

임플란트 healing abutment 높이와 타진각도에 따른 타진방식 임플란트 안정성 측정기기의 수치 차이

박양훈¹ · 이성복^{1*} · 이석원¹ · 백장현² · 이정열³

¹강동경희대학교 치과병원 생체재료 보철과, ²경희대학교 치과대학 치과보철학교실, ³고려대학교 구로병원 임상치의학 연구소

Differences in percussion-type measurements of implant stability according to height of healing abutments and measurement angle

Yang-Hoon Park¹, Richard Leesungbok^{1*}, Suk-Won Lee¹, Janghyun Paek², Jeong-Yol Lee³

¹Department of Biomaterials and Prosthodontics, Kyung Hee University Dental School Hospital at Gangdong, Seoul, Republic of Korea

²Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Kyung Hee University, Seoul, Republic of Korea

³Department of Prosthodontics, Institute for Clinical Dental Research, Korea University Medical Center, Korea University, Seoul, Republic of Korea

Purpose: The purpose of this study was to evaluate the effect of healing abutment height and measurement angle on implant stability when using Periotest and AnyCheck. **Materials and methods:** 60 implants were placed into artificial bone blocks. After implant insertion, 2, 3, 4 and 5 mm healing abutments were installed on 15 specimens, respectively. Insertion torque value, implant stability test, Periotest value were measured. Insertion torque value was controlled between 45 - 55 Ncm. AnyCheck was used for measuring implant stability test and Periotest M was used for measuring Periotest value. Implant stability test and Periotest value were measured at the angles of 0 and 30 degrees to the horizontal plane. Measured values were analyzed statistically. **Results:** Insertion torque value had no significant difference among groups. When healing abutment height was higher, implant stability test and Periotest value showed lower stability. Also when measurement angle was decreased, implant stability test and Periotest value showed lower stability. **Conclusion:** When measuring stability of implants with percussion type devices, measured values should be evaluated considering height of healing abutments and measurement angle. (*J Korean Acad Prosthodont* 2018;56:278-86)

Keywords: Implant stability; AnyCheck; Periotest; Implant stability test; Periotest value; Insertion torque value

서론

오늘날 치과용 임플란트는 부분 무치악 환자, 완전 무치악 환자의 치료에 널리 사용되고 있다. 시술한 치과 임플란트의 미래 성공여부를 내다보는 척도로서 골내에 식립된 임플란트의 안정성(stability)을 수치화하여 비교하는 ‘안정성 검사(stability test)’가 대표적이다. 치과 임플란트의 안정성은 식립 당시에 측정하여 기록하는 초기 안정성(primary stability)과, 골유착 치유가 진

행되면서 얻게 되는 이차 안정성(secondary stability)으로 구분하고 있다.¹ 이들 중 임플란트의 초기 안정성은 임플란트 식립 직후에 얻어지는 기계적인 안정성으로서, 이후에 진행되는 골유착 과정에 영향을 미치지 때문에 임플란트의 성공에 매우 중요한 요소이며,² 신생골 형성(new bone formation)과 골 개조(bone remodeling)로 얻어지는 이차적인 생물학적 안정성과는 구별하여 이해해야 한다.³ 초기 안정성은 식립된 임플란트의 즉시부하와 초기기능력을 부여하기 위해서 반드시 필요한 요소이며, 골

*Corresponding Author: Richard Leesungbok

Department of Biomaterials and Prosthodontics, Kyung Hee University Dental School Hospital at Gangdong, 892 Dongnam-ro, Gangdong-gu, Seoul 05278, Republic of Korea

+82 (0)2 440 7520: e-mail, sbykmw@yahoo.co.kr

Article history: Received June 22, 2018 / Last Revision July 17, 2018 / Accepted July 18, 2018

©2018 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.

질, 골량, 수술법, 임플란트의 형태 및 표면처리 등의 특성에 의해서 영향을 받는다.^{4,5}

초기 안정성과 임플란트 초기 고정력을 측정하기 위해 조직학적 관찰⁶, 제거 토크(removal torque) 분석,^{7,8} 방사선사진 분석 등의 방법이 소개되었다.⁹ 그러나 기계적 측정법들은 골유착이 완성되기도 전에 과도하게 침습적이며, 화상에 의한 판정법들은 객관화된 정량적 정확도가 모호하다는 단점을 가지고 있다.¹⁰ 아직까지 임플란트의 초기 안정성을 임상적으로 측정할 수 있는 기기들이 다양하지 않은 실정에서 자기공진주파수 분석법(resonance frequency analysis, RFA) 방식과 타진방식의 2 가지 측정 방식이 널리 사용되고 있다.^{11,12} RFA 방식은 SmartPeg라고 불리는 변환기(transducer)를 측정할 때마다 임플란트에 연결해야 하는데 임플란트의 종류에 따라 맞는 것을 특별히 선택해서 측정해야 하는 번거로움이 있다.¹³ 이러한 RFA 방식과는 달리, 타진 방식은 healing abutment (HA) 또는 임플란트 상부보철을 제거하지 않은 상태에서 치유기간 동안에도 필요할 때마다 자유롭게 안정성을 측정할 수 있다는 장점이 있다. 타진방식의 측정기기로는 이미 잘 알려져 있는 Periotest (Medizintechnik Gulden, Modautal, Germany)와 최근에 개발되어 출시된 AnyCheck (Neobiotech Co. Ltd., Seoul, Korea) 등이 있다.

Periotest는 문헌상에 가장 자주 언급되어 있는 측정기기 중 하나이다.¹⁴ 금속 막대(metal rod)가 HA 또는 임플란트 상부보철의 표면에 닿은 후 정지하였다가 다시 돌아오는 시간을 측정하여 Periotest value (PTV)로 나타낸다. 4초 동안 총 16회 타진하며, PTV가 0일 때 접촉 시간은 0.426 milliseconds이다. 접촉시간이 0.02 milliseconds 증가하면 PTV는 1이 증가하게 되는데, 계기판에는 -8에서 +50까지의 값으로 표시된다.¹⁵ 임플란트 안정성 수치는 높을수록 임플란트의 동요도가 작다는 뜻이기 때문에, PTV는 측정값이 낮을수록 높은 임플란트 안정성 수치를 의미한다. PTV에 관련된 연구를 살펴보면 Aparicio¹⁶는 8년 종단적 연구에서 PTV가 골 리모델링과 골유착의 정도와 강한 상관관계를 보이며, 보철물을 제작하기 전에 Periotest를 이용하여 임플란트의 성패 판별이 가능하다고 보고하였다. 그러나, Faulkner 등¹⁴은 Periotest가 충격을 가하는 위치에 따라서 PTV의 차이가 있음을 발견하였는데, 1 mm 정도의 위치 차이에서 PTV가 1 - 2 정도 변할 수 있으며 같은 위치에서 측정한 경우에서도 측정각도에 따라 PTV 2.5 - 4.0 의 차이가 발생할 수 있다고 보고하였다. 다른 연구에서도 타진 위치 등의 다양한 요인이 PTV 값에 영향을 준다고 하였다.^{17,18}

AnyCheck은 타진방식 임플란트 안정성 측정기기로서 2017년에 출시되었다. 임플란트 보철 또는 HA를 3초 동안 6회 타진하여, HA와 접촉하는 시간을 계측하여 implant stability test (IST)로 표시하는 기기이다. IST는 1 - 99의 범위로 표시되며 숫자가 높을수록 접촉시간이 짧고 임플란트 안정성 수치가 높다는 것을 의미한다. IST는 1 - 59에서 낮은 안정성, 60 - 64에서 보통 안정성, 그리고 65이상에서 높은 안정성을 의미한다. 타진 시 59 이하의 낮은 안정성을 나타내는 경우 즉시 타진을 중단하는 안

전제여 기능도 갖추고 있다. 측정 시 위치는 먼저 환자를 직립위로 앉도록 하여 임플란트 장축이 지면과 수직이 되도록 위치시킨다. 임플란트 장축에 수직으로, 즉 지면과 평행하도록 기기를 위치시키고 IST를 측정한다. AnyCheck은 지면과 기기가 이루는 각도가 30°이상일 경우 오류로 인식하면서 타진 측정이 중단되는 제어기능이 있기 때문에, 측정 허용 각도를 벗어난 위치에서 각도 차이에 의한 측정오차를 줄일 수 있다. 그러나 아직 장기간의 임상적 사용 데이터가 축적되지 않아 더욱 다양한 상황에서 세밀한 연구가 부족한 상태이다. 또한 이러한 타진방식 임플란트 안정성 측정기기는 실제 환자의 구강 내에서 HA의 높이와 타진각도의 다양한 변화에 따라 측정값이 영향을 받을 수 있을 것으로 추측되나 현재까지 이에 대한 연구는 거의 없는 실정이다.

따라서 이번 연구의 목적은 인조골에 동일한 조건으로 식립한 임플란트에 대하여 타진방식의 임플란트 안정성 측정기기인 Periotest와 AnyCheck을 사용하여 안정성 수치를 측정함에 있어서, HA의 높이와 타진각도의 변화에 따른 각 측정기기의 안정성 수치 차이를 조사하는 것이다.

재료 및 방법

상악 구치부의 해면골 평균 골밀도와, 평균 피질골 층을 재현한 인조골 블록(artificial bone block, Sawbones Pacific Research Laboratories, Vashon, WA, USA)을 이번 연구에 적합하도록 주문 제작하였다. 상악 구치부의 평균 해면골 밀도가 0.31 g/cm³이기 때문에, 이를 재현하기 위해서 밀도가 0.32 g/cm³인 블록을 사용했으며 피질골은 블록의 상단에 1 mm 두께의 에폭시 판(epoxy sheet)으로 재현하였다.¹⁹ 블록은 길이 30 mm, 너비 30 mm, 높이 41 mm의 크기로 제작하였다.

60개의 CMI IS-II 임플란트(Neobiotech, Seoul, Korea)를 사용했으며 크기는 직경 4.0 mm, 길이 10.0 mm로 제조사의 표준 크기 임플란트를 사용했다 (Fig. 1A). Healing abutment (Neobiotech, Seoul, Korea)는 모두 직경이 4.5 mm였으며, 높이 2, 3, 4, 5 mm인 제품을 각각 15개씩 사용하였다. 식립 토크(insertion torque value, ITV) 측정을 위해 토크 라쳅(torque ratchet, Neobiotech, Seoul, Korea)을 사용했다.

표본 제작을 위해 고정용 바이스를 이용하여 인조골 블록의 장축이 지면과 수직이 되도록 고정시켰다. 핸드피스(INTRA-surg 300; KaVo Dental, Biberach, Germany)를 이용하여 인조골 블록의 정중앙에 임플란트를 식립했으며 ITV는 45 - 55 Ncm 범위의 통제된 힘으로 식립하였다 (Fig. 1A). 식립 방법은 제조사(Neobiotech, Seoul, Korea)에서 제공되는 표준 식립 방법을 따라 시행하였다. 식립 후 높이 2, 3, 4, 5 mm의 HA를 10 Ncm의 동일한 힘으로 체결하여 제작한 표본을 각각 15개씩 순서대로 그룹 1, 2, 3, 4로 분류하였다 (Table 1).²⁰

Periotest 제품 중 2008년에 출시된 Periotest M을 사용하였다. 임플란트 장축이 지면과 수직인 상태에서 Periotest M을 임

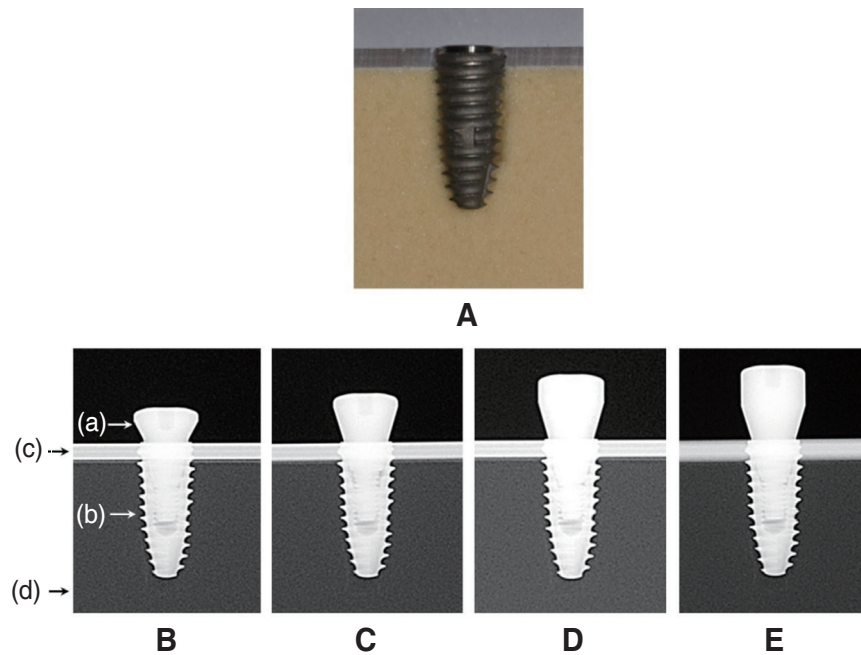


Fig. 1. (A) Cross-sectional view of CMI IS-II implant (4.0 mm diameter, 10.0 mm length) placed into artificial bone block. (B), (C), (D), (E) show radiographic images of specimens of 2, 3, 4, 5 mm healing abutments, respectively. In the radiographic images, (a) shows healing abutment and (b) shows implant. (c) shows cortical layer and (d) shows cancellous bone of artificial bone block.

Table 1. Specimen classification by healing abutment height

Group	1	2	3	4
Healing abutment height (mm)	2	3	4	5
Implant diameter (mm)	4.0	4.0	4.0	4.0
Implant length (mm)	10.0	10.0	10.0	10.0
Number of specimens	15	15	15	15

플란트 장축과 수직으로, 즉 지면에 대하여 평행하게 위치시켜 측정하는 것을 기본 측정위치로 하고 있기 때문에 이번 연구에서는 지면과 평행한 각도를 0°로 규정하였다. 0° - 90°의 각도를 표시한 플라스틱 plate를 제작하여 지면과 수직이 되도록, 즉 0°를 나타내는 선이 지면과 평행하며 90°를 나타내는 선이 지면과 수직이 되도록 위치시켰다. 표본을 플라스틱 plate의 각도 기준점에 위치시킨 후, Periotest M을 0°와 30°선에 위치시켜 측정하였다. 0°로 측정 시 Periotest M을 지면에 평행하게, 가능한 측정 목표점에 근접하게 위치시킨 후 측정하였다.²¹ 30°로 측정 시 Periotest M을 지면과 30°의 각도를 이루도록, 즉 임플란트 장축과 60°가 되도록 위치시킨 후 측정하였다 (Fig. 2). 측정 위치는 HA 측면의 가장 높은 지점에서 측정했으며, 각각의 임플란트에 대해 3 - 4번 반복 측정하여 같은 수치가 3번 측정되면 이 값을 각 임플란트 별 PTV로 정하였다.²²

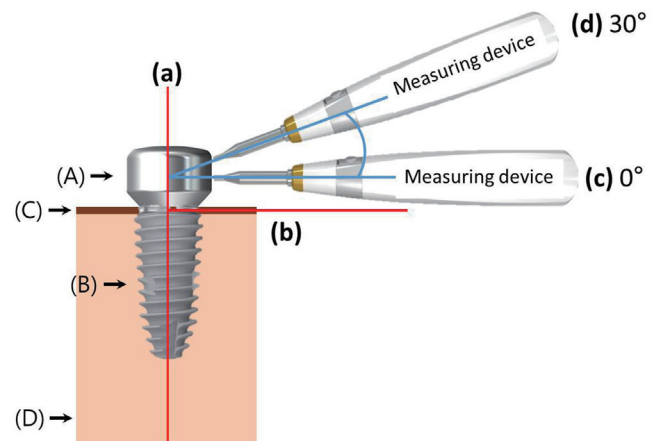


Fig. 2. Schematic representation of implant stability measurement. Long axis of implant (a) was perpendicular to horizontal plane (b). IST and PTV were measured at the angles of 0° (c) and 30° (d). Note that measurement angle of 0°(c) was parallel to the horizontal plane (b). (A) shows healing abutment and (B) shows implant. (C) shows cortical layer and (D) shows cancellous bone of artificial bone block.

AnyCheck은 임플란트 장축이 지면과 수직인 상태에서 AnyCheck을 임플란트 장축과 수직으로, 즉 지면과 평행으로 위치시켜 측정하는 것이 기본 위치이므로 이번 연구에서는 지면과 평행한 각도를 0°로 정하였다. 0 - 90°의 각도를 표시한 플라스틱 plate를 지면과 수직이 되도록, 즉 0°를 나타내는 선이 지면

과 평행하며 90°를 나타내는 선이 지면과 수직이 되도록 위치시켰다. 표본을 플라스틱 plate의 각도 기준점에 위치시킨 후, AnyCheck을 0°와 30°선에 위치시켜 측정하였다. 0°로 측정 시, AnyCheck을 지면에 평행으로, 즉 임플란트 장축에 수직으로 가능한 측정점에 근접하게 위치시킨 후 측정하였다. 30°로 측정 시, AnyCheck을 지면과 30°의 각도를 이루도록, 즉 임플란트 장축과 60°를 이루도록 위치시킨 후 측정하였다 (Fig. 2). 측정 위치는 HA 측면의 가장 높은 지점에서 측정했으며, 각각의 임플란트에 대해 3 - 4번 반복 측정하여 같은 수치가 3번 측정되면 이 값을 각 임플란트 별 IST로 정하였다.

측정한 데이터에 대한 통계 분석을 시행하였으며, 모든 통계는 SPSS statistics 18.0 소프트웨어 프로그램(SPSS, Chicago, IL, USA)을 사용하여 분석했다. one-sample Kolmogorov-Smirnov test를 사용한 정규성 검정을 통해, ITV, PTV, IST 측정 데이터의 분포가 정규분포를 따르지 않음을 확인하여 비모수 통계 분석을 시행하였다. Kruskal-Wallis test를 시행하여 각 그룹의 ITV를 비교했으며, 2, 3, 4, 5 mm의 HA를 체결한 그룹 1, 2, 3, 4 간의 IST와 PTV를 측정된 값을 각각 비교하였다. 그룹 1, 2, 3, 4 간의 IST와 PTV 비교 시 Mann-Whitney U test를 이용하여 사후분석을 시행하였다. 또한 Mann-Whitney U test를 이용하여 동일한 HA 높이에서 IST와 PTV를 각각 0°와 30°로 측정된 값을 서로 비교하였다. $P < .05$ 이었을 때 통계적 유의성이 있다고 판단하였다.

결과

각 그룹의 ITV는 Kruskal-Wallis test를 시행했을 때 $P > .05$ 의 결과가 나왔기 때문에, 모든 그룹에서 통계적으로 유의한 차이가 없었다 (Table 2). ITV는 안정성 측정값에 영향을 미칠 수 있으므로 그룹 간 유의한 차이가 없도록 통제하였다.

AnyCheck을 사용하여 IST 측정 시 HA의 높이가 증가할수록 IST가 낮아짐을 확인할 수 있었다 (Fig. 3). 각도의 변화에 따른 차이는, 0°와 30°로 측정된 수치를 비교했을 때 30°로 측정된 IST가 더 높은 값을 나타냈으며 통계적으로 유의한 차이가 있었다 (Table 3, Fig. 4). 측정각도 0°와 30°에서 그룹 1과 2, 그룹 2

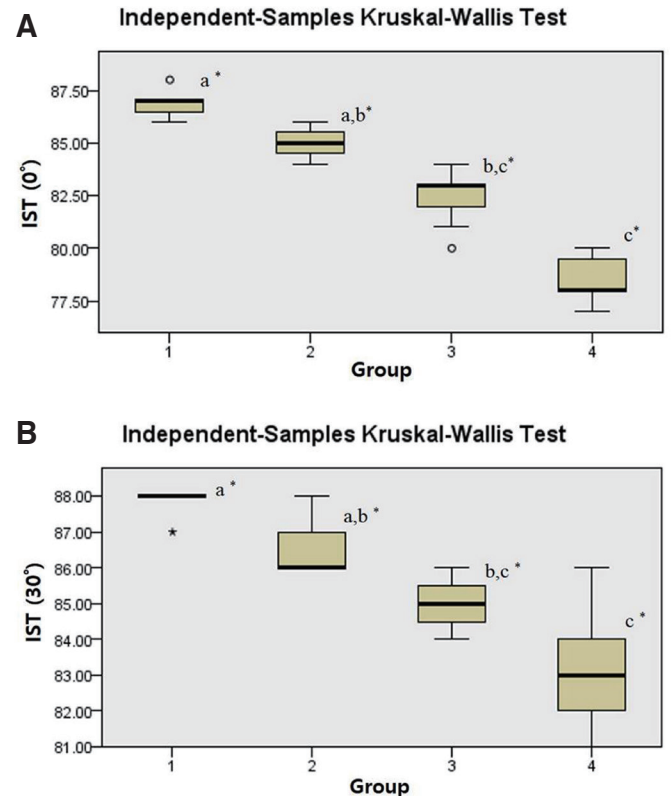


Fig. 3. (A) Results of Kruskal-Wallis test of implant stability test (IST) measured at the angle of 0° (n = 15). (B) Results of Kruskal-Wallis test of implant stability test (IST) measured at the angle of 30° (n = 15). Height of healing abutments (HA) were 2 mm, 3 mm, 4 mm and 5 mm in group 1, 2, 3 and 4, respectively.

*Different letters (a, b, c) indicate significant differences ($P < .05$).

와 3, 그룹 3과 4를 비교 시 통계적 유의차가 없었다 ($P > .05$). 그러나 그룹 1과 3, 그룹 1과 4, 그룹 2와 4를 비교 시 통계적 유의차가 있었다 ($P < .05$).

Table 2. Mean values and standard deviations of ITV, IST, PTV

Group	1	2	3	4
ITV (Ncm)	50.8 ± 4.00	50.33 ± 3.52	50.7 ± 2.6	50.7 ± 2.6
IST (0°)	86.8 ± 0.56	84.93 ± 0.88	82.47 ± 0.99	78.53 ± 1.06
IST (30°)	87.93 ± 0.26	86.53 ± 0.64	84.93 ± 0.88	83.13 ± 1.25
PTV (0°)	-7.95 ± 0.13	-7.58 ± 0.33	-6.86 ± 0.49	-5.7 ± 0.36
PTV (30°)	-8	-8	-7.79 ± 0.28	-7.11 ± 0.35

IST; implant stability test, ITV; insertion torque value, PTV; Periotest value, Group 1; 2 mm healing abutment, Group 2; 3 mm healing abutment, Group 3; 4 mm healing abutment, Group 4; 5 mm healing abutment.

Table 3. Comparison of implant stability test (IST) and Periotest value (PTV) measured at the angles of 0° and 30° by Mann-Whitney U test

	0° (n = 15)	30° (n = 15)	P value ¹⁾
IST (group 1)	86.80 ± 0.56	87.93 ± 0.26	.000
IST (group 2)	84.93 ± 0.88	86.53 ± 0.64	.000
IST (group 3)	82.47 ± 0.99	84.93 ± 0.88	.000
IST (group 4)	78.53 ± 1.06	83.13 ± 1.25	.000
PTV (group 1)	-7.95 ± 0.13	-8	.539
PTV (group 2)	-7.58 ± 0.33	-8	.000
PTV (group 3)	-6.86 ± 0.49	-7.79 ± 0.28	.002
PTV (group 4)	-5.7 ± 0.36	-7.11 ± 0.35	.000

¹⁾ Exact significance is displayed for this test.

Group 1; 2 mm healing abutment, Group 2; 3 mm healing abutment, Group 3; 4 mm healing abutment, Group 4; 5 mm healing abutment.

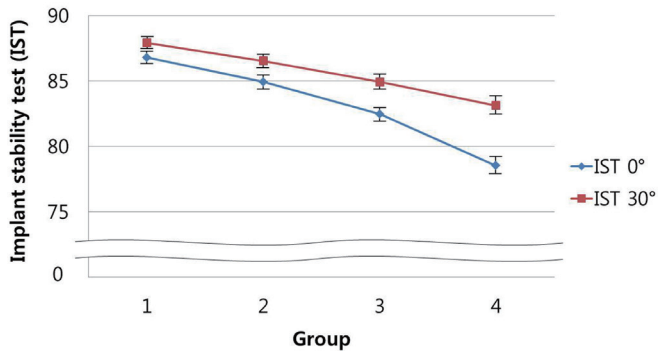


Fig. 4. Results of Mann-Whitney U test of implant stability test (IST) of each group measured at the angle of 0° and 30°. Height of healing abutments (HA) were 2 mm, 3 mm, 4 mm and 5 mm in group 1, 2, 3 and 4, respectively. IST measured at the angle of 30° was greater than IST measured at the angle of 0°. As the height of HA increased, difference between IST measured at the angle of 0° and 30° increased.

Group 1; 2 mm healing abutment, Group 2; 3 mm healing abutment, Group 3; 4 mm healing abutment, Group 4; 5 mm healing abutment.

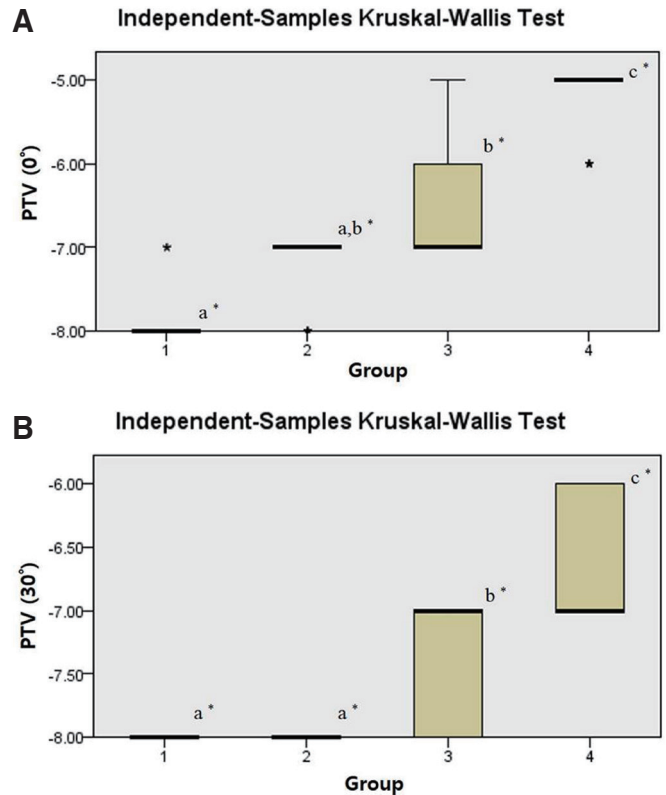


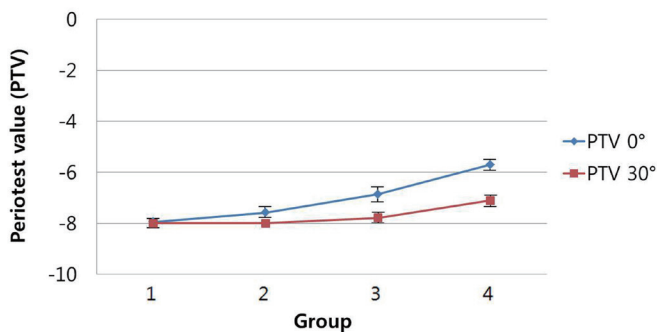
Fig. 5. (A) Results of Kruskal-Wallis test of Periotest value (PTV) measured at the angle of 0° (n = 15). (B) Results of Kruskal-Wallis test of Periotest value (PTV) measured at the angle of 30° (n = 15). Height of healing abutments (HA) were 2, 3, 4 and 5 mm in group 1, 2, 3 and 4, respectively.

*Different letters (a, b, c) indicate significant differences ($P < .05$).

Periotest M을 사용하여 PTV 측정 시, HA의 높이가 증가할수록 높은 PTV를 나타냈다 (Fig. 5). PTV는 커질수록 낮은 안정성을 의미하므로, 이는 HA의 높이가 증가할수록 안정성이 낮아지는 PTV가 측정된 것을 의미한다. 0°로 측정 시 그룹 1과 2, 그룹 2와 3을 비교했을 때는 통계적 유의차가 없었으며 그 외의 비교에서는 유의차가 있었다. 30°로 측정 시 그룹 1과 2를 비교했을 때는 통계적 유의차가 없었으며 그 외의 비교에서는 유의차가 있었다. 0°와 30°로 측정한 PTV를 비교 시 30°에서 더 낮은 PTV, 즉 더 안정성이 높은 수치를 나타냈다. 이 때 그룹 1에서는 통계적 유의차가 없었으며 그룹 2, 3, 4에서는 통계적 유의차가 있었다 (Table 3, Fig. 6).

Table 4. Guideline for evaluation of implant stability test (IST) according to healing abutment height

Standard + 3 mm	7 mm Healing abutment	IST +6
Standard + 2 mm	6 mm Healing abutment	IST +4
Standard + 1 mm	5 mm Healing abutment	IST +2
Standard	4 mm Healing abutment	IST
Standard - 1 mm	3 mm Healing abutment	IST -2
Standard - 2 mm	2 mm Healing abutment	IST -4
Standard - 3 mm	1 mm Healing abutment	IST -6

**Fig. 6.** Results of Mann-Whitney U test of Periotest value (PTV) of each group measured at the angle of 0° and 30°. Height of healing abutments (HA) were 2, 3, 4 and 5 mm in group 1, 2, 3 and 4, respectively. PTV measured at the angle of 30° was greater than PTV measured at the angle of 0°. As the height of HA increased, difference between PTV measured at the angle of 0° and 30° increased.

Group 1; 2 mm healing abutment, Group 2; 3 mm healing abutment, Group 3; 4 mm healing abutment, Group 4; 5 mm healing abutment.

고찰

AnyCheck과 Periotest M은 먼저 환자를 직립위로 앉도록 하여 임플란트 장축이 지면과 수직이 되도록 하고, 임플란트 장축에 수직이며 지면과 평행하도록 기기를 위치시켜 측정하는 것이 기본 위치이다. 따라서 이번 연구에서는 지면과 평행한 각도를 0°로 설정하였다. 악골 중 상악 구치부는 피질골이 얇고 해면골의 골밀도가 낮아 임플란트 실패율이 가장 높은 부위이다.²³⁻²⁵ 임플란트의 안정성은 골밀도가 낮은 상악골에서 특히 중요시된다. 따라서 이번 연구에서는 상악 구치부를 재현하여 밀도가 0.32 g/cm³인 인조골 블록을 주문 제작하여 사용하였다.¹⁹

ITV는 임플란트의 초기 안정성 평가에 중요한 요인 중 하나이며, 즉시부하와 초기기능력을 부여하기 위해서도 매우 중요하다.^{26,27} 따라서 각 그룹 간 ITV가 통계적으로 유의한 차이가 있다면, 이에 따른 안정성 측정값의 차이 또한 통계적 분석에 포함

시켜야 할 것이다. 그러나 이번 연구에서 ITV는 각 그룹 간 통계적 유의차가 없었다. 이는 임플란트 식립 시 그룹 간 유의차가 없도록 45 - 55 Ncm으로 통제했기 때문이며, 이번 연구의 통계 분석 시 ITV 변수를 제외하기 위한 것이었다. 그러나 그룹 내부의 수치간 편차가 존재하며, ITV를 45 - 55 Ncm으로 통제했음에도 데이터는 정규분포를 따르지 않았다.

IST는 HA의 높이가 높아질수록 더 낮은 IST를 나타냈다. 또한 0°보다 30°로 측정했을 때 더 높은 IST를 보였다. IST는 값이 높아질수록 더 높은 안정성을 의미하기 때문에 AnyCheck은 HA의 높이가 낮을수록, 지면을 기준으로 측정 기울기가 커질수록 더 높은 안정성 수치를 나타낸다고 할 수 있다. 측정각도 0°와 30°에서 그룹 1과 2, 그룹 2와 3, 그룹 3과 4를 비교 시 통계적으로 유의한 차이가 없었으나 그룹 1과 3, 그룹 1과 4, 그룹 2와 4를 비교 시 통계적 유의차가 있었다. 이는 HA 높이 1mm 차이는 IST에서 유의차가 없으나, 2 mm 이상 차이가 나는 경우 IST에서 유의차가 존재한다는 것을 의미한다. 제조사에서 제공하는 AnyCheck 설명서에 따르면, HA의 높이가 1 mm 높아지면 IST가 2만큼 낮아진다고 하였다 (Table 4). 이번 연구에서, 30°로 측정 시 HA가 1 mm 높아지면 IST 1.4 - 1.8의 차이가 있었으며 이는 설명서와 유사한 결과였다. 그러나 0°로 측정 시 HA의 높이가 1 mm씩 높아질수록 IST 차이도 1.9 - 4로 더 커지는 것을 확인할 수 있었다. 즉, 0°로 측정한 경우가 30°로 측정했을 때보다 HA 높이에 따른 타진 시 동요도의 차이가 더 크다는 것을 확인할 수 있다. 측정각도에 따른 차이는 IST 1.1 - 4.6의 차이가 났으며 HA의 높이가 높아질수록 더 커졌고, 모든 그룹에서 통계적 유의차가 있었다 (Table 3, Fig. 4).

PTV는 동일한 임플란트에서도 다양한 요인에 의해 측정값이 달라질 수 있다. Gomez-Roman과 Lukas²⁸의 연구에 따르면 HA를 체결했을 때와 지대주를 체결했을 때의 측정값은 PTV 3.5의 차이가 발생하며, 지대주만 체결했을 때와 크라운까지 장착했을 때의 측정값은 PTV 1.7의 차이가 있다고 하였다. 그러나 HA, 지대주, 크라운의 구체적인 높이에 대한 측정이 이루어지지 않아서 측정 대상의 높이에 따른 차이가 분석되지 않은 한계점이 있었다. Faulkner 등¹⁴은 Periotest가 충격을 가하는 위치에 따라서 PTV 차이가 있으며, 1 mm의 위치 차이에서 PTV가 1 - 2 정도 변할 수 있다고 보고하였다. 또한 같은 위치에서 측정했을 때 측정각도에 따라서 PTV 2.5 - 4.0의 차이가 발생할 수 있다고 보고하였다. 이번 연구에서 PTV의 경우 HA의 높이가 높아질수록 더 높은 PTV를 보였으며 0°보다 30°로 측정했을 때 더 낮은 PTV를 나타냈다. 이는 AnyCheck과 마찬가지로 HA의 높이가 낮을수록, 지면을 기준으로 측정 기울기가 커질수록 더 안정성이 높은 PTV를 나타낸다고 할 수 있다. 그러나 0°로 측정 시 그룹 1과 2, 그룹 2와 3을 비교했을 때는 통계적 유의차가 없었으며 그 외의 비교에서는 유의차가 있었다. 이는 HA 높이가 3 mm보다 높거나, 높이 차이가 2 mm 이상일 경우에만 PTV 차이가 있었다는 것을 의미한다. 30° 측정 시 그룹 1과 2의 비교에서는 통계적 유의차가 없었고 그 외의 비교에서는 유의차가 있었는데, 이는 HA

높이 2 mm와 3 mm 사이에만 PTV 차이가 없으며 그 외의 HA 높이가 차이에서는 PTV 차이가 있었다는 것을 의미한다. 이번 연구에서 각 그룹의 PTV 차이를 계산한 결과, 1 mm의 높이 차이에서 PTV가 0.21 - 1.16의 변화를 나타냈다. 같은 위치에서 측정 한 경우 측정각도에 따라서 PTV 0 - 1.41의 차이가 발생하였으며 HA 높이가 높아질수록 PTV 차이가 커졌다 (Table 3, Fig. 6). 기존 연구결과와 비교하였을 때 HA 높이와 측정각도 변화에 따른 PTV의 차이가 더 작은 것을 확인할 수 있다.

위와 같은 결과를 통해, 타진 방식의 임플란트 안정성 측정기기는 HA의 높이가 낮아질수록, 측정각도가 커질수록 더 안정성이 높은 측정값을 나타낸다고 예측할 수 있다. HA의 높이가 높아지는 경우, 안정성의 근원이 되는 임플란트와의 거리가 멀어지기 때문에 동요도가 미세하게 증가하여 PTV와 IST의 차이가 나타나는 것으로 생각된다. 임플란트를 식립하는 실제 환자의 무치악부위 상태에 따라서, 다양한 높이의 HA를 체결할 수 있다. 이 때 타진 방식으로 측정할 경우 안정성 측정값이 HA 높이에 따라 다르게 나타나므로, 이를 고려하여 판단해야 할 것이다.

안정성 측정각도가 커지는 경우, 임플란트 장축에 대해 수직으로 측정했을 때와 다르게 타진 시의 힘의 벡터가 임플란트 장축과 평행한 방향과, 장축에 대해 수직인 방향으로 나뉘게 된다. 동요도는 임플란트 장축에 수직인 방향으로 발생하는 움직임이기 때문에, 타진각도가 달라지면 동요도가 달라지게 되어 PTV와 IST의 차이가 나타나는 것으로 생각할 수 있다. 측정기기의 각도에 따른 PTV와 IST의 변화는 임상에서 중요하다. 임상에서 환자의 자세 또는 연조직 등의 제한으로 측정기기를 임플란트 장축에 수직으로 위치시키지 못 할 경우가 발생할 수 있다. 측정각도가 커짐으로써 더 높은 안정성 수치가 나올 경우 단순히 실제 임플란트의 안정성이 높다고 판단하는 것이 아니라, 측정 조건에 따른 수치의 변화를 고려하는 것이 바람직하다.

결론

이번 연구의 결과를 통해, 아래와 같은 결론을 내릴 수 있다.

타진방식 임플란트 안정성 측정기기인 AnyCheck과 Periotest M은 임플란트를 동일한 토크로 식립했을 때,

1. Healing abutment의 높이가 증가할수록 안정성 수치가 낮게 측정되었다.
2. 임플란트 장축에 대해 수직이며 지면에 대해 평행한 각도인 0°로 측정 한 경우가 지면에 대해 30°로 측정했을 때보다 안정성 수치가 더 낮게 측정되었다.
3. 따라서 임플란트의 안정성을 타진방식으로 측정할 때, healing abutment 높이와 타진각도의 변화에 따른 차이를 고려하여 측정해야 표준화된 평가를 할 수 있으며, 이에 대한 더욱 세밀한 사용법을 인지할 필요가 있다고 사료되었다.

ORCID

Yang-Hoon Park <https://orcid.org/0000-0001-6786-1380>

Richard Leesungbok <https://orcid.org/0000-0002-8381-723X>

Suk-Won Lee <https://orcid.org/0000-0003-2726-3567>

Janghyun Paek <https://orcid.org/0000-0002-1286-3140>

Jeong-Yol Lee <https://orcid.org/0000-0003-3079-0376>

References

1. Raghavendra S, Wood MC, Taylor TD. Early wound healing around endosseous implants: a review of the literature. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2005;20:425-31.
2. Meredith N. Assessment of implant stability as a prognostic determinant. *Int J Prosthodont* 1998;11:491-501.
3. Javed F, Romanos GE. The role of primary stability for successful immediate loading of dental implants. A literature review. *J Dent* 2010;38:612-20.
4. Elias CN, Rocha FA, Nascimento AL, Coelho PG. Influence of implant shape, surface morphology, surgical technique and bone quality on the primary stability of dental implants. *J Mech Behav Biomed Mater* 2012;16:169-80.
5. O'Sullivan D, Sennerby L, Meredith N. Measurements comparing the initial stability of five designs of dental implants: a human cadaver study. *Clin Implant Dent Relat Res* 2000;2:85-92.
6. Ericsson I, Johansson CB, Bystedt H, Norton MR. A histomorphometric evaluation of bone-to-implant contact on machine-prepared and roughened titanium dental implants. A pilot study in the dog. *Clin Oral Implants Res* 1994;5:202-6.
7. Johansson CB, Sennerby L, Albrektsson T. A removal torque and histomorphometric study of bone tissue reactions to commercially pure titanium and Vitallium implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1991;6:437-41.
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. Swami V, Vijayaraghavan V, Swami V. Current trends to measure implant stability. *J Indian Prosthodont Soc* 2016;16:124-30.
10. 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.
11. Sennerby L, Meredith N. Implant stability measurements using resonance frequency analysis: biological and biomechanical aspects and clinical implications. *Periodontol* 2000 2008;47:51-66.
12. Oh JS, Kim SG. Clinical study of the relationship between implant stability measurements using Periotest and Osstell mentor and bone quality assessment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol* 2012;113:e35-40.

13. Atsumi M, Park SH, Wang HL. Methods used to assess implant stability: current status. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2007;22:743-54.
14. Faulkner MG, Giannitsios D, Lipsett AW, Wolfaardt JF. The use and abuse of the Periotest for 2-piece implant/abutment systems. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2001;16:486-94.
15. Faulkner MG, Wolfaardt JF, Chan A. Measuring abutment/implant joint integrity with the Periotest instrument. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1999;14:681-8.
16. Aparicio C. The use of the Periotest value as the initial success criteria of an implant: 8-year report. *Int J Periodontic Restor Dent* 1997;17:150-61.
17. Aparicio C, Lang NP, Rangert B. Validity and clinical significance of biomechanical testing of implant/bone interface. *Clin Oral Implants Res* 2006;17:2-7.
18. Teerlinck J, Quirynen M, Darius P, van Steenberghe D. Periotest: an objective clinical diagnosis of bone apposition toward implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1991;6:55-61.
19. Devlin H, Horner K, Ledgerton D. A comparison of maxillary and mandibular bone mineral densities. *J Prosthet Dent* 1998;79:323-7.
20. Choi HH, Chung CH, Kim SG, Son MK. Reliability of 2 implant stability measuring methods in assessment of various periimplant bone loss: an in vitro study with the Periotest and Osstell Mentor. *Implant Dent* 2014;23:51-6.
21. Olivé J, Aparicio C. Periotest method as a measure of osseointegrated oral implant stability. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1990;5:390-400.
22. Kim SJ, Han DH. Periotest assessment of dental implant mobility: a clinical study. *J Korean Acad Prosthodont* 1998;36:758-71.
23. 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;20:220-30.
24. Jaffin RA, Berman CL. The excessive loss of Brånemark fixtures in type IV bone: a 5-year analysis. *J Periodontol* 1991;62:2-4.
25. Friberg B, Ekestubbe A, Sennerby L. Clinical outcome of Brånemark System implants of various diameters: a retrospective study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2002;17:671-7.
26. Jun SH, Chang BM, Weber HP, Kwon JJ. Comparison of initial stability parameters and histomorphometric analysis of implants inserted into extraction sockets: human fresh cadaver study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2010;25:985-90.
27. Levin BP. The correlation between immediate implant insertion torque and implant stability quotient. *Int J Periodontic Restor Dent* 2016;36:833-40.
28. Gomez-Roman G, Lukas D. Influence of the implant abutment on the Periotest value: an in vivo study. *Quintessence Int* 2001;32:797-9.

임플란트 healing abutment 높이와 타진각도에 따른 타진방식 임플란트 안정성 측정기기의 수치 차이

박양훈¹ · 이성복^{1*} · 이석원¹ · 백장현² · 이정열³

¹강동경희대학교 치과병원 생체재료 보철과, ²경희대학교 치과대학 치과보철학교실, ³고려대학교 구로병원 임상치의학 연구소

목적: 인조골에 동일한 조건으로 식립한 임플란트에 대하여 타진방식의 임플란트 안정성 측정기기인 Periotest와 AnyCheck을 사용하여 안정성 수치를 측정함에 있어서, healing abutment의 높이와 타진각도의 변화에 따른 각 측정기기의 안정성 수치 차이를 조사하는 것이다.

재료 및 방법: 총 60개의 임플란트를 주문제작한 인조골 블록에 식립하고 2, 3, 4, 5 mm 높이의 healing abutment를 각각 15개씩 네 그룹으로 나누어 체결하였으며, 각각 식립 토크, implant stability test, Periotest value를 측정했다. 임플란트 식립 시 45 - 55 Ncm의 토크를 유지하였다. 임플란트 장축에 수직인 지면을 기준으로, implant stability test는 AnyCheck을 사용하여 0°, 30°의 기울기로 측정했으며 Periotest value는 Periotest M을 사용하여 0°, 30°의 기울기로 측정하였다. 측정값은 통계적으로 비교 분석하였다.

결과: 식립 토크는 그룹 간 통계적 유의차가 없었다. AnyCheck과 Periotest M으로 측정했을 때, healing abutment의 높이가 증가할수록 안정성 수치가 낮게 측정되었다. 또한 AnyCheck과 Periotest M을 0°와 30° 기울기로 측정 시 0°로 측정한 그룹에서 안정성 수치가 더 낮게 측정되었다.

결론: 임플란트의 안정성 수치를 타진방식으로 측정할 때에는 healing abutment 높이와 타진각도의 변화에 따른 차이를 고려하여 측정해야 표준화된 평가를 할 수 있으며, 이에 대한 더욱 세밀한 사용법을 인지할 필요가 있다고 사료되었다. (*대한치과보철학회지* 2018;56:278-86)

주요단어: 임플란트 안정성; AnyCheck; Periotest; Implant stability test; Periotest value; 식립 토크

*교신저자: 이성복

05278 서울 강동구 동남로 892 강동경희대학교 치과병원 생체재료 보철과

02 440 7520: e-mail, sbykmw@yahoo.co.kr

원고접수일: 2018년 6월 22일 / 원고최종수정일: 2018년 7월 17일 / 원고채택일: 2018년 7월 18일

© 2018 대한치과보철학회

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