Effect of supportive periodontal therapy on long-term implant survival rate

So-Jeong Choi^{1†}, Ha-Na Jeong^{2†}, Ok-Su Kim^{3*}

¹School of Dentistry, Dental Science Research Institute, Chonnam National University, Gwangju, Korea

²Department of Dentistry, Chonnam National University Hwasun Hospital, Hwasun, Korea

³Department of Periodontology, School of Dentistry, Dental Science Research Institute, Chonnam National University, Gwangju, Korea

The aim of this study was to determine the condition of supportive periodontal therapy (SPT) in implant patients and the effect of SPT on implant long-term survival. Implants placed at the Dept. of Periodontology, Chonnam National University Dental Hospital over a 5-year period, were traced for up to 8 years. Patients who had visited the hospital at least once a year were defined as regular SPT, and patients who were treated by active periodontal therapy were defined as patients with periodontitis. Kaplan-Meier survival analysis was performed based on the observation periods, and the effect of SPT and history of periodontitis on implant survival assessed by chi-square test. A total of 183 patients (age: 21–91, 98 males and 85 females), and 508 implants were used for this study. Three hundred eight implants were under SPT and 87 implants were under regular SPT. For the patients with periodontitis 136 implants were placed. The 5-year survival rate was 94.8%. The overall survival rate in patients who received SPT was 97.1% and 91.0% for those who did not ($p=0.004$). The survival rate in patients who received regular SPT was 97.7%, and 96.8% for patients received irregular SPT. The survival rate was 93.4% in patients with periodontitis and 95.2% in patients without periodontitis. Among patients with periodontitis, the survival rate was 100.0% in patients who received regular SPT and 89.2% for irregular SPT ($p=0.012$). These results suggest that regular SPT improves implant survival rate and is more effective in patients with periodontitis.

Key Words: Dental implants, Maintenance, Periodontitis, Survival rate

© This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

서론

임플란트는 치아가 상실된 환자의 첫 번째 선택의 수복 치료법으로 널리 이용되고 있다. 이러한 임플란트 치료를 받은 후에는 자연치와 같은 저작, 발음, 심미성이 모두 충족되어야 하며 이러한 기능은 장기간 유지되어야 한다. 그러나 임플란트는 교원섬유의 주행방향과 주위 조직의 부착 상태 등의 구조가 자연치보다 불리하여 세균침투에 의한 염증유발 가능성이 높으므로

구강청결유지 관리가 적절히 이루어져야 한다[1-3]. Fransson 등[4]과 Roos-Jansåker 등[5]에 의하면 임플란트 식립 환자의 임플란트 주위염의 발생 빈도는 28%–43%로 나타났다. 임플란트 주위염이 악화되어 골소실이 심해진다면 골유착이 상실되어 임플란트를 제거해야 하는 결과에 이를 수 있다.

유지치주치료(supportive periodontal therapy, SPT)란 미국치주학회(The American Academy of Periodontology) 주최 제3차 World Workshop에서 제정된 용어로 치주조직의 건강을

Received September 3, 2018; Revised November 19, 2018; Accepted November 27, 2018

Corresponding author: Ok-Su Kim, Department of Periodontology, School of Dentistry, Dental Science Research Institute, Chonnam National University, 77 Yongbong-ro, Buk-gu, Gwangju 61186, Korea.

Tel: +82-62-530-5640, **Fax:** +82-62-530-5649, **E-mail:** periodrk@chonnam.ac.kr

[†]These authors contributed equally to this work.

Copyright © 2018, Oral Biology Research Institute

유지하기 위해서 환자 개개인의 조건에 맞춰진 적절한 간격의 정기검진을 통해 치주감염을 조절하는 것으로 임플란트 장기간의 생존 및 성공에 필수적임을 의미한다. Ramfjord 등[6]의 임상연구를 통해서 유지치주치료가 치주건강에 미치는 중요한 역할을 확인할 수 있다. 그리고 Rinke 등[7]은 임플란트 식립환자에서 유지치주치료를 시행하지 않았을 경우 유지치주치료를 시행한 경우보다 임플란트 주위염의 발병률이 11배 높아진다고 보고하였다.

또한 치주질환으로 인한 자연치의 발거가 원인이 되어 임플란트를 식립하는 경우가 많기 때문에 치주질환의 병력은 임플란트 생존율에 중요한 평가 요인이다. Hardt 등[8]의 연구에 의하면 파괴적인 치주질환을 가진 환자가 치주가 건강한 환자보다 임플란트 실패율이 2배 이상 높았고, Karoussis 등[9]은 만성 치주염의 기왕력이 있는 환자의 경우 임플란트 실패율이 증가한다고 보고하였다.

이번 연구의 목적은 전남대학교 치과병원 치주과에서 임플란트 식립을 받은 환자들의 유지치주치료 실태를 파악하고 유지치주치료 여부와 더불어 규칙적인 유지치주치료와 임플란트 생존율의 상관관계를 알아보기 위함이다. 또한 기준에 치주질환의 병력이 있는 환자의 임플란트 생존율을 살펴보고 유지치주치료가 이에 영향을 주는지 알아볼 것이다. 이를 통해 임플란트 식립 후 간과하기 쉬운 지속적인 정기검진의 필요성과 유지치주치료의 중요성을 알리는데 도움이 되고자 함에 있다.

대상 및 방법

연구대상

2008년 12월부터 2013년 12월까지 전남대학교 치과병원 치주과에서 임플란트 식립을 받은 성인 남녀 183명(연령 범위: 21-91세)의 508개의 임플란트를 대상으로 하였고 임플란트 식립 수술 이후부터 추적 조사되었다.

전남대학교 치과병원에서 임플란트만 식립하고 최종 보철물을 수복하지 않은 환자는 제외되었으며 발치 후 즉시 임플란트를 식립한 환자, 1차 · 2차 수술을 동시에 한 환자, 상악동거상술과 골이식술을 받은 환자는 포함되었다. 이번 연구는 전남대학교 치과병원 생명의학연구윤리심의위원회(Institutional Review Board, IRB)의 승인을 받아 진행되었다(IRB no. CNUDH-2017-017).

연구방법

Electronic Medical Record (EMR) 분석내용

2008년 12월부터 2013년 12월까지 전남대학교 치과병원 치주과에서 임플란트 식립을 받은 성인 남녀 183명의 임플란트 508개의 진료내역을 EMR을 통해 확인하였다.

진료 기록부로부터 얻어진 정보를 토대로 성별, 연령, 임플란트 식립 위치(상악/하악, 전방/후방-오른쪽 견치에서 왼쪽 견치까지를 전방으로 정의), 골유도재생술(guided bone regeneration) 유무, 상악동거상술 유무, 치주소파술을 받은 내역을 조사하였다. 그리고 임플란트 수술 후 유지치주치료 여부를 조사하고 유지치주치료가 시행되는 경우 시행되는 간격을 조사하여 규칙적인 것(regular SPT)과 불규칙적인 것(irregular SPT)으로 구분하였다.

임플란트 생존율 분석

임플란트 실패 기준: 임플란트 생존기간은 임플란트 1차 수술 날짜와 마지막으로 검진을 받은 날짜 사이의 기간을 개월 수로 계산하였다.

임플란트 실패는 Albrektsson 등[10]의 실패 기준 중 일부 항목에 의거해서 임상적으로 동요도가 있거나, 임플란트를 제거해야 할 만큼 임플란트 주변에 심한 골손실을 보인 경우를 실패로 판정하였다.

그리고 임플란트가 제거된 경우 Rosenberg 등[11]의 실패 시기 분류에 따라, stage 1은 임플란트 식립 이후 2차수술을 하기까지의 기간, stage 2는 2차 수술과 최종 보철물이 구강 내 완성되기까지의 기간, stage 3은 최종 보철물 완성 후 1년 이내, stage 4는 1년에서 5년 사이, stage 5는 5년 이후의 기간으로 분류하였다.

유지치주치료: 임플란트 식립 후 스케일링, 치주소파술, 슈퍼플로스 사용, 클로로헥시딘 같은 화학제제로 가글한 내역이 있는 환자는 유지치주치료를 받았다고 구분하였다.

유지치주치료를 받은 환자 중에서도 매년 1회 이상 유지치주치료를 받으면 치주질환의 진행속도에 영향을 미치지 않는다는 Lindhe와 Nyman[12]의 연구 결과에 따라 임플란트 식립 후 현재까지 매년 1회 이상 병원에 내원한 환자를 규칙적인 유지치주치료를 받은 환자로 분류하였다. 그리고 과거에 치주치료를 받은 경험이 있는 환자는 치주질환에 감수성이 높다는 Axelsson과 Lindhe[13]의 연구 결과에 따라 치주치료를 받은 환자를 조사하고 규칙적인 유지치주치료를 받고 있는지 확인하였다.

통계처리

기술통계적 분석을 시행하여 연구 집단의 특성을 빈도와 백

분율로 나타내었다. 관찰 기간 중 Kaplan-Meier 생존 분석을 시행하여 생존율을 평가하였다. 환자의 성별, 연령, 식립 부위, 치주질환의 병력, 유지치주치료와 임플란트 생존율과의 연관성을 알아보기 위해 IBM SPSS Statistics ver. 22.0 software (IBM Co., Armonk, NY, USA)을 이용하여 카이제곱검정으로 분석하였으며 $p < 0.05$ 수준에서 통계학적으로 유의한 것으로 간주하였다.

결 과

연구집단의 특성

2008년 12월부터 2013년 12월까지 전남대학교 치과병원 치주과에서 임플란트 식립을 받은 성인남녀 183명을 대상으로 총 508개의 임플란트가 추적 관찰되었다. 임플란트 생존기간은 임플란트 1차 수술 이후를 기준으로 최소 0개월에서 최대 102개월이었다.

Table 1. Description of the study population and implant placed site

Age	Subject	Percentage	Implant number
20-29	6	3.1	7
30-39	17	5.7	30
40-49	28	14.3	74
50-59	45	22.5	116
60-69	53	32.0	164
70-79	28	17.2	89
80+	6	5.2	28
Total	183	100.0	508

Fig. 1. Cumulative survival rate of implants (0-102 m).

월이었다. 남성은 98명으로 274개의 임플란트가 식립되었고, 여성은 85명으로 234개의 임플란트가 식립되었다. 연령별로 대상을 구분하였을 때 60대의 비율(32%)이 가장 높았으며 소구치를 포함한 상하악 구치부에 주로 임플란트가 식립되었다 (Table 1).

임플란트 생존율

총 183명의 환자에서 508개의 임플란트가 식립되었고 27개의 임플란트가 제거되었거나 제거 후 재식립되었다. 총 508개의 임플란트를 식립한 이후 Kaplan-Meier 생존분석을 통해 누적 생존율을 계산하였다. 4개월까지 494개가 생존하여 누적 생존율이 99.4%였고, 9개월까지는 464개가 생존하여 98.0%의 누적 생존율을 보였다. 식립 이후 1년부터 4년까지는 377개가 생존하여 95.2%의 누적 생존율을, 5년 후 252개가 남아 94.8%의 누적 생존율을 보였다(Fig. 1).

탈락한 임플란트 27개 중 1차 수술 후 2차 수술 사이인 1기에서 14개로 가장 많았으며 최종보철물 장착 후 1년까지의 기간인 3기와 최종보철물 장착 후 1년에서 5년 사이인 4기에는 각각 2개의 임플란트가 탈락되었다(Fig. 2).

성별, 연령, 부위에 따른 임플란트 생존율

성별에 따른 임플란트 생존율은 남성은 95.6%, 여성은 93.6%였다. 연령에 따른 임플란트 생존율은 20대에서 92.9%로 가장 낮게 나타났고 30대와 80세 이상에서 100%로 가장 높게 나타

Fig. 2. Number of failed implants according to stage. Stage 1: the period from implant placement to the second surgery. Stage 2: the period until the second surgery and final prosthesis are completed in the oral. Stage 3: one year after completion of the final prosthesis. Stage 4: between 1-5 year after completion of the final prosthesis. Stage 5: 5 year after completion of the final prosthesis.

Table 2. Survival rate of implants according to gender, age and operation site (n=508)

Variable	State		Survival rate (%)	p-value
	Survived	Lost		
Gender				0.328
Male	262	12	95.6	
Female	219	15	93.6	
Age (y)				0.776
20–29	13	1	92.9	
30–39	31	0	100.0	
40–49	88	6	93.6	
50–59	173	12	93.5	
60–69	124	7	94.7	
70–79	40	1	97.6	
80+	11	0	100.0	
Operation site				0.124
Maxillary Anteriors	43	4	91.5	
Maxillary Posteriors	204	16	92.7	
Mandibular Anteriors	23	0	100.0	
Mandibular Posteriors	211	7	96.8	

Anteriors: central incisor, lateral incisor, canine, Posteriors: premolar, molar.

Table 3. Survival rate of implants according to SPT (n=508)

SPT	State		Survival rate (%)	p-value
	Survived	Lost		
o	299	9	97.1	0.004
x	182	18	91.0	

SPT: supportive periodontal therapy, o: patients received SPT, x: patients without SPT.

났다. 식립 위치에 따른 생존율은 하악 전치부는 100%로 가장 높았고 상악전치부가 91.5%로 가장 낮았다. 성별, 연령, 부위에 따른 임플란트 생존율은 모두 통계학적으로 유의미한 차이를 보이지 않았다(Table 2).

유지치주치료 받은 환자에 따른 임플란트 생존율

정기성의 유무와 상관없이 유지치주치료(SPT)를 받은 환자의 임플란트 생존율은 97.1%였고 유지치주치료를 받지 않은 환자의 생존율은 91.0%로 통계학적으로 유의미한 차이를 보였다

Table 4. Survival rate of implants according to regularity of SPT (n=308)

SPT	State		Survival rate (%)	p-value
	Survived	Lost		
Regular	85	2	97.7	0.738
Irregular	214	7	96.8	

SPT: supportive periodontal therapy.

($p=0.004$) (Table 3). 그리고 유지치주치료를 받은 환자 중 매년 1회 이상을 정기적으로 내원한 환자의 생존율은 97.7%였고 비 정기적으로 내원한 환자는 96.8%였다. 정기적으로 SPT를 시행한 군과 비정기적으로 시행한 군 간에는 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았다($p=0.738$) (Table 4).

치주염 병력이 있는 환자에서의 임플란트 생존율

치주염 환자의 경우 임플란트 생존율은 93.4%이고 치주염이 없는 환자는 95.2%였다(Table 5). 규칙적인 유지치주치료를 받

Table 5. Survival rate of implants according to history of periodontitis (n=508)

History	State		Survival rate (%)	p-value
	Survived	Lost		
History of periodontitis	127	9	93.4	0.502
Without history of periodontitis	354	18	95.2	

Table 6. Survival rate of implants according to history of periodontitis under regular SPT (n=87)

Regular SPT	State		Survival rate (%)	p-value
	Survived	Lost		
History of periodontitis	53	0	100.0	0.150
Without history of periodontitis	32	2	94.1	

SPT: supportive periodontal therapy.

은 환자 중 치주염의 치료를 받은 병력이 있는 환자에서 생존율은 100.0%로 나타났고 치주염 치료를 받은 병력이 없는 환자의 생존율은 94.1%로 나타났다(Table 6). 치주염 환자 중 정기적인 유지치주치료를 받은 환자의 임플란트 생존율은 100.0%였고 치주염 환자 중 정기적인 유지치주치료를 받지 않은 환자의 임플란트 생존율은 89.2%로 통계학적으로 유의미한 차이를 보였다($p=0.012$) (Table 7).

고 찰

이번 연구는 2008년 12월부터 2013년 12월까지 전남대학교 치과병원 치주과에서 임플란트를 식립받은 환자들의 유지치주치료 실패를 파악하고 기존에 치주질환의 병력이 있는 환자의 임플란트 생존율과 유지치주치료가 임플란트 생존율에 미치는 영향을 알아보기 위하여 시행하였다. 임플란트 생존기간은 임플란트 1차 수술 이후를 기준으로 최소 0개월에서 최대 102개월이었다. 임플란트 5년 생존율은 94.8%였고 유지치주치료가 임플란트 생존율에 영향을 주었으며 특히 치주염 치료를 받은 병력이 있는 경우 유지치주치료를 함으로써 실패율이 현저히 감소되었다.

임플란트의 생존율은 어떤 시기에 임플란트를 제거했거나 제거하기로 결정하기 전까지 구강 내 남아있는 임플란트의 비율을 의미한다. 이번 연구에서는 임플란트 실패는 Albrektsson 등

Table 7. Survival rate of implants according to regularity of SPT among person with history of periodontitis (n=136)

History of periodontitis	State		Survival rate (%)	p-value
	Survived	Lost		
Regular SPT	53	0	100.0	0.012
Irregular SPT	74	9	89.2	

SPT: supportive periodontal therapy.

[10]의 실패 기준 중 일부 항목에 의거해서 임상적으로 동요도가 있거나, 임플란트를 제거해야 할 만큼 임플란트 주변에 심한 골 소실을 보이는 경우를 실패로 판정하였다. Jung 등[14]은 임플란트 지지 단일 금관의 5년 생존율을 94.5%로 보고하였다. 이번 연구에서의 5년 이상 임플란트 생존율은 94.8%로 이와 비슷하였다. 이번 연구에서는 시기별로 실패한 임플란트를 분석한 결과 주로 1차 수술 이후 기능 부하 이전에 임플란트의 실패가 발생했다. 주된 실패의 이유로 골유착의 실패를 들 수 있는데 총 27개 중 14개로 가장 많았다. 기존연구에서 성별, 연령, 식립 부위가 임플란트의 생존에 영향을 주는지 여부는 명확하게 밝혀지지 않았지만 이번 연구에서도 통계학적인 유의성은 없었다.

Rosling 등[15]의 연구에 의하면 다양한 외과적, 비외과적 치료를 받은 환자에서 치태에 감염된 치열은 치주질환의 재발을 야기하지만 치태가 조절되고 정기적인 유지관리를 받은 치열은 수년 동안 안정된 치주상태가 유지될 것이라고 하였다. 그리고 Axelsson 등[16]은 30년 동안 유지치주치료를 받은 환자의 구강상태를 통해 치태조절에 근거한 유지 프로그램의 효과도 제시하였다. 이번 연구에서도 이와 비슷하게 유지치주치료를 받은 환자의 생존율은 97.1%이고 유지치주치료를 받지 않은 환자의 생존율은 91.0%로 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 또한 유지치주치료를 받은 환자 중 매년 1회 이상을 규칙적으로 내원한 환자의 임플란트 생존율은 97.7%이고 비규칙적으로 내원한 환자의 생존율은 96.8%로 규칙적으로 유지치주치료를 받은 환자의 생존율이 높았지만 통계적으로 유의한 차이는 보이지 않았다.

Hardt 등[8]의 연구에서는 치주질환을 가진 그룹에서 임플란트가 상실될 가능성은 그렇지 않은 그룹에 비해 약 2배 높았다. 이번 연구에서 치주염 치료를 받은 병력이 있는 환자의 임플란트 생존율은 93.4%, 치주염의 병력이 없는 환자의 생존율은 95.2%로 치주염이 없는 환자의 경우가 임플란트 생존율이 높았지만 통계학적으로 유의미하지 않았다. Karoussis 등[9]에 의하면 치주질환 병력이 있는 환자가 규칙적인 유지치주치료를 받은 경우 90.5%의 생존율을 보이고 치주질환의 병력이 없는 환자가 규칙적인 유지치주치료를 받은 경우 96.5%의 생존율을 보

였다. 이번 연구에서는 치주염의 병력이 있는 환자가 규칙적인 유지치주치료를 받은 경우 임플란트 생존율은 100.0%를 보였고 치주염의 병력이 없는 환자가 규칙적인 유지치주치료를 받았을 경우 94.1%로 오히려 치주염의 병력을 가진 환자의 생존율이 높게 나타났다. 이러한 상반된 결과가 나온 것은 표본의 수가 적었던 점과 더불어 치주염 치료를 받은 병력이 있는 환자들이 규칙적인 유지치주치료를의 중요성을 이미 인지하고 있어 치주건강 유지에 대한 강한 동기부여가 된 점도 영향을 끼칠 수 있다고 예상된다. Hardt 등[8]에 의하면 치주염의 병력을 가진 환자에서 유지치주치료가 잘 이루어지지 않는 경우 후기 임플란트 상실(late implant loss)은 3배 더 높았다. 이번 연구결과도 이와 비슷하게 치주염 치료를 받은 병력이 있는 환자 중 규칙적인 유지치주치료를 받은 환자의 임플란트 생존율은 100.0%였고 치주염 치료를 받은 환자 중 규칙적인 유지치주치료를 받지 않은 환자의 생존율은 89.2%로 이는 통계학적으로 유의미하였다.

이번 연구결과를 통해 유지치주치료가 임플란트 생존율을 높이는데 기여하였고 특히, 치주염 환자의 경우 규칙적인 유지치주치료가 더욱 임플란트 생존에 효과적임이 밝혀졌다. 따라서 임플란트 식립 후 규칙적인 검진을 통해 임플란트 식립 치아의 치주조직을 건강하게 유지해야 하며 환자 스스로 구강위생 관리가 되지 않거나 치주조직이 건강하지 못한 경우에는 구강보건전문가의 도움이 더욱 필요하다는 것을 알 수 있었다[10,17].

이번 연구의 한계점은 임플란트의 탈락만을 포함시켜 생존율만을 살펴보았다는 점이다. 또한 Zarb와 Albrektsson [18]과 van Steenberghe 등[19]의 연구에 의하면 임플란트의 생존을 평가할 때 임플란트 주위 골의 안정성이 중요하다는 것을 알 수 있다. 이는 임플란트의 생존에 영향을 주게 되므로 이번 연구에 포함시켰어야 하는 것이 바람직하다. 그 외에 이번 연구에서는 포함되지 않았으나 치주염의 심도에 따라 구분하여 유지치주치료 소환간격조사, 흡연자와 비흡연자간의 차이 등도 임플란트 생존율에 영향을 미칠 수 있으므로 이에 대한 연구가 추가적으로 필요할 것이다.

CONFLICTS OF INTEREST

The authors declare that they have no competing interests.

ORCID

So-Jeong Choi

<https://orcid.org/0000-0002-3643-675X>

Ha-Na Jeong

<https://orcid.org/0000-0003-2642-2052>

Ok-Su Kim

<https://orcid.org/0000-0001-8528-9314>

REFERENCES

1. Lavelle CL. Mucosal seal around endosseous dental implants. *J Oral Implantol* 1981;9:357-371.
2. Lindhe J, Berglundh T, Ericsson I, Liljenberg B, Marinello C. Experimental breakdown of peri-implant and periodontal tissues. A study in the beagle dog. *Clin Oral Implants Res* 1992;3:9-16. doi: 10.1034/j.1600-0501.1992.030102.x.
3. Heitz-Mayfield LJ, Lang NP. Comparative biology of chronic and aggressive periodontitis vs. peri-implantitis. *Periodontol* 2000 2010;53:167-181. doi: 10.1111/j.1600-0757.2010.00348.x.
4. Fransson C, Lekholm U, Jemt T, Berglundh T. Prevalence of subjects with progressive bone loss at implants. *Clin Oral Implants Res* 2005;16:440-446. doi: 10.1111/j.1600-0501.2005.01137.x.
5. Roos-Jansäker AM, Lindahl C, Renvert H, Renvert S. Nine-to fourteen-year follow-up of implant treatment. Part II: presence of peri-implant lesions. *J Clin Periodontol* 2006;33:290-295. doi: 10.1111/j.1600-051X.2006.00906.x.
6. Ramfjord SP, Morrison EC, Burgett FG, Nissle RR, Shick RA, Zann GJ, Knowles JW. Oral hygiene and maintenance of periodontal support. *J Periodontol* 1982;53:26-30. doi: 10.1902/jop.1982.53.1.26.
7. Rinke S, Ohl S, Ziebolz D, Lange K, Eickholz P. Prevalence of periimplant disease in partially edentulous patients: a practice-based cross-sectional study. *Clin Oral Implants Res* 2011;22:826-833. doi: 10.1111/j.1600-0501.2010.02061.x.
8. Hardt CR, Gröndahl K, Lekholm U, Wennström JL. Outcome of implant therapy in relation to experienced loss of periodontal bone support: a retrospective 5- year study. *Clin Oral Implants Res* 2002;13:488-494. doi: 10.1034/j.1600-0501.2002.130507.x.
9. Karoussis IK, Salvi GE, Heitz-Mayfield LJ, Bragger U, Hammerle CH, Lang NP. Long-term implant prognosis in patients with and without a history of chronic periodontitis: a 10-year prospective cohort study of the ITI Dental Implant System. *Clin Oral Implants Res* 2003;14:329-339. doi: 10.1034/j.1600-0501.000.00934.x.
10. Albrektsson T, Zarb G, Worthington P, Eriksson AR. The long-term efficacy of currently used dental implants: a review and proposed criteria of success. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1986;1:11-25.
11. Rosenberg ES, Cho SC, Elian N, Jalbout ZN, Froum S, Evian CI. A comparison of characteristics of implant failure and

- survival in periodontally compromised and periodontally healthy patients: a clinical report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2004;19:873-879.
12. Lindhe J, Nyman S. Long-term maintenance of patients treated for advanced periodontal disease. *J Clin Periodontol* 1984;11:504-514. doi: 10.1111/j.1600-051X.1984.tb00902.x.
 13. Axelsson P, Lindhe J. Effect of controlled oral hygiene procedures on caries and periodontal disease in adults. Results after 6 years. *J Clin Periodontol* 1981;8:239-248. doi: 10.1111/j.1600-051X.1981.tb02035.x.
 14. Jung RE, Pjetursson BE, Glauser R, Zembic A, Zwahlen M, Lang NP. A systematic review of the 5-year survival and complication rates of implant-supported single crowns. *Clin Oral Implants Res* 2008;19:119-30. doi: 10.1111/j.1600-0501.2007.01453.x.
 15. Rosling B, Nyman S, Lindhe J, Jern B. The healing potential of the periodontal tissues following different techniques of periodontal surgery in plaque-free dentitions. A 2-year clinical study. *J Clin Periodontol* 1976;3:233-250. doi: 10.1111/j.1600-051X.1976.tb00042.x.
 16. Axelsson P, Nyström B, Lindhe J. The long-term effect of a plaque control program on tooth mortality, caries and periodontal disease in adults. Results after 30 years of maintenance. *J Clin Periodontol* 2004;31:749-757. doi: 10.1111/j.1600-051X.2004.00563.x.
 17. Silverstein LH, Kurtzman GM. Oral hygiene and maintenance of dental implants. *Dent Today* 2006;25:70-75.
 18. Zarb GA, Albrektsson T. Consensus report: towards optimized treatment outcomes for dental implants. *J Prosthet Dent* 1998;80:641. doi: 10.1016/S0022-3913(98)70048-4.
 19. van Steenberghe D, Quirynen M, Naert I. Survival and success rates with oral endosseous implants. In: editors. *Proceedings of the 3rd European Workshop on Periodontology*. Berlin: Quintessence Publishing Co; 1999. p. 242-254.