

수종의 금속으로 제작된 임플란트용 스케일러 팁의 다양한 부하조건에서의 진동측정

전경아^{1, 2}, 이인복², 임범순³, 이종찬⁴, 백승호^{2*}

고려대학교 안암병원 보존과¹, 서울대학교 치의학전문대학원 치과보존학교실², 서울대학교 치의학전문대학원 치과생체재료과학교실³, 고려대학교 임플란트 연구소⁴

Oscillation amplitude of four different metal scaler tips for implants under various load conditions

Kyung-A Chun^{1, 2}, In-Bog Lee², Bum-Soon Lim³, Jong-chan Lee⁴, Seung-Ho Baek²

Department of Conservative Dentistry, Korea University Anam Hospital¹, Department of Conservative Dentistry, School of Dentistry, Seoul National University², Department of Dental Biomaterials Science, School of Dentistry, Seoul National University³, Korea University Implant Research Center⁴

(Received: Nov. 21, 2012; Revised: Dec. 24, 2012; Accepted: Dec. 24, 2012)

ABSTRACT

The aim of present study was to investigate and compare the oscillation amplitude of experimental ultrasonic scaler tips made of following four different metal; copper(CU), bronze(BR), 316L stainless steel(316L) and conventional stainless steel(SS). These experimental metal tips were connected to the ultrasonic equipment that was set at 40% of full power, the oscillation amplitude of tips was measured using a piezoelectric sensor connected to an amplifier and an analogue-digital converter. The measurement was repeated under various loads from 10g to 60g. In general the oscillation amplitude of the CU and BR group was significantly lower than that of 316L and SS group($p < 0.05$). The CU and BR group showed a significant difference when the load was more than 50g($p < 0.05$). The 316L and SS groups showed no significant difference in all loads($p > 0.05$). And the oscillation amplitude was significantly increased in the all groups according to the increase of the load($p < 0.05$).

KEY WORDS : Oscillation amplitude, ultrasonic implant scaler, metal tip, piezoelectric sensor

서 론

치과용 임플란트 시술은 인접한 자연치를 삭제하지 않고 치열을 회복해주는 장점을 가지고 있기에 무치악 부위를 수복할 수 있는 가장 우수한 방법으로 각광받고 있으며 최근 수년간 많은 연구와 발전이 이루어졌다. 그러나 치과용 임플란트는 구강 내에서 자연치와 마찬가지로 치태와 치석이 침착할 수 있으며, 임플란트 표면에 침착된 치태와 치석은 임플란트에 손상을 주거나 임플란

트 주위에 치주낭을 형성하여 임플란트 주위염(perimplantitis)을 일으킬 수 있어서 임플란트 실패의 주요원인으로 알려져 있다(Berglundh 등, 1992; Ericsson 등, 1986). 따라서 환자 스스로 구강위생을 청결하게 관리해야 할 뿐 아니라 정기적으로 전문가의 유지관리를 필요로 한다. 임플란트 주위는 치주염을 일으키는 세균에 감염되기 쉽기 때문에, 임플란트를 식립한 환자에서 치태의 조기제거는 매우 중요하다.

초음파 스케일러는 핸드 스케일러와 비교해 볼 때 치태를 더 빠르게 제거할 수 있는 것으로 알려져 있으나, 전통적인 음파와 초음파 기구들은 임플란트 표면에 손상을 줄 수 있다는 연구 결과도 보고된 바 있다(Hallmon

* 교신저자 : 110-749 서울시 중로구 연건동 28 서울대학교 치의학전문대학원 치과보존학교실, 백승호
Tel : 02-2072-3815, E-mail : shbaek@snu.ac.kr

등, 1996). 표면이 손상되어 거칠어진 임플란트 표면에는 치태 침착이 더 용이하게 되어(Quirynen 등, 1990; Quirynen 등, 1993) 임플란트 주위염의 위험도를 높이는 것으로 알려져 있다(Berglundh 등, 2007). 이러한 임플란트의 표면 손상을 막기 위해 플라스틱 큐렛, 탄소나 나일론 타입의 기구들, 고무 연마컵, 연마제와 함께 사용하는 브러쉬 및 air-powder abrasive system 등의 비금속 기구들이 금속기구의 대안으로 연구되기도 했다(Fox 등, 1990; Mengel 등, 1998; Ramaglia 등, 2006). 그 예로 Sato 등(2004)은 인공적인 잔류물을 제거하는 in vitro 실험에서 비금속 팁을 사용한 초음파 스케일러가 플라스틱 손기구보다 제거효율이 우수하고, 임플란트 표면에 미치는 손상도 더 적었다고 하였다. Kawashima 등(2007)도 다양한 스케일러 팁의 성능을 비교한 in vivo 연구에서 금속 팁에 비해 플라스틱 또는 탄소재질 팁이 임플란트 표면에 더 적절하다고 추천하였다. 그러나 air-powder abrasive system은 기종(emphysema)의 위험성으로 사용에 주의가 필요하다는 보고가 있었고(Van de Velde 등, 1991), Schwartz 등(2003)은 비금속인 탄소섬유 팁이 티타늄 표면의 소독에는 적합하지 않다고 하였으며, 플라스틱 커버를 끼운 초음파 팁은 임플란트 표면에 플라스틱 잔류물을 남겼다는 보고도 있어(Mann 등, 2012) 임플란트 표면에 어떠한 기구가 가장 적합한지에 대해서는 아직 일치되는 의견이 없다. 따라서 임플란트 표면을 손상시키지 않으면서 효율적으로 치태와 치석을 제거할 수 있는 기구가 가장 이상적이라 할 수 있다.

한편 금속기구의 경우 위와 같은 문제점이 없고 비금속 기구에 비해 내구성이 우수하여 파절에 대한 저항이 뛰어난 장점을 갖고 있다. 최근 구리를 주성분으로 하는 새로운 임플란트용 스케일러 팁이 개발되었는데, 비록 금속 팁이지만 티타늄 표면에 거의 손상을 주지 않는다는 결과가 보고되었다(Baek 등, 2011; Unursaikhan 등, 2012). 그런데 구리는 스테인레스 스틸에 비해 내구성이 떨어지고 쉽게 마모되거나 변형이 되는 단점이 있다. 이에 본 연구에서는 기존의 재료형 스테인레스 강보다 낮은 정도를 가진 다른 금속들로 실험용 스케일러 팁을 제작하여 이들이 나타내는 진동의 세기를 측정 비교 분석하였다.

재료 및 방법

실험재료

316L 스테인레스 강(316L), 청동(BR)의 재질로 실험용 초음파 스케일러 팁을 제작하여 시중에 판매되는 구리 팁(IS-tip, B&L Biotec, Ansan, Korea)(CU)과 재래형 스테인레스 강으로 만들어진 초음파 스케일러 팁(1, satelec, France)(SS)과 비교하였다(Figure 1).

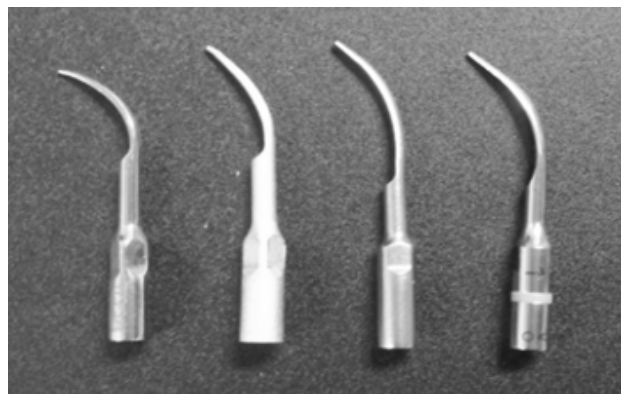


Figure 1. Four types of ultrasonic scaler tips which used in this experiment. From left to right copper, bronze, 316L stainless steel, conventional stainless steel tips.

실험방법

각 팁을 piezoelectric 타입의 초음파 기기(P5 NEWTRON XS, Satelec, France)에 연결하고 기기의 power를 40퍼센트의 출력이 되도록 조절하였다. 초음파 핸드피스를 천칭 위에 고정시키고 평행을 맞춘 후 10g의 하중이 핸드피스 쪽에 가해지도록 천칭을 조절하고 기기를 작동시켜 팁의 진동을 측정하였다. 진동의 측정 방법은 실험용 팁의 끝부분에 고무판을 얹은 압전센서(Rectuson, Sunnam, Korea)를 90도가 되도록 접촉시켜 이 센서에서 발생된 물리적 신호가 증폭기를 거쳐 Data Acquisition Board (National Instrument Co., Austin, TX, USA)에서 전기적 신호로 변환되어 컴퓨터에 입력되도록 장비를 만들었다. 입력된 신호는 분석소프트웨어 Labview (National Instrument Co., Austin, TX, USA)를 이용해 만든 소프트웨어를 이용해 파일로 저장하였고, 신호는 0.02초마다 기록되도록 고안되었다(Figure 2). 진동의 측정은 10g씩 하중을 증가시키며 60g까지 반복하였다. 각 군의 팁은 3개씩 무작위로 골라 시험하였고, 같은 팁에 대하여 2회씩 반복 측정하여 데이터의 재현성을 확인하였다. 측정된 데

이터를 엑셀 프로그램으로 변환하여 그래프를 그리고 진동의 최대값과 최소값을 3개씩 구하여 그 평균의 소수점 1자리까지의 값을 1회 측정값으로 정했다.

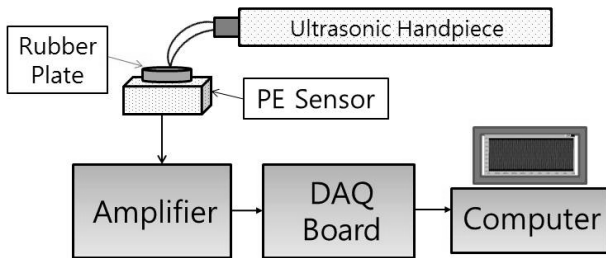


Figure 2. Schematic diagram for oscillation amplitude measurement. (PE Sensor: Piezoelectric sensor, DAQ Board: Data Acquisition Board)

통계분석

통계분석은 SPSS(IBM SPSS Version 20, USA) 프로그램을 이용하였다. 모든 군의 데이터를 각 하중 별로 평균과 표준편차를 구하고 같은 하중에서의 평균값이 금속 재질에 따른 유의차가 있는지 또한 하중의 증가에 따라 진동의 세기도 유의한 차이가 나는지를 일반선형분석을 이용하여 신뢰수준 95%에서 분석하였고 Tuckey test로 사후 검정하여 그룹을 나누었다.

실험결과

처음 진동이 시작되는 초기에 진동의 세기가 폭발적으로 증가하다가 곧 일정한 세기를 유지하는 양상을 보였고, 결과는 일정한 세기를 유지할 때의 수치로 계산하였다(Figure 3).

CU군과 BR군의 진동세기가 모두 부하조건에서 316L군이나 SS군보다 절반 정도 낮게 나타났다(Table 1). 모든 실험군에서 가해지는 하중이 증가됨에 따라 진동의

세기도 정비례하여 증가되는 양상을 보였다(Figure 4). 통계분석 결과 진동의 세기가 10g에서 40g까지는 CU군과 BR군이 316L군과 SS군에 비해 유의성 있게 낮았고 CU군과 BR군 사이의 차이는 없었으며, 316L군과 SS군도 유의성 있는 차이는 없었다($p < 0.05$). 한편, 50g과 60g에서는 CU군이 BR군보다 유의성 있게 높은 진동세기를 보였으며, 이들 두 군보다 316L군과 SS군은 여전히 유의성 있는 높은 진동세기를 나타내어 실험군이 3개로 분류되는 양상을 보였으며 316L군과 SS군 간에 유의성 있는 차이는 없었다($p < 0.05$). 부하가 증가할수록 진동의 세기도 통계적으로 유의성 있게 증가하는 것으로 나타났다($p < 0.05$).

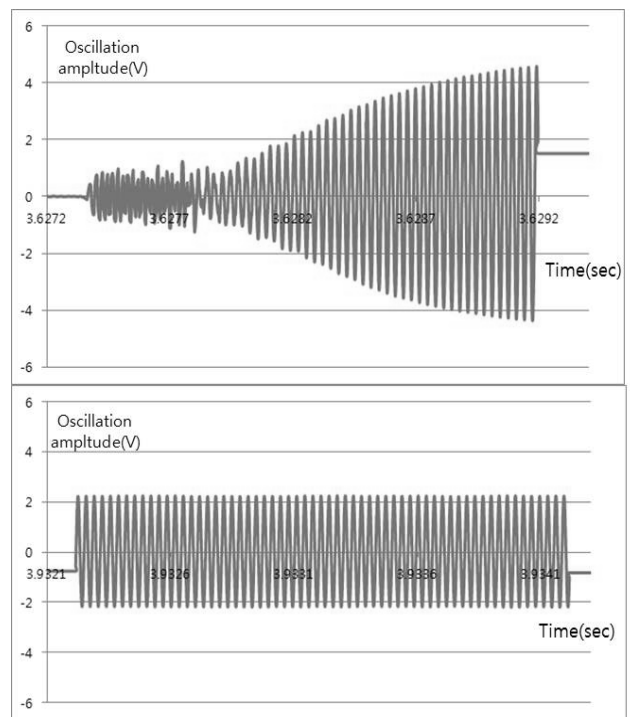


Figure 3. Oscillation patterns of experimental (316L, 10g load) ultrasonic scaler tip. (Top: when beginning oscillation, Bottom: during oscillation)

Table 1. Oscillation amplitude of each group per various load conditions (V)

Groups	Load					
	10g	20g	30g	40g	50g	60g
Mean(S,D)						
CU	0.77(0.12)	1.25(0.14)	1.88(0.26)	2.42(0.22)	2.97(0.25)	3.65(0.32)
BR	0.79(0.14)	1.25(0.05)	1.67(0.1)	2.1(0.15)	2.55(0.16)	2.98(0.2)
316L	1.85(0.24)	2.92(0.31)	3.8(0.25)	4.58(0.22)	5.07(0.08)	5.42(0.12)
SS	1.73(0.13)	2.73(0.22)	3.75(0.26)	4.45(0.31)	5.05(0.13)	5.3(0.18)

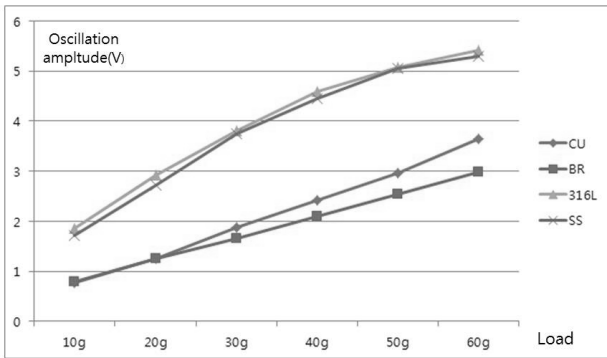


Figure 4. The changes of oscillation according to the change of load.

고찰

본 연구는 임플란트 주위염을 예방할 수 있는 전문가의 치태조절관리를 위한 임플란트용 초음파 스케일러 팁의 진동 세기를 비교한 것으로 기존에 임플란트의 치태관리를 위해 추천되어 왔던 비금속 기구들을 대체할 수 있는 적절한 금속 초음파 팁을 찾아보는데 그 목적이 있다. Baek 등(2011)의 연구와 Seol 등(2012)의 연구에서 구리로 만든 초음파 팁은 비금속 기구를 대체할 수 있을만한 우수한 안정성을 보여주었고, 이에 초점을 맞추어 구리처럼 재래형 스테인레스 강보다 낮은 경도를 가진 다른 금속들을 찾아 이들 역시 임플란트용 스케일러 팁으로 적합한지 여부를 알아보게 되었고, 실험용으로 제작할 수 있었던 팁은 청동과 스테인레스 강중에서 경도가 낮은 316L 스테인레스 강이었다. 예비실험에서 이들의 비커스 경도는 각각 구리 90(HV), 청동(121HV), 316L 스테인레스 강(331HV), 재래형 스테인레스 강(537HV)의 수치를 나타냈다. 이들의 진동 세기를 본 연구에서 시험한 결과 CU군과 BR군은 진동 세기가 40g 이하의 부하에서는 유사하였고, 316L군과 SS군은 모든 부하에서 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 금속의 종류에 따라 진동의 세기가 차이를 보이는 이유는 금속의 물리적 성질에 따라 팁의 끝으로 전달되는 진동이 차이가 나기 때문으로 생각되며, 여기에는 금속의 경도뿐만 아니라 탄성계수, 비중 등도 영향을 미칠 것으로 보인다. 특히 구리나 청동의 탄성계수가 316L 스테인레스 강이나 재래식 스테인레스 강에 비해 훨씬 작기 때문에 이들의 뛰어난 탄성이 진동을 흡수하여 팁의 끝으로 전달되는 진동의 세기가 감소되었다고 생각된다. 진동 세기만으로 임플란트 표면에 대한 안정성을 확신할 수는 없겠으나, 구리 팁이 기존 티타늄 표면에서 보여준 안정성을 고려해 보면 CU군과 비슷한 진동 세기를 보여

준 BR군도 임플란트용 스케일러 팁으로서의 가능성을 보여준다고 할 수 있다. 앞으로 진동의 세기뿐만 아니라 실제 티타늄 표면에 적용했을 때 어느 정도 표면 손상을 일으키는지, 또는 치태 제거 효율에 대한 추가적 연구가 필요할 것으로 보인다. 또한 부하의 증가에 따라 진동 세기도 유의하게 증가하는 결과를 보았을 때 실제 환자를 스케일링할 때 같은 팁을 사용해도 술자가 어느 정도의 힘을 적용하느냐에 따라 임플란트 표면에 실제로 가해지는 진동 세기도 달라진다고 볼 수 있으므로 시술 시 어느 정도의 힘으로 팁을 적용해야 하는지에 대한 연구도 필요할 것으로 생각된다.

초음파 기기의 진동형태를 정량적으로 측정하는 것은 진동의 높은 주파수 때문에 쉽지 않은데, 이에 관한 초기 연구로 Walmsley 등(1986a; 1986b)이 초음파 팁에 반사되는 빛을 광학현미경으로 관찰하여 분석하는 방법이 소개된 바 있으나, 이후에 Lea 등(2002; 2003a; 2003b)은 scanning laser vibrometer를 이용하여 초음파 기기의 변위 진폭(displacement amplitude)을 좀 더 정확히 측정하는 방법을 제시하였다. 이들은 초음파 팁을 시각적으로 관찰하여 진동변위를 마이크로미터 단위로 측정하였고, 본 연구에서는 팁을 센서에 접촉시킨 상태로 진동을 감지하여 이를 전기적 신호세기(V)로 바꾸어 정량적으로 비교하였기에 좀 더 실제 임플란트에 접촉하는 부위에서 가해지는 진동 세기와 유사하여 임상 재현성이 있다고 볼 수 있다. 이러한 실험방법 등의 차이 때문에 선행연구와 본 실험 결과의 직접적인 비교는 불가능하지만 그룹간의 상대적 비교 결과는 유사하였다. 이들은 초음파 기기와 스케일러 팁의 변화에 따라 진동이 달라졌을 뿐 아니라 같은 디자인의 팁 간에도 진동의 차이가 존재한다고 하였고(Lea 등, 2003), 본 연구에서도 같은 그룹 내에서 측정할 때마다 조금씩 진동 세기의 차이를 보였다. 또한 Lea 등(2003a)은 다른 연구에서 초음파 기기의 출력과위를 10단계로 나누어 증가시킴에 따라 진동 세기는 비례하여 증가한다고 보고하였고, 스케일러 팁에 부하를 가하는 군과 가하지 않는 군 사이에 진동의 차이가 있었다고 하였다(Lea 등, 2003b). 본 연구에서는 출력과위를 40%로 고정하여 시험하였으므로 기기의 출력 증가에 따른 진동의 변화는 알 수 없었으나 부하의 변화에 따른 진동 세기의 변화는 관찰되었다. 또한 스케일러 팁의 마모에 따라 초음파 팁의 진동의 세기가 떨어진다는 보고도 있었기 때문에(Lea 등, 2006) 향후 팁이 마모된 후 진동 세기의 변화를 측정해 보는 추가 연구도 의미가 있을 것으로 보인다.

결 과

본 연구에서는 구리, 청동 및 316L 스테인레스 강으로 실험용 임플란트 스케일러 팁을 제작하여 시판중인 재래형 스테인레스 강 팁과 진동의 세기를 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 진동의 세기는 초음파 기기를 작동시킨 직후에는 폭발적인 증가를 보이다가 곧 일정한 크기의 진동을 보였다.
2. 부하가 증가될수록 진동의 세기는 모든 재료의 팁에서 유의하게 증가하였다.
3. 진동의 세기는 구리와 청동 팁이 316L 스테인레스 강과 재래형 스테인레스 강 팁에 비해 유의하게 낮았으며, 부하가 50g 이상으로 증가되었을 때부터 구리가 청동 팁보다 진동의 세기가 유의하게 높은 것으로 나타났다.

참고문헌

- Baek SH, Shon WJ, Bae KS, Kum KY, Lee WC, Park YS (2011). Evaluation of the safety and efficiency of novel metallic ultrasonic scaler tip on titanium surfaces. *Clin Oral Implants Res* 23:1269-1274.
- Berglundh T, Gotfredsen K, Zitzmann NU, Lang NP, Lindhe J (2007). Spontaneous progression of ligature induced peri-implantitis at implants with different surface roughness: An experimental study in dogs. *Clin Oral Implants Res* 18:655-661.
- Berglundh T, Lindhe J, Marinello C, Ericsson I, Liljenberg B (1992). Soft tissue reaction to de novo plaque formation on implants and teeth. An experimental study in the dog. *Clin Oral Implants Res* 3:1-8.
- Ericsson I, Lekholm U, Branemark PI, Lindhe J, Glantz PO, Nyman S (1986). A clinical evaluation of fixed-bridge restorations supported by the combination of teeth and osseointegrated titanium implants. *J Clin Periodontol* 13:307-312.
- Fox SC, Moriarty JD, Kusy RP (1990). The effects of scaling a titanium implant surface with metal and plastic instruments: An in vitro study. *J Periodontol* 61:485-490.
- Hallmon WW, Waldrop TC, Meffert RM, Wade BW (1996). A comparative study of the effects of metallic, nonmetallic, and sonic instrumentation on titanium abutment surfaces. *Int J Oral Maxillofac Implants* 11:96-100.
- Kawashima H, Sato S, Kishida M, Yagi H, Matsumoto K, Ito K (2007). Treatment of titanium dental implants with three piezoelectric ultrasonic scalers: An in vivo study. *J Periodontol* 78:1689-1694.
- Lea SC, Landini G, Walmsley AD (2002). Vibration characteristics of ultrasonic scalers assessed with scanning laser vibrometry. *J Dent* 30:147-151.
- Lea SC, Landini G, Walmsley AD (2003). Displacement amplitude of ultrasonic scaler inserts. *J Clin Periodontol* 30:505-510.
- Lea SC, Landini G, Walmsley AD (2003). Ultrasonic scaler tip performance under various load conditions. *J Clin Periodontol* 30:876-881.
- Lea SC, Landini G, Walmsley AD (2006). The effect of wear on ultrasonic scaler tip displacement amplitude. *J Clin Periodontol* 33:37-41.
- Mann M, Parmar D, Walmsley AD, Lea SC (2012). Effect of plastic-covered ultrasonic scalers on titanium implant surfaces. *Clin Oral Implants Res* 23:76-82.
- Mengel R, Buns CE, Mengel C, Flores-de-Jacoby L (1998). An in vitro study of the treatment of implant surfaces with different instruments. *Int J Oral Maxillofac Implants* 13:91-96.
- Quirynen M, Marechal M, Busscher HJ, Weerkamp AH, Darius PL, van Steenberghe D (1990). The influence of surface free energy and surface roughness on early plaque formation. An in vivo study in man. *J Clin Periodontol* 17:138-144.
- Quirynen M, van der Mei HC, Bollen CM, Schotte A, Marechal M, Doornbusch GI, Naert I, Busscher HJ, van Steenberghe D (1993). An in vivo study of the influence of the surface roughness of implants on the microbiology of supra- and subgingival plaque. *J Dent Res* 72:1304-1309.
- Ramaglia L, di Lauro AE, Morgese F, Squillace A (2006). Profilometric and standard error of the mean analysis of rough implant surfaces treated with different instrumentations. *Implant Dent* 15:77-82.
- Sato S, Kishida M, Ito K (2004). The comparative

- effect of ultrasonic scalers on titanium surfaces: An in vitro study. *J Periodontol* 75:1269-1273.
- Schwarz F, Rothamel D, Sculean A, Georg T, Scherbaum W, Becker J (2003). Effects of an Er:Yag laser and the vector ultrasonic system on the biocompatibility of titanium implants in cultures of human osteoblast-like cells. *Clin Oral Implants Res* 14:784-792.
- Seol HW, Heo SJ, Koak JY, Kim SK, Baek SH, Lee SY (2012). Surface alterations of several dental materials by a novel ultrasonic scaler tip. *Int J Oral Maxillofac Implants* 27:801-810.
- Unursaikhan O, Lee JS, Cha JK, Park JC, Jung UW, Kim CS, Cho KS, Choi SH (2012). Comparative evaluation of roughness of titanium surfaces treated by different hygiene instruments. *J Periodontal Implant Sci* 42:88-94.
- Van de Velde E, Thielens P, Schautteet H, Vanclooster R (1991). subcutaneous emphysema of the oral floor during cleaning of a bridge fixed on an imz implant. Case report. *Rev Belge Med Dent* 46:64-71.
- Walmsley AD, Laird WR, Williams AR (1986). Displacement amplitude as a measure of the acoustic output of ultrasonic scalers. *Dent Mater* 2:97-100.
- Walmsley AD, Laird WR, Williams AR (1986). Inherent variability of the performance of the ultrasonic descaler. *J Dent* 14:121-125.