg B, Sennerby L, Linden B, Gröndahl K, Lekholm U. Stability measurements of one-stage Brånemark implants during healing in mandibles. A clinical resonance frequency analysis study. *Int J Oral and Maxillofac Surg* 1999;28:266-72.
7. Schulte W, Lukas D. Periotest to monitor osseointegration and to check the occlusion in oral implantology. *J Oral Implantol* 1993;19:23-32.
8. Aparicio C. The use of the Periotest value as the initial success criteria of an implant: 8-year report. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1997;17:150-61.
9. Meredith N, Alleyne D, Cawley P. Quantitative determination of the stability of the implant - tissue interface using resonance frequency analysis. *Clin Oral Implants Res* 1996;7: 261-67.
10. Meredith N, Book K, Friberg B, Jemt T, Sennerby L. Resonance frequency measurements of implant stability in vivo. A cross-sectional and longitudinal study of resonance frequency measurements on implants in the edentulous and partially dentate maxilla. *Clin Oral Implants Res* 1997;8:226-33.
11. Oh JH, Chang MT. Comparison of initial implant stability measured by Resonance frequency analysis between different implant systems. *J Korean Acad Periodontol* 2008;38:529-34.

12. Atsumi M, Park SH, Wang HL. Methods used to assess implant stability: current status. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2007;22: 743-54.
13. Krennmair G, Waldenberger O. Clinical analysis of wide-diameter frialit-2 implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2004;19:710-5.
14. Bischof M, Nedir R, Szmukler-Moncler S, Bernard JP, Samson J. Implant stability measurement of delayed and immediately loaded implants during healing. *Clin Oral Implants Res* 2004;15:529-39.
15. Han J, Lulic M, Lang NP. Factors influencing resonance frequency analysis assessed by Osstell mentor during implant tissue integration: II. Implant surface modifications and implant diameter. *Clin Oral Implants Res* 2010;21:605-11.
16. Ohta K, Takechi M, Minami M, Shigeishi H, Hiraoka M, Nishimura M, Kamata N. Influence of factors related to implant stability detected by wireless resonance frequency analysis device. *J Oral Rehabil* 2010;37:131-7.
17. Lee JY, Lee WC, Kim JE, Shin SW. The influence of implant diameter, length and design changes on implant stability quotient (ISQ) value in artificial bone. *J Korean Acad Prosthodont* 2012; 50:292-8.
18. Langer B, Langer L, Herrmann I, Jorneus L. The wide fixture: a solution for special bone situations and a rescue for the compromised implant. Part 1. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1993;8: 400-8.
19. Polizzi G, Rangert B, Lekholm U, Gualini F, Lindstrom H. Brånemark System Wide Platform implants for single molar replacement: clinical evaluation of prospective and retrospective materials. *Clin Implant Dent Relat Res* 2000;2:61-9.
20. Kim DH, Pang EK, Kim CS, Choi SH, Cho KS. Non-submerged type implant stability analysis during initial healing period by resonance frequency analysis. *J Korean Acad Periodontol* 2009;39:339-48.
21. Scortecchi GM, Misch CE, Benner KU. *Implants and Restorative dentistry*. CRC Press, 2001, p. 60.
22. Ivanoff CJ, Sennerby L, Johansson C, Rangert B, Lekholm U. Influence of implant diameters on the integration of screw implants. An experimental study in rabbits. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1997;26:141-8.
23. Chung DM, Oh TJ, Lee J, Misch CE, Wang HL. Factors affecting late implant bone loss: a retrospective analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2007;22:117-26.
24. Kim JM, Kim SJ, Han I, Shin SW, Ryu JJ. A comparison of the implant stability among various implant systems: clinical study. *J Adv Prosthodont* 2009;1:31-6.
25. Barewal RM, Oates TW, Meredith N, Cochran DL. Resonance frequency measurement of implant stability in vivo on implants with a sandblasted and acid-etched surface. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2003;18:641-51.

임플란트 길이, 직경 및 식립 위치에 따른 임플란트 안정성에 관한 후향적 연구

김지혜 · 전진용 · 허유리 · 손미경*

조선대학교 치의학전문대학원 보철학교실

연구 목적: 이 연구는 임플란트 직경, 길이 및 식립 부위가 임플란트의 안정성에 미치는 영향을 후향적 평가를 통해 비교, 분석하고자 하였다.

연구 대상 및 방법: 72명의 환자에게 식립된 총 90개의 임플란트(US II plus™, Osstem co, Busan, Korea)를 대상으로 임플란트 식립 직후와 인상 채득 당시에 공진주파수분석법(RFA)으로 임플란트 안정성 지수(ISQ)가 측정되었다. 상 · 하악에 식립된 직경은 4 mm와 5 mm이고 길이는 10 mm, 11.5 mm, 13 mm인 임플란트가 실험대상으로 선택되었다. 측정된 ISQ 값의 평균과 표준편차를 구하고 우선적으로 성별에 따른 차이를 확인하기 위하여 Independent t-test를 시행하였다. 임플란트 직경, 길이, 식립부위에 따른 ISQ 값의 실험군간 차이는 One-way ANOVA를 이용해 분석하였고, 사후검정을 위해 Tukey HSD test가 사용되었다. 임플란트 식립시와 인상채득시의 차이는 paired t-test로 분석하였다.

결과: 인상채득시가 임플란트 식립 직후보다 임플란트 안정성의 증가가 관찰되었다. 임플란트 길이가 증가할수록 ISQ 값은 증가하였으나 통계적으로 유의적인 차이를 보이지 않았다. 직경 5 mm 임플란트는 4 mm 임플란트 보다 유의성 있게 높은 ISQ 값을 보였다($P<.05$). 하악에 식립된 임플란트가 상악보다 더 높은 ISQ 값을 보였다($P<.05$).

결론: 본 연구 결과, 임플란트 안정성을 높이기 위해서는 직경이 큰 임플란트를 사용하는 것이 효과적임을 알 수 있었다. 또한, 상악보다는 하악에서 더 높은 임플란트 안정성이 확인되었다. 임플란트 식립 직후의 일차 안정성보다 골유착 후 이차 안정성이 더 높게 나타남으로서 RFA를 이용한 방법이 골유착을 통한 임플란트 안정성의 변화를 평가함에 있어 임상적으로 유용한 것으로 판단된다. 임플란트 안정성 평가와 이에 영향을 주는 요소들에 대한 고려는 임플란트 하중 시기를 결정하고 임플란트 성공률을 증가시키는데 도움이 될 것이다. (대한치과보철학회지 2013;51:269-75)

주요단어: 임플란트 길이; 직경; 식립 부위; 임플란트 안정성

* 교신저자: 손미경

501-825 광주광역시 동구 서석동 375 조선대학교 치의학전문대학원 보철학교실

062-220-3825; e-mail, son0513@chosun.ac.kr

원고접수일: 2013년 8월 12일 / 원고최종수정일: 2013년 9월 13일 / 원고채택일: 2013년 9월 24일

© 2013 대한치과보철학회

CC 이 글은 크리에이티브 커먼즈 코리아 저작자표시-비영리 3.0 대한민국 라이선스에 따라 이용할 수 있습니다.