

상악 구치부에 식립된 엔도포아 임플란트의 후향적 연구

김상수 · 안미라 · 이원혁 · 정희승* · 신임희** · 손동석

대구 가톨릭대학교 의과대학 치과 구강악안면외과학교실, *대구 서문치과, **대구 가톨릭대학교 의과대학 통계학교실

Abstract (J. Kor. Oral Maxillofac. Surg. 2009;35:361-366)

A RETROSPECTIVE STUDY OF SINTERED POROUS-SURFACED DENTAL IMPLANTS IN RESTORING THE POSTERIOR MAXILLA

Sang-Soo Kim, Mi-Ra Ahn, Won-hyuk Lee, Heui-Seung Jung*, Im-hee Shin**, Dong-Seok Sohn

Dept. of Oral and Maxillofacial Surgery, Daegu Catholic University Hospital,

** Daegu Seomun Dental Clinic, ** Dept. of statistics, College of Medicine, Daegu Catholic University*

Purpose: The purpose of this retrospective report was to analyze long-term survival rate of sintered porous-surfaced dental implant (Endopore[®] Dental Implant system, Innova Corporation, Toronto, ON, Canada).

Methods: 61 partially edentulous patients were received a total of 127 Endopore dental implants in the maxilla. Of the 127 implants, 24 implants were restored with individual (ie, non-splinted) crowns, while 103 implants were splinted to other implants. Medical records and radiographs were evaluated and analyzed by the cumulative survival rate, location of implants, implants length and diameter, crown/implant ratio and whether the implant was splinted. Chi square test was used statistically.

Result: Of the 127 implants, 8 implants (6.3%) were removed and cumulative survival rate was 93.7%.

Conclusion: Endopore implants showed satisfactory results after up to 8 years function periods in the edentulous posterior maxilla.

Key words: Endopore[®], Sintered porous-surfaced implant, survival rate, edentulous posterior maxilla

(원고접수일 2009.6.2. / 1차수정일 2009.6.12. / 2차수정일 2009.6.27. / 게재확정일 2009.7.13.)

I. 서 론

일반적으로 상악에서의 임플란트 성공율은 하악에 비해 낮으며, 상악 구치부에서 더욱 성공을 예견하기 힘들다^{1,7)}. 이러한 결과는 일차적으로 좋지 못한 골질에 의한 치조골과 임플란트와의 골접촉 면적 불량과 관련이 있다⁸⁻¹⁰⁾. 임플란트와 골의 접촉 면적을 증가 시키기 위해 새로운 임플란트는 표면처리 (티타늄 표면, HA 표면, sandblasting되거나 화학적 부식을 시킨 표면 등) 기술이 적용되었다¹¹⁻¹⁶⁾. 골량이 부족하고 골질이 불량한 곳에서 유리한 임플란트 골접촉 면적을 얻을 수 있는 Ti-6Al-4V의 구형 입자(spherical particle)의 multilayered porous surface zone을 가지는 새로운

texture가 개발되었다¹⁷⁻²⁰⁾. Sintered porous implants의 이런 3차원적인 표면 형태는 골의 침투 후 3차원적 기계적 결합을 일으킨다고 알려져 있다^{11,21)}. Sintered porous surfaced implants는 골질이 좋지 않은 곳에서도 threaded implants보다 짧은 길이로 사용 가능하다¹¹⁾. 전치부 보다 구치부는 교합력이 많이 작용하며¹⁰⁾, 악궁의 후방부는 전방부보다 endosseous root-form implants의 식립 후 예지성이 상대적으로 낮다^{3,7)}. 따라서 구치부 식립 시 일반적으로 임플란트를 식립해야 하지만 식립 부위의 골이 부족해 긴 임플란트를 식립 할 수 없는 상황이 자주 있게 된다²²⁾. Sintered porous implants는 짧은 길이인 경우에도 다양한 경우에서 성공적으로 적용이 가능함이 보고되었다²²⁻²⁴⁾. 또한 최근 5mm길이의 엔도포어 임플란트에 관한 다기관 연구에서 성공적인 성공율을 보이는 논문이 발표되었다²⁵⁾.

이번 우리 연구에서는 상악 부분 무치악 부위에 식립된 sintered porous-surfaced dental implant(Endopore[®] Dental Implant system, Innova Corporation, Toronto, ON, Canada)의 장기간의 기능 후의 여러 상황에 따른 임플란트 생존율을 분석하는데 그 목적이 있다.

손 동 석

705-718 대구광역시 남구 대명4동 3056-6 대구가톨릭대학병원 치과 구강악안면외과학교실

Dong-Seok Sohn

Dept. of Oral and Maxillofacial Surgery, Daegu Catholic University Hospital, 3056-6 Daemyung 4-Dong, Nam-Gu, Daegu, Republic of Korea. 705-718

Tel: 82-53-650-4291 Fax: 82-53-622-7067

E-mail: dssohn@cu.ac.kr

II. 연구대상 및 방법

대구가톨릭대학 병원과 1개의 개인 치과의원에서, 상악 구치부에 Endopore® 임플란트 식립 후 보철물이 올라간 61명의 환자를 대상으로 조사를 하였다. 식립된 임플란트 직경의 종류는 2종류(4.1mm, 5.0mm)이고 길이는 4종류(5mm, 7mm, 9mm, 12mm)를 사용하였다. Smooth collar의 높이는 2종류(1mm, 2mm)를 사용하였다. 모든 임플란트는 고정성 보철물(연결고정 보철물 103개, 단일 보철물 24개)로 수복되었다. 초진시, 임플란트 식립 후, 고정성 보철물 수복 후에 파노라마와 치근단 방사선 사진을 촬영하였고, 치근단 방사선 사진은 평행촬영법을 사용하였다. 임플란트 식립 위치에 따른 임플란트의 생존율, 임플란트의 직경 및 길이에 따른 생존율, 최종 보철물의 연결고정 유무에 따른 생존율, 치관/임플란트 비율에 따른 생존율을 조사하였다. 치관/임플란트 비율 계산을 위해 치관의 길이는 임플란트 장축에 평행한 중심선을 따라 machined smooth collar의 상연에서 보철물 교합면까지의 길이로 정하였고, 임플란트

의 길이는 임플란트 장축에 평행한 중심선을 따라 machined smooth collar의 상연에서 임플란트 식립체의 최하방까지의 길이로 정하였다(Fig. 1). 이 두 부분의 길이를 측정하여 각 임플란트마다 치관/임플란트 비율을 계산하였다. 임플란트 실패의 기준은 임플란트를 구강내에서 제거하였을 경우로 정하였다.

통계분석은 SPSS Win.Ver 14.0 프로그램을 이용하여 분석하였다. 식립 위치에 따른 임플란트 생존율, 임플란트 직경 및 길이에 따른 생존율, 최종 보철물의 연결고정 유무에 따른 생존율, 치관/임플란트 비율에 따른 분포 및 생존율에 대해 Chi-square test를 사용하였으며 P<0.05인 경우 통계학적으로 유의하다고 판정하였다.

III. 결 과

상악 구치부에 식립한 총 127개의 중, 보철 기능 후 첫 1년 동안의 생존율은 99.2%(1개 실패)였으며 기능 4년까지의 전체 생존율은 93.7%(8개 실패)였다. 그 이후 실패한 증례는 관찰되지 않았으며 전체 8년 기능 동안의 생존율은 93.7%로 변화가 없었다(Table 1).

1. 임플란트 식립 위치에 따른 임플란트 분포 및 생존율

전체 127개의 임플란트를 치아 위치에 따라 분포를 분류해 보면 제1소구치에 9개(7.1%), 제2소구치에 19개(15.0%), 제1대구치에 55개(43.3%), 제2대구치에 44개(34.6%)로 나타났다. 제1, 2대구치부위는 전체 임플란트 중 99개(77.9%)가 식립되었다.

제1소구치 부위에 식립된 임플란트의 생존율은 77.8%(7개 식립, 2개 실패), 제2소구치 부위에 식립된 임플란트의 생존율은 94.7%(18개 식립, 1개 실패), 제1대구치 부위에 식립된 임플란트의 생존율은 94.5%(52개 식립, 3개 실패), 제2대구치 부위에 식립된 임플란트의 생존율은 95.5%(42개 식립, 2개 실패)로 각각 나타났고 치아위치에 따른 임플란트 분포 및 생존율에 대한 통계학적으로 유의한 차이가 없었다(P=0.241)(Table 2).



Fig. 1. A:Length of crown, B:Length of implant.

Table 1. Life Table Analysis

Time in Function (mo)	Implants at start of interval	Implants yet to complete interval	Implant failures	Interval failure rate	Cumulative survival rate
0 to 12	127	8	1	0.80%	99.20%
13 to 24	118	3	3	2.50%	96.90%
25 to 36	112	26	2	1.80%	95.30%
37 to 48	84	20	2	2.40%	93.70%
49 to 60	62	14	0	0%	93.70%
67 to 72	48	23	0	0%	93.70%
73 to 84	25	20	0	0%	93.70%
85 to 96	5	5	0	0%	93.70%

Table 2. Implant Location by Tooth Type

Tooth location	Survival (failure)	Survival rate
First premolars	7 (2)	77.80%
Second Premolars	18 (1)	94.70%
First molars	52 (3)	94.50%
Second molars	42 (2)	95.50%
Total	119 (8)	93.70%

Table 3. Implants Length Used

Implant length and diameter	Survival (failure)	Survival rate
4.1 × 7mm	1 (0)	100%
4.1 × 9mm	40 (1)	97.60%
4.1 × 12mm	33 (1)	97.10%
5.0 × 5mm	2 (0)	100%
5.0 × 7mm	9 (3)	75%
5.0 × 9mm	21 (0)	100%
5.0 × 12mm	13 (3)	81.30%
Total	119 (8)	93.70%

2. 임플란트 직경 및 길이에 따른 생존율

직경은 4.1mm, 5.0mm으로 분류하였고 길이는 5mm, 7mm, 9mm, 12mm로 분류되었다. Smooth collar는 2종류 (1mm, 2mm)를 사용하였다. 직경 4.1mm 임플란트는 76개가 식립되었고 총 식립 개수의 59.8%를 차지하였으며, 직경 5.0mm 임플란트는 51개가 식립되었고 총 식립 개수의 41.2%를 차지하였다. 직경 4.1mm 임플란트의 생존율은 96.1%를 보였으며, 직경 5.0mm 임플란트의 생존율은 90.2%를 보였다.

길이는 5mm, 7mm, 9mm, 12mm로 분류하였고 길이 5mm 임플란트는 2개가 식립되었고 총 식립 개수의 1.57%를 차지하였으며, 길이 7mm 임플란트는 13개가 식립되었고 총 식립 개수의 10.2%를 차지하였다. 길이 9mm 임플란트는 62개가 식립되었고 총 식립 개수의 48.8%를 차지하였으며 길이 12mm 임플란트는 총 50개가 식립되었고 총 식립 개수의 39.4%를 차지하였다. 생존율은 5mm 임플란트는 100%, 7mm 임플란트는 76.9%, 9mm 임플란트는 98.4%, 12mm 임플란트는 92%이었다. 상악 구치부에 식립된 전체 임플란트의 생존율은 93.7%이었다. 직경 4.1mm 임플란트의 생존율은 97.4%(76개 중 74개 생존)로 직경 5.0mm 임플란트의 생존율 88.2%(51개 중 45개 생존)보다 높게 나타났으며, 두 임플란트의 직경(4.1mm, 5.0mm)에 따른 생존율은 통계학적으로 유의한 차이를 보였다(P=0.038). 식립된 수가 적은 길이 5mm, 7mm 임플란트를 제외한 길이 9mm 임플란트의 생존율은 98.4%(62개 중 61개 생존)로 길이 12mm 임플란트의 생존율 94%(50개 중 47개 생존)보다 높게 나타났으며 두 임플란트 길이에(9mm, 12mm) 따른 생존율은 통계학적으로

Table 4. Splinted VS Non-Splinted

	Survival	failure	Survival rate
Non-Splinted	22	2	91.70%
Splinted	97	6	94.20%

Table 5. Crown/Implant Ratio

C/I ration	Survival (Failure)	Survival rate
<1.00	4(0)	100%
1.00 to 1.50	51(3)	94.40%
1.50 to 2.00	43(3)	93.50%
2.00 to 2.50	15(2)	88.20%
2.51 to 3.00	3(0)	100%
>3.00	3(0)	100%

유의한 차이를 보였다(P=0.022)(Table 3).

3. 최종 보철물의 연결고정 유무에 따른 생존율

최종 수복물 형태가 연결 고정 보철물인 경우는 103개로 전체의 81.1%를 차지하였으며 골유착 실패로 임플란트를 제거한 경우는 6개로 생존율은 94.2%이다. 연결고정을 하지 않은 경우는 24개로 전체의 18.9%를 차지하였으며 골유착 실패로 임플란트를 제거한 경우는 2개로 생존율은 91.7%로 나타났다. 최종 보철물의 연결고정 유무에 따른 생존율에 대한 통계학적으로 유의한 차이가 없었다(P=0.649)(Table 4).

4. 치관/임플란트 비율에 따른 분포 및 생존율

치관/임플란트 비율이 1.00이하가 4개(3.1%), 1.00 초과 ~ 1.50 이하가 54개(42.5%), 1.50 초과 ~ 2.00 이하가 46개(36.2%), 2.00 초과 ~ 2.50 이하가 17개(13.4%), 2.51 초과 ~ 3.00 이하가 3개(2.4%), 3.00 초과가 3개(2.4%)로 나타났다. 전체 127개 중 123개(96.9%)가 1.00 초과외 치관/임플란트 비율에 포함되었다.

치관/임플란트 비율이 1.00이하일 때 100%의 생존율, 1.00 초과 1.50 이하일 때 94.4%의 생존율, 1.50 초과 2.00 이하일 때 93.5%의 생존율, 2.00 초과 2.50 이하일 때 88.2%의 생존율, 2.51 초과 3.00 이하일 때 100% 생존율, 3.00 초과일 때 100%의 생존율을 나타냈다. 치관/임플란트 비율에 따른 분포 및 생존율에 대한 통계학적으로 유의한 차이가 없었다(P=0.903)(Table 5).

Ⅳ. 고 찰

Branemark에 의해 골유착의 개념이 알려진 이후 machined smooth surfaced implant는 임상에서 많이 사용되었으나 초기 골유착이 약하고 골질이 불량한 곳에서는 높은 실패율이 보고되었다^{2,26-28}. Engquist 등은 Type IV골질에서 브레네막 시스템 임플란트의 74%의 성공율을 보고하였고²⁶, Johns 등은 브레네막 시스템을 이용한 overdenture의 multicenter study에서 50%의 실패를 보고하였다²⁷. Block은 174명에게 443개의 HA 임플란트 식립하였고 이중 233개가 5년 이상, 80개가 8년 이상 기능하였음을 보고하였다. 또한 제2대구치에서 가장 높은 실패율 보고하였고 과도한 교합압의 작용 때문이라고 설명하였다¹⁶. 반면에 sintered porous surfaced implant는 여러 상황에서 짧은 길이임에도 성공적으로 적용가능하다^{24,25}. Porous material은 임플란트 표면과 인접한 골조직 두 면간의 움직임을 최소화하고 골의 파괴를 억제할 수 있다. Threaded machined smooth surfaced implant는 골과 임플란트 사이에 단순히 긴밀한 접촉을 하고 있지만 porous surface implant는 서로 연결된 구멍속으로 골이 성장하여 3차원적 결합을 하여 강한 골유착을 제공한다¹⁷. 초기고정이 상대적으로 빨라서 하악은 10주 상악은 16주 정도면 초기고정이 가능하다¹⁹. 4년간 경과관찰한 결과 3차원적인 구조에 본 ingrowth는 골에 최적의 힘 전달하고 crestal bone loss를 최소화하였다¹⁹. 이러한 구조는 교합력에 의한 shear force, tensile forces에 효과적으로 저항할 수 있고 결과적으로 주위골에 균등하게 스트레스를 전달할 수 있으며²⁹, 따라서 스트레스와 관련된 골의 미세손상(골흡수, 섬유조직의 함입)임플란트의 실패를 피할 수 있다²². Deporter 등은 상악에 151개의 엔도포어 임플란트를 식립하였으며 식립된 전체 임플란트의 76.8%가 상악 구치부에 식립되었으며 전체 임플란트의 평균 34.6개월의 기능 기간 동안의 임플란트 생존율을 97.3%로 보고하였다³⁰. 우리의 이번 연구에서는 상악 구치부에 식립한 총 127개의 중, 보철 기능 후 첫 1년 동안의 생존율은 99.2%(1개 실패)였으며 기능 4년까지의 전체 생존율은 93.7%(8개 실패)였다. 그 이후 실패한 증례는 관찰되지 않았으며 전체 8년 기능 동안의 생존율은 93.7%로 변화가 없었다. 또한 상악 구치부에서 식립된 부위에 따른 임플란트의 생존율의 통계학적으로 유의한 차이는 관찰되지 않았다. 이는 엔도포어 임플란트가 골질이 불량한 상악 구치부에서도 식립 위치에 큰 영향을 받지 않고 좋은 생존율을 얻을 수 있음을 의미한다.

임플란트 길이가 하악은 10mm이하, 상악은 13mm이하일 때 상대적으로 높은 실패율을 보이기 때문에¹¹ 짧은 임플란트만 식립가능한 경우에는 이러한 점을 고려할 필요가 있다. Bahat 등은 브레네막 시스템의 7mm길이의 임플란트에서 9.5%의 실패율을 보고하였고², 또 다른 연구에서는 Wyatt와 Zarb는 브레네막 시스템의 7mm길이에서 25%의

실패율을 보고하였다²⁸. Artzi 등은 248개의 HA coated implants를 식립한 후 10년 경과 관찰한 결과, 13mm 길이는 97.9%, 15mm 길이는 96.5%, 10mm는 88.2%, 8mm는 75%의 생존율을 보고하였으며 길이가 짧을수록 불리하다고 하였다²⁹. 반면에 Buser 등은 총 2,359개의 titanium plasma-sprayed 임플란트에서 8년 누적 생존율이 임플란트 길이 사이에 통계학적으로 유의한 차이가 없음을 보고하였다³⁰. Ten Bruggenkate 등은 253개의 6mm 길이 titanium plasma-sprayed 임플란트가 1~7년 기능 동안 93.8%의 누적성공율을 보임을 보고하였다³¹. Fugazzoto 등은 상악 구치부에 식립된 9mm 이하의 총 987개 ITI 임플란트의 최대 84개월 기능까지(평균 29.3개월 기능)의 누적 성공율을 95.1%로 보고하였다³². Deporter 등은 엔도포어 임플란트가 7mm 길이에서도 만족스러운 결과를 나타냄을 보고하였고²², 또한 최근 5mm길이의 엔도포어 임플란트에 관한 다기관 연구에서 성공적인 성공율을 보이는 논문을 발표하였다²⁵. 우리의 이번 연구에서 총 식립된 127개의 임플란트의 평균 길이는 9.9mm였으며 생존율은 93.7%로 나타났고, 식립된 수가 적은 길이 5mm, 7mm 임플란트를 제외한 길이 9mm 임플란트의 생존율은 98.4%(62개 중 61개 생존)로 길이 12mm 임플란트의 생존율 94%(50개 중 47개 생존)보다 높게 나타났으며, 두 임플란트 길이에(9mm, 12mm) 따른 생존율은 통계학적으로 유의한 차이를 보였다(P=0.022). 또한 직경 4.1mm 임플란트의 생존율은 97.4%(76개 중 74개 생존)로 직경 5.0mm 임플란트의 생존율 88.2%(51개 중 45개 생존)보다 높게 나타났으며, 두 임플란트의 직경(4.1mm, 5.0mm)에 따른 생존율은 통계학적으로 유의한 차이를 보였다(P=0.038). 이와 같은 차이는 아마도 임플란트 식립 부위의 잔존골 높이가 부족하고 골질이 좋지 못한 불리한 식립 환경에서 초기고정을 얻기 위해 더 긴 길이 및 더 큰 직경의 임플란트를 식립한 것이 그 원인으로 작용한 것으로 생각된다.

상악에서 연결고정하지 않은 임플란트 단일 보철물의 5년 기능 후의 성공율 혹은 생존율은 48.8%~100%로 보고되었다^{33,42}. Deporter 등은 상악에서 단일 보철물로 수복된 엔도포어 임플란트의 성공율을 92.9%로 보고하였다⁴³. 또한 보철물의 연결 고정 유무가 임플란트 주변 치조정 골 흡수 차이에 영향을 주지 않았음을 보고 하였다³³. 또한 우리의 이번 연구에서도 상악 구치부에서 엔도포어 임플란트가 단일 보철물로 수복된 경우 Deporter 등의 연구와 유사한 91.7%(24개 중 2개 실패)의 생존율이 나타났으며 임플란트 보철의 연결고정 유무에 따른 생존율에는 통계학적 유의한 차이가 없었다(P=0.649).

브레네막 시스템 임플란트가 소개되었을 때, 임플란트 주변 치조정 골에 과도한 응력이 생기는 것을 피하기 위해 긴 임플란트(작은 치관/임플란트 비, 즉 치관/임플란트 <0.5)가 필요하였고 이것은 표준으로 받아들여졌었다^{28,44,45}. 반면에 짧은 sintered porous-surfaced 임플란트는 주로 치관

/임플란트 비가 불리한 상황(즉 치관/임플란트 > 0.5)으로 주로 수복되었으며 그럼에도 불구하고 이러한 형태의 임플란트는 임플란트 성공에 다소 불리한 상악악의 구치부에서조차도 임상적으로 만족할 만한 결과를 보였다^{22,33,46,47}. 우리의 이번 연구에서 전체 식립된 127개의 임플란트 중 123개(96.9%)가 임플란트와 보철물의 치관/임플란트 비율이 1을 초과하였고, 치관/임플란트 비율에 따른 임플란트의 생존율에서 통계학적으로 유의한 차이가 관찰되지 않았다(P=0.903).

본 연구에서 실패한 임플란트는 모두 4명의 환자에서 각 2개씩 총 8개였다. 이 환자들은 모두 상악동 거상술과 임플란트 식립을 동시에 받았다. 상악동 거상술 없이 잔존골 높이에 맞추어 식립된 임플란트 중에 실패는 없었다. 이러한 결과는 임플란트 식립부위의 풍부한 잔존골의 존재가 임플란트 성공에 관련 있음을 의미한다.

식립된 위치에 따른 임플란트의 생존율, 보철물의 연결고정 유무에 따른 임플란트의 생존율, 치관/임플란트 비율에 따른 임플란트의 생존율에서는 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 임플란트의 직경 및 길이에서 통계학적으로 유의한 차이를 보였으나 오히려 직경이 더 작은 경우(4.1mm와 5.0mm 중)와 길이가 더 짧은 경우(9mm와 12mm 중)에서 더 높은 임플란트 생존율을 보였다. 이는 엔도포어 임플란트의 생존율이 임플란트의 식립 부위, 임플란트의 작은 직경 및 짧은 길이, 임플란트 보철물의 연결고정 유무, 치관/임플란트 비율에 큰 영향을 받지 않고 불리한 조건에서도 만족할 만한 생존율을 얻을 수 있음을 말해준다.

V. 결 론

이 연구에는 총 61명의 환자에서 127개의 임플란트가 추적 조사되었다. 전체 임플란트의 96.9%에서 임플란트와 보철물의 치관/임플란트 비율이 1을 초과하였고, 식립된 위치에 따른 임플란트의 생존율, 보철물의 연결고정 유무에 따른 임플란트의 생존율, 치관/임플란트 비율에 따른 임플란트의 생존율에서는 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 임플란트의 누적된 생존율은 8년까지 93.7%로 나타났다. 상악 구치부 무치악 환자에서 엔도포어 임플란트 보철물은 장기간 기능 후에 만족할 만한 결과를 보였다.

참고문헌

1. Van Steenberghe D, Lekholm U, Bolender C, Folmer T, Henry P, Herrmann I, et al. The applicability of osseointegrated oral implants in the rehabilitation of partial edentulism: a prospective multicenter study on 558 fixtures. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1990;5:272-81.
2. Bahat O. Treatment planning and placement of implants in the posterior maxillae: report of 732 consecutive Nobelpharma implants. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1993;8:151-61.

3. Nevins M, Langer B. The successful application of osseointegrated implants to the posterior jaw : A long-term retrospective study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1993;8:428-32.
4. Haas R, Mensdorff-Pouilly N, Mailath G, Watzek G. Survival of 1,920 IMZ implants followed for up to 100 months. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1996;11:581-8.
1. Lazzara R, Siddiqui AA, Binon P, Feldman SA, Weiner R, Phillips R, et al. Retrospective multi-center analysis of 3i endosseous dental implants placed over a five-year period. *Clin Oral Implants Res* 1996;7:73-83.
2. Zarb G, Schmitt A. The longitudinal clinical effectiveness of osseointegrated dental implants in posterior partially edentulous patients. *Int J Prosthodont* 1993;6:189-96.
3. Scurria MS, Morgan V, Guckes AD, Li S, Koch G. Prognostic variables associated with implant failure; A retrospective effectiveness study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1998;13:400-6.
4. Book K, Karlsson S, Jemt T. Functional adaptation to full arch fixed prostheses supported by osseointegrated implants in edentulous mandible. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1992;3:17-21.
5. Esposito M, Hirsch J-M, Lekholm U, Thomsen P. Biological factors contributing to failures of osseointegrated oral implants. II.Etiopathogenesis. *Eur J Oral Sci* 1998;106:721-64.
6. Taylor TD, Agar JR, Vogiatzi T. Implant prosthodontics: current perspective and future directions. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2000;15:66-75.
7. Pilliar RM. Overview of surface variability of metallic endosseous dental implants: textured and porous surface-structured designs. *Implant Dent.* 1998;7:305-14.
8. Trisi P, Lazzara R, Rao W, Rebaudi A. Bone-implant contact and bone quality: Evaluation of expected and actual bone contact on machined and osseotite implant surfaces. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2002;22:535-45.
9. Cook SD, Kay JF, Thomas KA, Jarcho M. Interface mechanics and histology of titanium and hydroxyapatite-coated titanium for dental implant applications. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1987;2:15-22.
10. Piattelli M, Scarano A, Paolantonio M, Iezzi G, Petrone G, Piattelli A. Bone response to machined and resorbable blast material titanium implants. An experimental study in rabbits. *J Oral Implantol* 2002;28:2-8.
11. Cochran DL, Buser D, Bruggenkatte CM, Weingart D, Taylor TM, Bernard JP. The use of reduced healing times on ITI implants with a sandblasted and acid-etched (SLA) surface: early results from clinical trials on ITI SLA implants. *Clin Oral Implants Res* 2002;13:144-53.
12. Block MS, Kent JN, Kay JF. Evaluation of hydroxyapatite-coated titanium dental implants in dogs. *J Oral Maxillofac Surg* 1987;45:601-7.
13. Deporter DA, Watson PA, Pillar RM, Chipman M, Valiquette N. A histological Comparison in the the dog of Porous-coated vs. threaded dental implants. *J Dent Res* 1990;69:1138-45.
14. Deporter DA, Watson PA, Pilla RM, Pharoah M, Chpman M, Smith DC. A clinical trial of partially porous-coated endosseous dental implant in humans: Protocol and 6 month results. In: Laney WR, Tolman DE (eds). *Tissue Integration in Oral, Orthopedic and Maxillofacial Reconstruction.* Chicago: Quintessence, 1992:250-8.
15. Deporter DA, Watson PA, Pilliar RM, Pharoah M, Smith DC, Chipman M, et al. A prospective clinical study in humans of an endosseous dental implant partially covered with a powder sintered porous coating: 3- to 4-year results. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1996;11:87-95
16. Deporter DA, Watson PA, Heller A, Heller R, Pilliar RM. Use of the Endopore dental implant. Technique and 5 year clinical trial results using a mandibular overdenture. *Implantologie* 1997;25:15-27
17. Deporter D, Watson P, Pharoah M, Levy D, Todescan R. Five- to six-year results of a prospective clinical trial using the Endopore

- dental implant and a mandibular overdenture. *Clin Oral Implants Res.* 1999;10:95-102.
18. Deporter D, Pilliar RM, Todescan R, Watson P, Pharoah M. Managing the posterior mandible of partially edentulous patients with short, porous-surfaced dental implants: early data from a clinical trial. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2001;16:653-8.
 19. Deporter D, Watson P, Pharoah M, Todescan R, Tomlinson G. Ten-year results of a prospective study using porous-surfaced dental implants and a mandibular overdenture. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2002;4:183-9.
 20. Deporter D, Todescan R, Caudry S. Simplifying management of the posterior maxilla using short, porous-surfaced dental implants and simultaneous indirect sinus elevation. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2000;20:476-85.
 21. Deporter D, Ogiso B, Sohn DS, Ruljancich K, Pharoah M. Ultrashort sintered porous-surfaced dental implants used to replace posterior teeth. *J Periodontol.* 2008;79:1280-6.
 22. Engquist B, Bergendal T, Kallus T, Linden U. A retrospective multicenter evaluation of osseointegrated implants supporting overdentures. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1988;3:129-34.
 23. Johns RB, Jemt T, Heath MR, Hutton JE, McKenna S, McNamara DC, et al. Multicenter study of overdentures supported by Brånemark implants. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1992;7:513-22.
 24. Wyatt CC, Zarb GA. Treatment outcomes of patients with implant-supported fixed partial prostheses. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1998;13:204-11.
 25. Buser D, Mericske-Stern R, Bernard JP, Behneke A, Behneke N, Hirt HP, et al. Long-term evaluation of non-submerged ITI Implants. Part 1: 8-year life table analysis of a prospective multicenter study of 2,359 implants. *Clin Oral Implants Res* 1997;8:161-72.
 26. Ten Bruggenkate CM, Asikainen P, Foitzik C, Krekeler G, Sutter F. Short(6-mm) nonsubmerged dental implants: Results of a multicenter clinical trial of 1 to 7 years. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1998;13:791-8.
 27. Fugazzotto PA, Beagal JR, Ganeles J, Jaffin R, Vlassis J, Kumar A. Success and failure rates of 9 mm or shorter implants in the replacement of missing maxillary molars when restored with individual crowns: preliminary results 0 to 84 months in function. A retrospective study. *J Periodontol* 2004;75:311-6.
 28. Nevins M, Langer B. The successful application of osseointegrated implants to the posterior jaw: A long-term retrospective study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1993;8:151-61.
 29. Deporter D, Todescan R, Watson P, Pharoah M, Pillar RM, Tomlinson G. A prospective human clinical trial of endopore dental implants in restoring the partially edentulous maxilla using fixed prostheses. *Int. J Oral Maxillofac Implants.* 2001;16:527-36.
 30. Deporter DA, Caudry S, Kermalli J, Adegbembo A. Further data on the predictability of the indirect sinus elevation procedure used with short, sintered, porous surfaced dental implants. *Int. J Periodontics Restorative Dent* 2005;25:585-93.
 31. Palmer RM, Palmer PJ, Smith BJ. A 5-year prospective study of Astra single tooth implant. *Clin Oral Implants Res* 2000;11:179-82.
 32. Romeo E, Chiapasco M, Ghisolfi M, Vogel G. Long-term clinical effectiveness of oral implants in the treatment of partial edentulism. Seven-year life table analysis of a prospective study with ITI dental implants system used for single-tooth restorations. *Clin Oral Implants Res* 2002;13:133-43.
 33. Gotfredsen K. A 5-year prospective study of single-Asta Tech implant; A pilot study. *Clin Implant Dent Relat Res* 2004;6:1-8.
 34. Henry PJ, Laney WR, Jemt T, Harris D, Krogh PH, Polizzi G, et al. Osseointegrated implants for single-tooth replacement: A prospective 5 year multicenter study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1996;11:450-5.
 35. Wennstrom JL, Ekestrubbe A, Grondahl K, Karlsson S, Lindhe J. Implant-supported single-tooth restoration: A 5-year prospective study. *J Clin Periodontol* 2005;32:567-74.
 36. Esposito M, Hirsch JM, Lekholm U, Thomsen P : Biological factors contributing to failures of osseointegrated oral implants.(I). Success criteria and epidemiology. *Eur J Oral Sci* 1998;106:527-551.
 37. Astrand P, Engquist B, Anzen B, Bergendal T, Hallman M, Karlsson U, Kvint S et al. A three-year follow-up report of a comparative study of ITI Dental Implants and Branemark System implants in the treatment of the partially edentulous maxilla. *Clin Implant Dent Relat Res* 2004;6:130-41.
 38. Mericske-Stern R, Grutter L, Rosch R, Mericske E. Clinical evaluation and prosthetic complications of single tooth replacements by non-submerged implants. *Clin Oral Implant Res* 2001;12:309-18.
 39. Kevin MacDonald, Michael Pharoah, Reynaldo Todescan, Douglas Deporter. Use of Sintered Porous-Surfaced Dental Implants to Restore Single Teeth in the Maxilla: A 7-to 9-Year Follow-up.: *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2009;29:191-9.
 40. Weiss CM, Weiss A. Principles and Practice of Implant Dentistry. 1st ed. St. Louis: Mosby Inc., 2001.
 41. Misch CE. Contemporary Implant Dentistry. 2nd ed. St. Louis: Mosby Inc., 1999.
 42. Deporter DA, Todescan R, Riley N. Porous-surfaced dental sub-clinical mobility. *Int. J Periodontics Restorative Dent* 2002;22:184-92.
 43. Deporter DA, Todescan R, Watson PA, Pharoah M, Levy D, Nordini K. Use of the Endopore dental implant to restore single teeth in the maxilla: Protocol and early results. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1998;13:263-72.