

# 임플란트 안정성을 위한 자기공명막대의 소독방법에 따른 수명에 관한 연구

원호연 · 조인호 · 이준석

단국대학교 치과대학 치과보철학교실

임플란트가 개발된 이후 임플란트 안정성을 야기 위한 여러 방법들이 연구되어 왔고 여러 측정 장치들이 고안되어 왔다. 그 중에서도 공명 주파수분석법(Resonance Frequency Analysis)을 이용한 방법이 요즘 각광을 받고 있다. 가장 최근에 공명주파수분석법을 이용한 측정 장치의 하나인 Osstell™ 보다 간편한 Osstell™ mentor의 출시로 임상적으로 더 편하게 임플란트의 안정성을 측정 할 수 있게 되었다. 본 연구는 Osstell™ mentor의 자기공명막대인 Smartpeg™을 사용할 때 임상에서 측정 가능한 측정횟수가 얼마나 되는지를 확인하고 또한 소독 후에도 측정값이 안정한지를 확인하고자 실험을 하였다.

실험 목적은 5가지로 나누어 알아보려고 하였다:

1. 자기공명막대의 반복측정의 영향: 자기 공명막대와 Osstell™ mentor를 고정시키고 반복적인 측정을 하여 몇 회까지 측정값이 안정한가?
2. 자기공명막대의 탈부착 반복의 영향: 자기공명막대를 탈부착을 반복하면서 몇회까지 측정값이 안정한가?
3. 자기공명막대의 소독방법에 따른 영향: 진료실내의 소독방법 후에도 자기 공명막대 측정값이 안정한가?
4. 자기 공명막대의 반복되는 고압증기멸균 소독 후의 영향: 고압증기 멸균법 10회 반복적인 소독 후에도 측정값이 안정한가?
5. 자기 공명막대의 자성소실온도 확인: 자기공명막대의 자성을 잃는 온도는 몇 도인가?

실험방법은 각 실험별 8개의 자기공명막대를 준비하고 각각의 구별을 위해 컬러펜으로 표식을 했으며 실험전 측정값을 재고, 실험후 측정값을 재어 비교하였다.

자기공명막대 반복측정의 영향을 알아본 실험은 최초의 측정값과 변화가 있는 횟수를 알아보려 했으며 측정값에 변화가 없을 경우 400회까지 측정하여, 1-100회, 101-200회, 201-300회, 301-400회 4군으로 나누어 유의수준을 살펴보았다. 자기공명막대 탈부착 반복의 영향을 알아본 실험은 자기 공명막대 8개를 각각 400회 씩 탈부착하여 측정값의 변화를 1-100회, 101-200회, 201-300회, 301-400회 4군으로 나누어 구간 유의수준을 확인하였다. 자기공명막대 소독방법에 따른 영향에 대한 실험은 8개의 자기공명막대를 소독 전 측정값과 소독 후 측정값을 비교확인하였다. 자기 공명막대 반복되는 고압증기멸균 소독 후의 영향에 대한 실험은 8개의 자기공명막대를 10회 반복 소독하면서 소독 전 측정값을 0군, 1-10회까지 소독 후를 10군으로 나누어 구간 유의수준을 확인하였다. 자기공명막대 자성 소실 온도 확인 실험은 8개의 자기 공명막대를 138℃/10분, 150℃/5분, 150℃/10분으로 나누어 자기공명막대가 자성을 잃는 온도가 몇 도인지 실험하였다.

실험결과:

1. 자기공명막대 반복측정의 영향 실험에서는 각 구간 유의성이 없었다( $p>0.05$ ).
2. 자기공명막대 탈부착측정의 영향에 대한 실험은 각 구간 유의 확률이 0.123으로 유의성이 없었다( $p>0.05$ ).
3. 자기공명막대 소독방법에 따른 영향에 대한 실험은 소독 전 측정값과 소독 후 측정값의 유의성이 없었다( $p>0.05$ ).
4. 자기공명막대 반복되는 고압증기멸균소독 후의 영향에 대한 실험은 각 구간 유의성이 없었다. ( $p>0.05$ ).
5. 자기공명막대 자성 소실온도확인 실험은 138℃/10분에서는 소독 전, 후간 측정값에 유의성이 없었고( $p>0.05$ ), 150℃/5분에서는 2개가 측정 불가였으며, 150℃/10분에서는 8개 모두 ISQ값을 측정할 수가 없었다.

결론으로 말하면, 자기 공명막대가 나사산이 손상되지 않고 자성을 잃지 않으면 측정값이 변하지 않을 것으로 사료된다. 그리고 자기공명막대를 150℃/10분에서 진공건열멸균 소독 후에 자성을 잃는 것으로 나타난 결과로 추론해 보건데, 진료실에서 가장 높은 온도를 보이는 고압증기멸균 소독이 132℃/15분 이므로 진료실내의 소독방법들에는 아무런 문제가 없는 것으로 사료된다. 몇 번 사용할 수 있는지의 문제는 400번 측정 시 수치에 변화가 없으므로 측정되지 않을 때까지 사용해도 무방하리라 사료된다. (대한치과보철학회지 2008;46:42-52)

**주요단어** : 공명주파수분석법, Smartpeg™, Osstell™ mentor, 소독방법

교신저자: 조인호

330-716 충남 천안시 신부동 산 7-1 단국대학교 치과대학 치과보철학교실 041-550-1971; e-mail, cho8511@dku.edu

원고접수일: 2007년 8월 27일 / 원고최종수정일: 2007년 9월 30일 / 원고채택일: 2008년 2월 25일

## 서론

무치악 환자의 보철 수복에 골유착성 임플란트를 사용하였을 때, 특정 조건만 만족시켜주면 예상한 만큼의 높은 성공률을 얻을 수 있다는 결과가 나왔다.<sup>1</sup> 이 때 가장 중요한 필수 조건은 임플란트의 안정성을 확보하고 이를 계속 유지시키는 것이다. 임플란트의 안정성은 임플란트 식립시 얻을 수 있는 일차 안정성과 이차 안정성으로 구분할 수 있다. 일차 안정성은 식립시의 기계적인 안정성으로 식립 부위의 골질과 골량, 임플란트의 길이, 직경 및 형태, 식립 방법 등에 영향을 받으며, 이차 안정성은 식립 후 임플란트와 조직계면간의 골 재생과 골 개조 결과로 발생하는 임플란트의 안정을 말한다.<sup>2</sup> 임플란트의 디자인 및 식립한 골질 상의 차이는 안정성의 정도에도 차이를 보이게 된다. 이는 골밀도(골질) 및 임플란트 길이와 임플란트 실패 사이에 상관관계가 있음이 입증되었기 때문에,<sup>3</sup> 이처럼 임상적인 관찰 결과가 앞으로의 임상 성과를 결정할 수도 있다는 것을 말해주고 있다. 더욱이, 최근에 수행된 임상 작업을 통해 높은 골질이나 초기 안정성과 같은 선행조건이 충족되었을 경우, 임플란트 결과에 대하여 예측이 가능하고, 이는 즉시/자연 하중에 적용될 수 있다는 것이 입증되었다.<sup>4</sup> 이러한 예측을 가능케 한 것은 그동안 여러 가지 측정 장치들이 개발되어 왔기 때문이며 그중에서도 가장 간편한 방법이 공진주파수 분석법을 통해 임플란트의 안정성 및 골 융합을 임상적인 측면에서 측정하게 된 것이다.<sup>5</sup> 최근의 이러한 기술은 치료 기간, 보철물의 형태, 보철 구성물의 형태, 1-stage 및 2-stage의 필요 여부 등의 조건을 고려하여 개인별로 맞춤형 임플란트 치료를 위한 진단 도구로 사용될 수 있음을 보여주고 있다. 게다가 치료 기간 내내 반복해서 측정이 가능하기 때문에 보철 수복기간 동안의 임플란트 안정성의 변화를 모니터링할 수 있다. 또한 과부하로 인한 임플란트 안정성 감소를 임플란트 실패 전에 발견 가능하므로 재 치료할 수 있게 되었다.

공진주파수분석법 중 가장 최근에 Osstell™보다 간편한 Osstell™ mentor의 개발로 임상 의들이 더 간편하게 임플란트의 안정성을 측정 할 수 있게 되었다. 그 장치의 원리를 보면 자기공명막대 상부에 있는 자성체와 Osstell™ mentor에 달려있는 probe 내의 coil 간에 자기장을 형성하게 되는데 이때 자기공명막대로부터 나오는 진동을 감지하여 1-100까지의 수치로 나타낸 장치이다. 이 1-100까지의 수치를 Implant Stability Quotient(ISQ)라 한다. 일반적으로 상악에서는 ISQ 값은 50-60으로 나타나고, 하악에서는 ISQ 값은 60-80으로 나타난다. 45보다 낮은 수치는

임플란트 안정성의 경고 신호로 간주되기 때문에 일차 안정성을 증가시킬 수 있도록 이 값에 유의해야 한다. 성공한 임플란트는 시간이 경과함에 따라 60-70 정도가 되는 것을 볼 수 있다. 이 수치에 이른 임플란트는 이차적 안정성 수치가 충분하다고 이론적으로 가정할 수 있다.<sup>1</sup> 이렇게 안정성을 측정하는데 중요한 역할을 하는 부속물이 자기공명막대(Smartpeg™)이다. 이 자기공명막대는 제조사에서 1회용으로 사용할 것을 권장하고 있으며, 측정 횟수가 많아질수록 측정값이 변한다고 소개하고 있다.

이에 본 연구에서는 자기공명막대의 여러 소독방법과 또는 측정 빈도에 따른 측정값에 대한 안정성을 연구하여 흥미 있는 결과를 얻었으므로 이를 보고하는 바이다.

## 실험 재료 및 방법

### 1. 실험재료

본 실험에서 사용된 재료와 기구는 다음과 같다.

- 1) Osstell™ mentor [Integration Diagnostics AB, Gothenburg, Sweden](Fig. 1)  
: 자기공명막대의 측정값을 재는 장치
- 2) D3 block bone [3×9×2cm, Osstem, Pusan, Korea](Fig. 2)  
: 임플란트 실습에 사용되는 인조골
- 3) Osstem implant fixture [ASS2R1810, Ø 4.1-10mm, Osstem, Pusan, Korea](Fig. 3)  
: 오스템회사에서 개발한 직경 4.1mm, 길이 10mm 임플란트
- 4) Smartpeg™ [Type IV, Integration Diagnostics AB, Gothenburg, Sweden](Fig. 4)  
: 자기공명막대이며 상부에 자성체를 갖고 있어서 Osstell™ mentor와 자기장을 형성하여 측정값을 표시하게 된다.
- 5) 진료실내의 소독방법과 관련된 기구 및 재료
  - (1) 고온멸균소독기 [Autoclave1321, Hanshin Medical, Seoul, Korea](Fig. 5)
  - (2) 자외선소독기 [Bubang Techron, Seoul, Korea](Fig. 6)
  - (3) H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>+Alcohol [35% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> + 83% Ethanol]
  - (4) 자불소독기(끓는 물/10분)
  - (5) 고온오일살균기 [Dentistar, BIG LINE, Japan](Fig. 7)



**Fig. 1.** Osstell™ mentor  
(Integration Diagnostics AB, Gothenburg, Sweden).



**Fig. 2.** D3 block bone  
(3×9×2cm, Osstem, Seoul, Korea).



**Fig. 3.** Fixture  
(ASS2R1810, Ø4.1-10mm, Osstem, Seoul, Korea).



**Fig. 4.** Smartpeg™  
(Integration Diagnostics AB, Gothenburg, Sweden).



**Fig. 5.** Autoclave sterilizer  
(Autoclave1321, Hanshin Medical, Seoul, Korea).



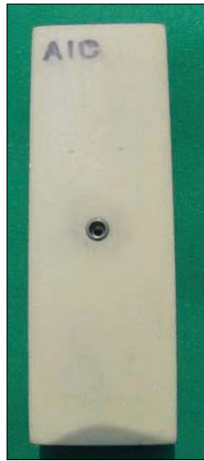
**Fig. 6.** Ultraviolet rays sterilizer  
(Bubang Techron, Seoul, Korea).



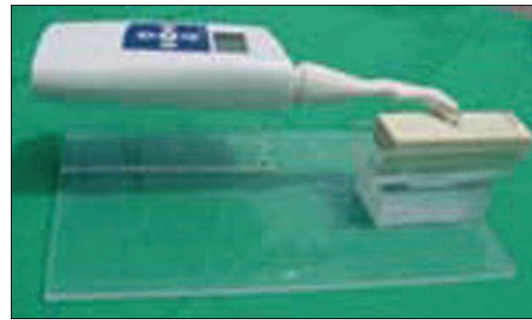
**Fig. 7.** High Temperature Oil Sterilizer (Dentistar, BIG LINE, Japan).



**Fig. 8.** Vacuum Sterilizer (Vacuum Dry Unit, Sejong Dental, Seoul, Korea).



**Fig. 9.** Fixture implantation on the D3 block bone.



**Fig. 10.** Holding the Osstell™ mentor and D3 block bone on the static position.

(6) 진공멸균기 [Vacuum Dry Unit, Sejong Dental, Seoul, Korea](Fig. 8)

**2. 실험 방법**

1) 실험장치 제작

먼저 D3 블록본에 제조사의 지시대로 오스텔 임플란트 Ø4.1 - 10mm 식립하였다(Fig. 9).

측정값의 안정성을 위하여 플라스틱판위에 Osstell™ mentor와 임플란트가 식립된 D3 블록본을 일정 위치에 고정하였다(Fig. 10).

(1) 첫 번째 실험

자기공명막대와 Osstell™ mentor를 고정시킨 상태에서

반복적인 측정을 하여 측정값의 안정성을 확인하는 방법으로 8개의 자기공명막대를 사용 했으며, 400회 동안 반복적인 측정을 하였다. 1회 때 측정값을 대조군으로 하고 그 값의 변화가 감지될 때까지의 횟수를 측정하였다 (변화가 감지되지 않으면 400회 까지만 측정하였다).

(2) 두 번째 실험

자기공명막대 탈부착을 반복하면서 측정을 하여 측정값의 안정성을 확인하는 방법으로 8개의 자기공명막대를 컬러 펜으로 구분하여 최초의 측정값을 기록하고 각각 400회씩 탈부착을 반복하면서 측정값을 재었다.

(3) 세 번째 실험

진료실내의 소독방법 후에도 자기공명막대의 측정값

이 안정한지를 확인 하는 방법으로 각 소독 방법에 따라 8개씩의 자기공명막대를 준비하고 총 48개. 각 자기공명막대에 소독 방법에 따라 6군으로 나누고 컬러 펜으로 표식을 하여 개별 실험체를 구별 하였다. 실험은 자기공명막대 2개씩 나누어 실험을 했으며, 알코올소독과 같이 컬러 펜이 지워져 구별이 어려운 것은 1개씩 실험을 하였다. 소독 전 측정값과 소독 후 측정값을 비교 하였다.

#### (4) 네 번째 실험

고압증기멸균법으로 10회 반복적인 소독 후에도 측정값이 안정한지를 알아보는 방법으로 자기공명막대 8개를 컬러 펜으로 구분을 하고 소독 전 측정값을 재었다. 다음에 10회까지 반복적으로 고압증기멸균법으로 소독한 후에 소독 전 측정값과 소독 후 측정값을 비교 하였다.

#### (5) 다섯 번째 실험

자기공명막대가 자성을 잃는 온도가 몇 도인지 확인하는 방법으로 자기공명막대 8개를 소독 전 수치를 측정하고 진공건열멸균기([Vacuum Dry Unit, Sejong Dental, Seoul, Korea)를 이용해 138℃/10분에서 13℃간격으로 온도를 올려서 측정되지 않을 때까지의 온도를 기록하였다(13℃간격 = 진공건열멸균기의 온도미터에 표시된 눈금을 기준으로 측정).

### 3. 통계처리

첫 번째와 두 번째, 네 번째 실험은 초기 측정값을 대조군으로 하고 나머지 군을 실험군으로 하고 세 번째, 다섯 번째 실험은 소독전 초기 값을 대조군으로 하고 소독후의 측정값을 실험군으로 나누어 대조군과 실험군의 유의성을 알아보기 위한 실험으로 Paired T-test로 통계처리 하였다. 두 번째 실험과 네 번째 실험은 유의성이 ( $p>0.05$ ), 첫 번째, 세 번째, 다섯 번째 실험은 유의성이 ( $p>0.01$ )로 유의한 차이를 보이지 않았다.

### 실험결과

1. 첫 번째 실험: 자기공명막대를 고정된 후 반복적인 측정을 하여 측정값의 변화를 알아본 결과는 400회를 실시하였으나 측정값의 변화가 없었다. 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았다( $p>0.01$ , Table I).
2. 두 번째 실험: 8개의 자기공명막대를 각각 탈부착을 400회 반복하면서 측정값의 변화를 알아 본 결과는 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았다( $p>0.05$ , Table II).

**Table I.** The ISQ values of fixation Smartpeg™ for 400 times

|                | I   | II  | III | IV  | V   | VI  | VII | VIII |
|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| measured times | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400  |
| mean value     | 75  | 75  | 75  | 75  | 75  | 75  | 75  | 75   |

**Table II.** The ISQ mean values of 'Attach-detach' Smartpeg™ for 400 times

|                | I    | II   | III  | IV   | V    | VI   | VII  | VIII |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| measured times | 400  | 400  | 400  | 400  | 400  | 400  | 400  | 400  |
| mean values    | 73.2 | 73.4 | 73.8 | 73.4 | 73.7 | 74.1 | 73.5 | 73.5 |

**Table III.** The ISQ values after autoclave sterilization

|        | I  | II | III | IV | V  | VI | VII | VIII | mean value |
|--------|----|----|-----|----|----|----|-----|------|------------|
| before | 76 | 76 | 75  | 76 | 76 | 76 | 76  | 75   | 75.8       |
| after  | 76 | 76 | 75  | 76 | 76 | 76 | 76  | 75   | 75.8       |

**Table IV.** The ISQ values after ultra violet sterilization

|        | I  | II | III | IV | V  | VI | VII | VIII | mean value |
|--------|----|----|-----|----|----|----|-----|------|------------|
| before | 76 | 76 | 76  | 76 | 76 | 75 | 76  | 76   | 75.9       |
| after  | 76 | 76 | 76  | 76 | 76 | 75 | 76  | 76   | 75.9       |

**Table V.** The ISQ values after Dentistar sterilization

|        | I  | II | III | IV | V  | VI | VII | VIII | mean value |
|--------|----|----|-----|----|----|----|-----|------|------------|
| before | 75 | 76 | 76  | 76 | 75 | 76 | 76  | 76   | 75.8       |
| after  | 75 | 76 | 76  | 76 | 75 | 76 | 76  | 76   | 75.8       |

**Table VI.** The ISQ values after boiling water sterilization

|        | I  | II | III | IV | V  | VI | VII | VIII | mean value |
|--------|----|----|-----|----|----|----|-----|------|------------|
| before | 76 | 76 | 76  | 75 | 76 | 76 | 75  | 76   | 75.8       |
| after  | 76 | 76 | 76  | 75 | 76 | 76 | 75  | 76   | 75.8       |

**Table VII.** The ISQ values after combined alcohol and H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> sterilization

|        | I  | II | III | IV | V  | VI | VII | VIII | mean value |
|--------|----|----|-----|----|----|----|-----|------|------------|
| before | 76 | 76 | 75  | 76 | 76 | 76 | 76  | 75   | 75.8       |
| after  | 76 | 76 | 75  | 76 | 76 | 76 | 76  | 75   | 75.8       |

**Table VIII.** The ISQ values after vacuum dry unit sterilization

|        | I  | II | III | IV | V  | VI | VII | VIII | mean value |
|--------|----|----|-----|----|----|----|-----|------|------------|
| before | 76 | 75 | 76  | 76 | 75 | 76 | 76  | 76   | 75.8       |
| after  | 76 | 75 | 76  | 76 | 75 | 76 | 76  | 76   | 75.8       |

**Table IX.** The ISQ values after repeatedly autoclave sterilization for 10 times

|            | I    | II   | III  | IV   | V    | VI   | VII  | VIII |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1st time   | 75   | 75   | 71   | 75   | 75   | 71   | 72   | 75   |
| 2nd time   | 75   | 73   | 75   | 74   | 75   | 75   | 75   | 75   |
| 3dr time   | 70   | 75   | 75   | 75   | 75   | 70   | 72   | 74   |
| 4th time   | 75   | 75   | 72   | 71   | 72   | 75   | 75   | 75   |
| 5th time   | 72   | 72   | 75   | 75   | 75   | 75   | 75   | 75   |
| 6th time   | 75   | 75   | 75   | 71   | 75   | 75   | 73   | 75   |
| 7th time   | 75   | 74   | 70   | 72   | 75   | 72   | 75   | 75   |
| 8th time   | 75   | 75   | 75   | 71   | 75   | 72   | 75   | 75   |
| 9th time   | 75   | 75   | 73   | 75   | 72   | 75   | 75   | 75   |
| 10th time  | 75   | 72   | 75   | 75   | 73   | 75   | 75   | 74   |
| mean value | 74.2 | 74.1 | 73.6 | 73.4 | 74.2 | 73.5 | 74.2 | 74.8 |

**Table X.** The ISQ values after vacuum dry unit sterilization for 138°C/10minute

|        | I  | II | III | IV | V  | VI | VII | VIII | mean value |
|--------|----|----|-----|----|----|----|-----|------|------------|
| before | 75 | 75 | 75  | 76 | 75 | 75 | 75  | 75   | 75.1       |
| after  | 75 | 76 | 75  | 75 | 76 | 75 | 75  | 75   | 75.2       |

**Table XI.** The ISQ values after vacuum dry unit sterilization for 150°C/5minute

|        | I  | II | III | IV | V  | VI | VII | VIII | mean value |
|--------|----|----|-----|----|----|----|-----|------|------------|
| before | 75 | 75 | 75  | 75 | 75 | 75 | 75  | 75   | 75         |
| after  | 75 | 75 | 0   | 75 | 0  | 75 | 75  | 75   | 56.3       |

**Table XII.** The ISQ values after vacuum dry unit sterilization for 150°C/10minute

|        | I  | II | III | IV | V  | VI | VII | VIII | mean |
|--------|----|----|-----|----|----|----|-----|------|------|
| before | 76 | 75 | 75  | 75 | 75 | 76 | 75  | 76   | 75.4 |
| after  | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  | 0  | 0   | 0    | 0    |

3. 세 번째 실험: 각 소독 방법 후에 따른 측정값의 결과는 다음과 같았다.

- 1) 고압증기멸균소독법으로 소독한 후에 측정된 측정값은 소독전 측정값과 소독 후 측정값이 변화가 없었다. 통계학적으로도 유의한 차이가 없었다 ( $p>0.01$ , Table III).
- 2) 자외선 소독기로 소독한 후 측정값의 결과는 소독 전과 소독후의 측정값이 변화가 없었다. 통계학적으로도 유의한 차이가 없었다( $p>0.01$ , Table IV).
- 3) 고온오일살균기로 소독한 후 측정값의 결과는 소독전 측정값과 소독 후 측정값의 변화가 없었다. 통계학적으로도 유의한 차이가 없었다( $p>0.01$ , Table V).
- 4) 8개의 자기공명막대를 끓는 물에 10분간 담근 후 측정된 측정값은 실험 전 측정값과 변화가 없었다. 통계학적으로도 유의한 차이가 없었다( $p>0.01$ , Table VI).

5) 알코올과 과산화수소에 담근 후 측정된 측정값은 실험 전 측정값과 변화가 없었다. 통계적으로 유의한 차이가 없었다( $p>0.01$ , Table VII).

6) 진공건열멸균 138°C/5분 소독후의 측정값은 소독 전 측정값과 변화가 없었다. 통계적으로도 유의한 차이가 없었다( $p>0.01$ , Table VIII).

4. 네 번째 실험: 고압증기멸균소독기에 자기공명막대 8개를 10회 반복 소독 후 측정된 측정값은 소독 전 측정값과 유의한 차이를 보이지 않았다( $p>0.05$ , Table IX).

5. 다섯 번째 실험: 8개의 자기공명막대를 사용하여 자기공명막대가 자성을 잃는 온도를 확인 한 결과 138°C/10minute에서는 8개 모두 소독 전 소독 후 측정값의 변화가 없었다(Table X). 150°C/5minute에서는 2개가 측정불가로 나왔다(Table XI). 150°C/10minute에서는 8개 모두 측정불가로 나왔다(Table XII).

## 총괄 및 고안

임플란트가 개발된 이후 임플란트의 성공을 가능하게 하는 골유착과 안정성을 검사하기 위한 많은 방법들이 시도되었다. 조직 형태학적 연구, removal torque 측정<sup>7,8</sup>, push-and pull-through test<sup>9</sup>는 임플란트의 견고성을 측정하는 데 많은 유용한 정보를 제공하였다. 하지만 이러한 방법들은 파괴적이기 때문에 임상 적용에 제한을 받아왔다. 비파괴 검사의 경우 현재 이용할 수 있는 것으로는 타진반응, 방사선 사진, Periotest<sup>®</sup>, 식립 시 삽입 토오크 측정, 공진주파수 측정법 등의 방법이 있다. 방사선 검사는 비교적 쉽게 변연골의 높이를 측정할 수 있지만 임플란트의 안전성에 영향을 주는 골 자체의 골 구조간의 변화를 알아볼 수는 없으며 표준화가 어렵다는 단점이 있고, Periotest<sup>®</sup>는 식립 위치, 지대원주 등이 영향을 미치며 가해지는 힘의 위치와 방향에 따라 상당한 값의 차이가 난다는 단점이 있다.<sup>10</sup>

1994년에 공진주파수를 이용한 임플란트 안정성 측정 기구 개발을 시작하여 Meredith 등은 여러 가지 실험을 통하여 공진주파수분석법의 유용성 있는 결과를 발표했고,<sup>211</sup> 여러 가지 골 지지와 관련이 있는 임플란트 안전성에 있어서 작은 변화를 탐지할 수 있다고 하였다.<sup>12</sup> Sennerby 등<sup>13</sup>은 공진주파수 값은 골의 양보다는 성숙도가 더 중요함을 보고하였고, Nkenke 등<sup>14</sup>은 골-임플란트 접촉이 공진주파수와 상관관계가 있음을 보여 주었다. 또한 박 등<sup>15</sup>과 Huan 등<sup>16</sup>은 식립된 부위의 치유에 따라 공진주파수가 증가됨을 보였으며, Rassmusson 등<sup>17</sup>은 시간에 따라 안정성을 이루며 신생골에는 크게 영향을 미치지 못했음을 보고 하였다. 이러한 결과로 공진주파수 분석법 기술은 임플란트 안정성 측정 및 임플란트 치료의 임상 결과를 객관화 하는데 있어 중요한 방법으로 사용될 수 있고 또한 보철 치료를 시작하기 전에 임플란트 안정성 도달 여부를 확인 해 주는 지침이 되고 있다.

공진주파수 분석법의 발전 과정을 보면 1994년 연구 시작하여 2000년도에 Osstell<sup>™</sup> 출시되기에 이르렀고 2002년에 Osstell<sup>™</sup> mentor가 개발 되었다. 공진주파수 분석법의 장점은 임상에서 측정 시간이 짧고, 손쉽게 적용이 가능하며 초기 안정성을 측정하고 향후 반복 측정을 통해 임플란트의 치유상태를 추정할 수 있고, 즉시 및 조기하중 또는 지연하중에 대한 판단 여부를 알 수 있으며, 임플란트의 변화 및 향후 발생 가능한 실패 양상을 미리 예측해 볼 수 있는 유용한 분석법으로 판단된다. 그러나 김 등<sup>18</sup>, Rassmusson 등<sup>16</sup>의 연구에 의하면, 부분적으로 나타나는 수직골 결손의 위치나 양을 판단하는 데는 제약

이 있는 것으로 보고되고 있다.

Meredith 등이 임플란트의 안정성을 정량적으로 평가하기 위해 개발한 공진 주파수 분석기는 5~15kHz/1kV의 정현파를 일정한 진폭으로 가진하여 첫 굴곡 곡선의 최상승점을 기록함으로써 임플란트의 안정성을 평가하는 기구이며, Osstell<sup>™</sup>로 상품화 되면서 RFA 값을 ISQ(implant stability quotient)란 수치로 1~100까지 표시되도록 고안되었다. 일반적으로 상악에서는 ISQ 값은 50-60으로 나타나고, 하악에서는 ISQ 값은 60-80으로 나타난다. 45보다 낮은 수치는 임플란트 안정성의 경고 신호로 간주되기 때문에 일차 안정성을 증가시킬 수 있도록 이 값에 유의해야 한다. 성공한 임플란트는 시간이 경과함에 따라 60-70 정도가 되는 것을 볼 수 있다. 이 수치에 이른 임플란트는 이차적 안정성 수치가 충분하다고 이론적으로 가정할 수 있다.

이러한 많은 정보를 주는 공진주파수 분석법 가운데 Osstell<sup>™</sup> mentor의 개발은 더 많은 편리함을 임상가들에게 제공하게 되었다. Osstell<sup>™</sup>은 환자에게 사용하기가 번거롭고, Transducer의 사용빈도가 한정 되어 있다는 단점이 있다. 반면에 Osstell<sup>™</sup> mentor는 간편하게 임상에서 적용할 수 있다는 장점이 있다. 다만 이 장치도 자기공명막대(Smartpeg<sup>™</sup>)라는 측정 장치가 필요 한데 제조사에서 일회용으로 권장하고 있으며 측정 빈도가 높을수록 ISQ 수치가 변한다고 소개하고 있다. 본 연구에서는 자기공명막대의 측정 빈도에 따른 측정값의 안정성과 진료실내의 소독 방법에 따른 안정성을 알아보려고 실험을 하게 되었다. 그 결과 첫 번째 실험에서 자기공명막대를 고정 후 400번 까지 반복 측정한 값은 처음 측정한 값과 나머지 대조군과 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다( $P>0.01$ ). 그러나 400번 이상의 측정에 대한 결과는 앞으로 더 연구 해 볼 문제라 사료된다. 두 번째 실험인 자기공명막대의 탈부착을 반복한 실험도 8개 자기공명막대를 각 400회 총 3,200번 실험하였으나 초기 측정값과 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다( $P>0.05$ ). 그 이상의 실험 결과를 도출하진 않았지만 결과적으로 볼 때 공명막대의 나사산이 붕괴되지 않고 자성이 변하지 않는다면 측정 하는데 별 문제가 없는 것으로 사료된다. 세 번째 실험인 진료실내 소독 후에 측정된 ISQ 수치는 소독 전 측정값과 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다( $P>0.01$ ). 네 번째 실험인 고압증기멸균법에 8개의 자기공명막대를 각각 총 10회 반복 소독 한 결과도 소독 전 측정값과 통계적으로 측정값에 유의한 차이를 보이지 않았다( $P>0.05$ ). 그러나 소독 후에 특히 열을 가하는 고압증기멸균기 하에서 10번 이상 몇 번이나 계속해서



사용해도 되는지에 대한 문제는 앞으로 더 연구 해보아야 할 문제라 사료된다. 다섯 번째 실험결과로 결론으로 말하면 자기공명막대는 진공건열멸균 150℃/10분 이상의 온도에서 자성을 잃는 결과가 나왔으므로 모든 진료실내의 소독법에는 안전할 것으로 사료된다.

본 연구에서 나타난 결과로 진료실내 소독법을 추천한다면, 자기공명막대는 열에 영향을 받고, 또한 주로 임플란트 수술 시에 사용하므로 병원균의 아포를 죽일만한 멸균력을 갖아야 하기 때문에 과산화수소에 담가 혈액성분을 제거 하고 고온오일살균기[Dentistar 100℃/4분]에 소독 후 알코올로 닦아주는 것을 추천 하고 싶다.

## 결론

공진주파수 분석법 기술은 임플란트 안정성 측정 및 임플란트 치료의 임상 결과를 문서화 하는데 있어서 중요한 방법으로 사용될 수 있고 또한 보철 치료를 시작하기 전에 충분한 안정성에 도달 여부를 확인할 수 있도록 해준다. 최근에는 즉시 하중이 궁극적 목표가 되어 가고 있으며, 점차로 임플란트 식립 후 보철 완성까지의 시간이 단축되어 가고 있는 추세다. 이러한 임플란트 치료를 가능케 한 것은 임플란트 자체에 대한 연구와 안정성을 미리 예측 가능하게 한 장비들의 개발이다. 이것중의 하나가 Osstell™ mentor의 등장이며 이는 임상가들에게 많은 임상 지식을 제시해 주고 있다.

본 연구는 Osstell™ mentor를 사용하는데 있어서 자기공명막대의 측정값의 안정성을 살펴 보고 또한 진료실내의 소독 방법들 후에도 자기공명막대의 측정값이 안정한지를 확인 하고자 실험을 하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 자기공명막대의 자성이 변하지 않으면 ISQ 수치에 영향을 주지 않을 것으로 사료된다. 최초의 자기공명 막대끼리의 자성을 숙지하고 매 측정마다 그 자력을 느낄 수 있다면 몇 번이고 반복해서 사용할 수 있는 것으로 사료된다.
2. 자기공명막대의 탈부착 실험도 자기공명막대의 나사산만 붕괴 되지 않는다면 측정값에 영향을 미치지 않을 것으로 사료 된다.
3. 진료실내의 통상 소독 방법 후에도 자기공명막대의 측정값의 변화가 없었다.
4. 자기공명막대 자성체가 자성을 잃는(측정이 불가능한) 임계온도는 정확히 측정할 수 없었지만 150℃ 이상 온도에서 자성이 떨어지는 결과로 추론 해 보건 데 진료실내 소독방법에는 별 문제가 없다고 사료 된다.

## 참고문헌

1. Eposito M, Hirsch JM, Lekholm U, Thomsen P. Biologic factors contributing to failures of osseointegrated oral implants. I. Success criteria and epidemiology. *Eur J Oral Sci* 1998;106:721-764.
2. Meredith N. Assessment of implant stability as a prognostic determinant. *Int J Prosthodont* 1988;11:491-501.
3. Sennerby L, Roos J. Surgical determinants of clinical success of osseointegrated oral implants. A review of the literature. *Int J Prosthodont* 1998;11:408-420.
4. Brånemark PI, Engstrand P, Öhrrel LO, Gröndahl K, Nilsson P, Hagberg K, Darle C, Lekholm U. Brånemark Novum: a new treatment concept for rehabilitation of the edentulous mandible. Preliminary results from a prospective clinical follow-up study. *Clin Implant Dent Relat Res* 1999;1:2-16.
5. Meredith N, Book K, Freberg 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;8:226-233.
6. Sennerby L, Meredith N. Analisi della Frequenza di Risonanza(RFA), osteointegrazione e cario immediato 2002;A-32.
7. Johansson CB, Albrektsson T. Integration of screw implant in the rabbit: A 1-yr follow up of removal torque of titanium implants. *Int J Oral Maxillofacial implants* 1987;2:69-75.
8. Wennerberg A, Albrektsson T, Andersson B, Krol JJ. A histomorphometric and removal torque study of screw-shaped titanium implants with three different surface topographies. *Clin Oral Implants Res* 1995;6:24-30.
9. Dhert WJ, Verheyen CC, Braak LH, de Wijn JR, Klein CP, de Groot K, Rozing PM. A finite element analysis of the push-out test: influence of test conditions. *J Biomed Mater Res* 1992;26:119-30.
10. Kim SJ, Han DH. Periotest® assessment of dental implant mobility: A clinical study, *J Koran Academy of prosthodontics* 1998;36:758-771.
11. Meredith N, Book K, Freberg 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;8:226-233.
12. Meredith N, Rasmusson L, Sennerby L, Alleyn De. Mapping implant stability by resonance frequency analysis. *Med Sci Res* 1996;24:191-193.
13. Bischof M, Nedir R, Szmukler-Moncler S, Bernard JP, Samson J. Implant stability measurement of delayed and immediately loaded implants during healing. A clinical res-

- onance-frequency analysis study with sandblasted-and-etched ITI implants. *Clin Oral Implants Res* 2004;15:529-39.
14. Nkenke E, Hahn M, Weinzierl K, Radespiel-Tröger M, Neukam FW, Engelke K. Implant stability and histomorphometry: a correlation study in human cadavers using stepped cylinder implants. *Clin Oral Implants Res* 2003;14:601-9.
  15. Park C, Lim JH, Cho IH, Lim HS. A study of the measurement of the implant stability using resonance frequency analysis. *J Korean Academy of Prosthodontics* 2003;41:181-206.
  16. Huang HM, Chiu CL, Yeh CY, Lin CT, Lin LH, Lee SY. Early detection of implant healing process using resonance frequency analysis. *Clin Oral Implants Res* 2003;14:437-43.
  17. Rasmussen L, Meredith N, Sennerby L. Measurements of stability changes of titanium implants with exposed threads subjected to barrier membrane induced bone augmentation. An experimental study in the rabbit tibia. *Clin Oral Implants Res* 1997;8:316-322.
  18. Kim SM, Park CJ, Yi YJ, Chang BS, Cho LR. A comparative analysis with resonance frequency according to various simulated bone defects. *J Korean Academy of Prosthodontics* 2005;43:487-497.

## A study of Smartpeg™'s lifetime according to sterilization for implant stability

**Ho-Yeon Won, DDS, MSD, In-Ho Cho, DDS, MSD, PhD, Joon-Seok Lee, DDS, MSD**  
*Department of Prosthodontics, College of Dentistry, Dankook University*

**Purpose:** Resonance Frequency Analysis(RFA) technique can be used as an effective method in measuring the implant stability and documenting the clinical results. This technique also determines how stable the implant is before performing a prosthetic practice. Having become one the guidelines of the implant therapy whose final objective is the immediate loading, the Osstell™ mentor is giving a lot of information to the clinicians recently. In this communication, experiments were performed to investigate how reliable the measured ISQ values by Osstell™ mentor are, and to see if those are also stable even after sterilization. As five objectives: 1) How stable measured ISQ values after fixation Smartpeg™s for 400 times. 2) How stable measured ISQ values after 'attach-detach' Smartpeg™s for 400 times. 3) How stable measured ISQ values after clinical sterilization methods. 4) How stable measured ISQ values after repeatedly sterilization in autoclave for 10 times. 5) What is the critical temperature which is lost the magnetism of Smartpeg™.

**Materials and Methods:** Clinical sterilization methods(Autoclave sterilization, Dentistar sterilization, Ultra violet sterilization, Vacuum dry unit sterilization, Boiling water sterilization, combined H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> and Alcohol sterilization).Smartpeg™s. D3 Block bone(3×9×2cm). Osstem implant(Ø 4.1-10mm).Osstell™ mentor. Individual experiment was used 8 number of Smartpeg™s and they had measured to ISQ values of before experiment and after experiment. **Results:** 1. The measured ISQ values did not change after fixation Smartpeg™s for 400 times. 2. There was no significant changes in the measured ISQ values of 'attach-detach Smartpeg™s' for 400 times. 3. The measured ISQ values did not change after the usual clinical sterilization methods. 4. The measured ISQ values did not change after sterilization in autoclave for 10 times. 5. It was impossible to exactly measure the critical temperature which is lost the magnetism of Smartpeg™s. But, the results was resulted to lost its magnetism in higher temperature than 150℃/10 minute. **Conclusion:** The measured ISQ values showed insignificant differences in case of no changes in the magnetism of the Smartpeg™s. It seems that the Smartpeg™s can be used repeatedly in every measurement if the original magnetisms of the Smartpeg™s can be recognized. There seems to be no significant changes in the measured ISQ values of 'attach-detach Smartpeg™s' only if the screw pitches were unimpaired. The clinical sterilization methods seems acceptable because the result was resulted to lost its magnetism in higher temperature than 150℃/10minute.

**Key words :** Resonance Frequency Analysis(RFA), Smartpeg™'s, Osstell™ mentor, Sterilization

*Corresponding Author: In-Ho Cho*

*Department of Prosthodontics, College of Dentistry, Dankook University, San 7-1, Shinboo-Dong, Cheonan, Choongnam, 330-716, Korea*

*+82 41 550 1971: e-mail, cho8511@dku.edu*

Received August 27, 2007: Last Revision September 30, 2007: Accepted February 25, 2008