

임플란트의 생존율에 영향을 미치는 국소적 인자에 대한 19년간의 후향적 연구

김성희 · 김선재 · 이근우 · 한동후*

연세대학교 치과대학 보철학교실

연구 목적: 임플란트의 성공과 실패는 숙주 관련 요인, 위치 관련 요인, 수술 관련 요인, 임플란트 관련 요인, 수복물 관련 요인 등 다양한 인자에 의해 결정된다. 본 연구는 그 중 임플란트의 식립 위치, 골질, 임플란트 표면, 길이 및 직경, 초기 안정성, 보철물 유형이 생존율에 미치는 영향을 평가하여, 임플란트의 예후를 예측하는데 도움을 주고자 한다.

연구 재료 및 방법: 1991년 2월부터 2009년 5월 사이에 연세대학교 치과대학병원에서 5인의 외과 의사 임플란트 수술을 시행하고, 1인의 보철 전문의에 의해 보철 수복이 이루어져 적어도 6개월 이상 보철물에 대한 주기적인 검사가 이루어진 879명 환자, 2796개의 임플란트에 대한 후향적 연구를 시행하였다. 진료 기록부 및 방사선 사진을 통해 환자의 식립 당시 나이와 성별, 임플란트의 제조회사, 표면, 직경 및 길이, 식립 부위 및 골질, 초기 안정성, 보철물의 유형, 생존 기간에 관한 자료를 수집하였다. 이를 통해, 임플란트의 성공과 실패에 영향을 미치는 국소 인자의 유형, 분포 및 국소 인자와 생존율 간의 관계를 연구하였다. 생존율 분석은 Kaplan-Meier 생존 분석법을 이용하였으며, 평가 인자 내 항목들의 생존율 비교는 Chi-square test를 사용하였다. 또한, 임플란트의 실패 위험성을 평가하기 위해 오즈비 (odds ratio)를 구하였다.

결과: 1. 총 879명에게 식립된 2796개의 임플란트 중 150개가 실패하여 누적 생존율은 94.64%로 나타났다. 그 중 기계 절삭 표면 임플란트의 누적 생존율은 91.76%, 거친 표면 임플란트의 누적 생존율은 96.02% 이었다.

2. 식립 위치, 임플란트의 표면 특성, 기계 절삭 표면 임플란트의 직경, 초기 안정성, 보철물 유형, 환자의 연령 및 성별이 생존율에 미치는 영향은 통계학적으로 유의하였다 ($P < .05$).

3. 식립 부위의 골질, 임플란트 제조사별 거친 표면 특성, 임플란트의 길이 및 기계 절삭 표면을 제외한 거친 표면 임플란트의 직경이 생존율에 미치는 영향은 통계학적으로 유의하지 않았다 ($P > .05$).

4. 특히, 실패율이 높은 경우는 상악 구치부에 식립 시 (8.84%), 기계 절삭 표면의 임플란트 식립 시 (8.24%), 기계 절삭 표면 임플란트 중 wide 직경을 사용하는 경우 (14.47%), 초기 고정성이 불량한 경우 (28.95%), 상악에 implant retained overdenture (기계 절삭 표면 26.69%; 거친 표면 10%) 및 telescopic denture (기계 절삭 표면 100%; 거친 표면 27.27%)로 수복하는 경우, 60-79세 환자에게 식립하는 경우 (6.90%), 남성에게 식립하는 경우 (6.36%) 이었다. (대한치과보철학회지 2010;48:28-40)

주요단어: 임플란트 식립 유형 및 분포, 임플란트 실패, 기계 절삭 표면 임플란트, 거친 표면 임플란트, 식립 위치, 초기 안정성, 보철물 유형

서론

임플란트는 치아가 상실된 부위를 수복하는 성공율이 높은, 예지성 있는 치료 방법으로 수십 년 간 사용되어 왔다. 최근 들어 임플란트 개발 초기에 비해 임플란트의 성공율이 점차 높아지고 있지만, 여전히 실패하는 임플란트는 존재하고 있다.^{1,7}

임플란트 실패에 영향을 미칠 수 있는 요소로는 환자의 연령, 성별, 전신질환, 흡연 및 이상 기능 습관, 구강 위생 상태 등의 숙주 관련 요인 (host related factor)과 악궁 내 위치, 골질, 골량, 식립 부위의 감염 여부 등의 위치 관련 요인 (site related factor), 초기 안정성, 임플란트 식립 위치와 방향, 술자의 능력 등의 수술 관련 요인 (surgery related factor), 임플란트의 거시 및 미세 구조, 표면, 길이와 직경 등의 임플란트 관련 요인 (implant related factor), 보철물 유형 및 유지 방식 (screw type or cement type), 교합 양식 등 수복물 관련 요인 (restoration related factor) 등 다양하다.^{8,9} 그 중에서

도 1981년 Albrektsson 등¹⁰이 언급한 임플란트 디자인과 표면, 식립 부위의 상태, 외과 술식, 부하 조건 등이 성공적인 골유착에 중요한 영향을 미친다고 볼 수 있다.

실패 양상 및 시기에 따라 실패 유형을 분류 할 수 있다. Esposito 등¹¹은 생물학적 과정과 연관되어 나타나는 실패를 생물학적 실패 (biologic failure), 고정체 파절, 나사 풀림 및 파절, 보철물 파절 및 탈락 등 구조물과 연관된 실패를 역학적 실패 (mechanical failure)라고 하였다. 한편, 실패 시기에 따라 초기 실패 (early failure) 및 지연 실패 (late failure)로 분류 될 수 있다. 식립 후 수주에서 수개월 내에 골유착 획득에 실패하는 경우 초기 실패로 분류되며, 이는 수술 중 외상으로 인한 골괴사, 세균 감염, 초기 안정성 부족, 임플란트 초기 부하에 기인한다.¹² 기능 부하를 가한 후 골유착 확립 및 유지에 실패하는 경우 지연 실패로 분류되며, 이는 감염 및 과도한 부하 (overload)로 인해 발생한다.¹³

*교신저자: 한동후

120-752 서울특별시 서대문구 신촌동 134 연세대학교 치과대학 보철학교실 02-2228-3163; e-mail, donghooan@yuhs.ac

원고접수일: 2009년 12월 1일 / 원고최종수정일: 2010년 1월 4일 / 원고채택일: 2010년 1월 15일

* 본 연구는 2008년도 연세대학교 치과대학 연구비 지원에 의해 이루어졌음.

이와 같이, 임플란트의 성공과 실패는 여러 인자에 의해 복합적으로 지배되기 때문에 그 원인을 명확히 규정하는데 어려움이 있고, 과학적인 실험 설계 만으로 해결하기 어려울 수 있다. 따라서, 역학적인 조사를 통해 다양한 요소들이 생존율에 미치는 영향을 후향적으로 평가하는 것이 유용할 수 있다.

임플란트의 실패 유형 및 위험 요소를 파악 한다면, 이를 조절하고 극복하여 성공율을 높이는데 도움이 될 것이다. 본 연구의 목적은 19년간의 후향적 연구를 통하여, 임플란트 실패에 영향을 미치는 국소 인자와 생존율 간의 관계를 분석하여 임플란트의 예후를 예측하는데 도움이 되도록 하는데 있다.

연구 대상 및 방법

1. 연구 대상

1991년 2월부터 2009년 5월 사이에 연세대학교치과대학병원에서 5인의 외과외과가 임플란트 수술을 시행하고, 1인의 보철 전문의에 의해 임플란트 보철 수복이 이루어져 적어도 6개월 이상 보철물에 대한 주기적인 검사가 이루어진 879명의 환자, 2796개의 임플란트에 대한 후향적 연구를 시행하였다.

진료 기록부 및 방사선 사진을 통해 환자의 식립 당시 나이와 성별, 임플란트의 제조회사, 표면, 직경 및 길이, 식립 부위 및 골질, 초기 안정성, 보철물의 유형에 관한 자료를 수집하였다.

임플란트 수술 전 모든 환자에게 수술 동의서 (informed consent)를 받았다. 전신 질환이 있는 환자는 해당 질병을 담당하는 주치의와 협진하여 상대적인 금기증이 되는 조건을 조절 한 후 시술하였다. 반면, 면역 억제제를 복용하거나 HIV 감염으로 인해 면역 기능이 억제된 환자, 방사선 및 화학적 항암 치료가 진행중인 환자, 출혈성 질환이 있는 환자, 조절되지 않는 당뇨, 호르몬 불규칙 등 골 대사에 영향을 주는 중증의 전신 질환을 가진 환자와 임신한 환자, 알코올 또는 약물에 중독된 환자, 정신 질환자 등의 특수 조건을 가진 환자, 구강 내 만성 감염성, 면역성 질환 및 치료되지 않은 치주 질환 등 구강 내 질환을 가진 환자는 제외시켰다.

임플란트 제조회사는 Brånemark® (Nobel Biocare, Yorba Linda, CA, USA) III® (Straumann, Waldenburg, Switzerland), Replace® (Nobel Biocare, Yorba Linda, CA, USA), Silhouette® (Biolog International Inc. Deerfield, USA) 4개 제조사에 한정하였으나, 향후 이루어질 지속적인 연구의 기초 자료로 활용하고자 4개 제조사의 실패한 임플란트와 한 개의 보철물로 연결되는 경우, 실패 후 재식립한 임플란트, 실패한 동일 부위에 재식립하여 재실패한 경우에 포함되는 경우에는 4개 제조사 이외의 임플란트를 연구 대상에 포함시켰다. 4개 제조사 이외의 기타 임플란트는 총 6개였으며, BT-Lock® (BTLock s.r.l., Vicenza, Italy) 4개와 Osstem® (Osstem Implant, Seoul, Korea), Restore® (Lifecore, Chaska, USA)가 각각 1개씩 포함되었다.

2. 연구 방법

1) 수술 및 보철 방법

임플란트는 국소 마취 하에 치조정 절개를 시행하고 전층 판막을 거상 한 후, 제조사가 추천하는 방법에 따라 임플란트를 식립하였다. 모든 수술은 예방적 항생제를 투여한 후 시행하였다. 식립 부위의 골질과 골량은 Lekholm과 Zarb 등이 제안한 분류에 따라 술자가 판단하였으며, 식립부의 조건에 따라 필요한 경우 tapping, countersinking을 시행하였다. 임플란트의 식립 토크는 1999년까지 Osseocare® (Nobel Biocare, Yorba Linda, CA, USA) engine 으로, 2000년 이후부터는 Kavo INTRAsurg 300 plus® (Kavo, Biberach, Germany) engine으로 측정하였다. 초기 안정성에 대한 평가는 식립 토크와 술자의 평가에 의해 이루어졌으며, 식립 토크가 50 Ncm 이상으로써 engine 만으로 식립 깊이까지 고정체를 식립 할 수 없어서 부가적으로 hand wrench를 이용하여 고정한 경우를 excellent, engine 20 - 50 Ncm으로 고정한 경우를 good, engine으로 초기 고정이 얻어 지지 않아 손으로 screw driver를 이용하여 20 Ncm 이하로 고정한 경우를 fair, 초기 고정이 불확실한 경우를 poor로 평가하였다.

임플란트 식립 후 나사선이 노출되거나, 골 결손부가 발생한 경우에는 골유도 재생술 (guided bone generation, GBR)을 시행하였다. 잔존골의 수평 및 수직 골 소실량이 커서 골유도 재생술과 함께 임플란트를 동시 식립하기 (spontaneous placement) 어려운 경우에는 치조제 증강술을 시행하고 치유 기간이 경과 된 후 임플란트를 식립하였다 (지연 식립, delayed placement). 상악 구치부에서 잔존골의 높이가 부족한 경우, 골절도술 (osteotome sinus floor elevation, OSFE), 골이식을 동반한 상악동 거상술 (bone added osteotome sinus floor elevation, BAOSFE) 또는 측방접근법에 의한 상악동 거상술을 시행하고 임플란트를 식립하였다. 임플란트의 즉시 식립이 가능한 조건인 경우, 이를 시행하였다.

임플란트 수술 후부터 보철물 장착 전까지 1개월에 1회 이상 정기적으로 내원하여 Periotest (Simens AG, Bensheim, Germany)로 골유착 정도를 검사하였으며, 보통 3개월 이상의 치유기간을 거친 후 통법에 따라 보철 작업을 진행하였다. 한편, 임플란트의 즉시 하중이 가능한 경우, 전치부에 한하여 술자의 판단에 따라 이를 시행하였다.

환자들은 최종 보철물 장착 후 첫 해에는 적어도 3회 이상 (보철물 장착 후 2주, 6개월, 1년 check up), 보철물 장착 1년 후부터는 적어도 1년에 1회 이상 정기적으로 내원하여 임상 검사 및 방사선 사진 검사와 치태 조절을 받도록 하였다.

2) 평가 인자

환자의 식립 당시 나이와 성별, 임플란트의 제조회사, 표면, 직경 및 길이, 식립 부위 및 골질, 초기 안정성, 보철물의 유형에 관한 자료를 수집하여 정리하였고, 이들 평가 인자가 생존율에 미치는 영향을 분석하였다.

본 연구에서 1차 수술시 점막 피개 여부, 부가적 외과 술식, 임플란트 식립 시기, 3차원적 식립 위치, 보철물의 유지 방식,

교합 관계, 시술자는 평가인자에서 제외시켰다.

3) 생존율 평가

생존율 평가는 Buser 등¹⁴과 Cochran 등¹⁵이 언급한 평가 기준을 따랐으며, 이는 다음과 같다.

- a. 통증, 이물감, 이상 감각증 등의 지속적인 불편감이 없을 것
- b. 배농 등 임플란트 주위 감염 증상이 지속적이지 않고, 재발하지 않을 것
- c. 임상적으로 임플란트의 동요도가 없을 것
- d. 임플란트 주위로 방사선 투과상이 없고, 급속도로 진행되는 골소실이 없을 것

상기 이상 증상이 지속적으로 있는 임플란트는 결과적으로 제거되었으며, 임플란트 실패는 임플란트 상실 혹은 제거로 정의하였다

또한, 식립일부터 실패일 혹은 마지막 검진일까지의 임플란트 식립 후의 생존 기간(생존 기간 1) 및 보철물 장착일부터 실패일 혹은 마지막 검진일까지의 보철 장착 후의 생존 기간(생존 기간 2)을 계산하였다. 보철물 유형을 제외한 모든 평가 인자는 생존 기간 1을 주축으로 생존율 비교를 시행하였고, 보철물 유형의 생존율 평가는 조기 실패한 임플란트를 배제하고 보철물에 의한 영향을 보고자 생존 기간 2를 기준으로 생존율 평가를 하였다. 실패한 임플란트의 경우 실패 시점에 따라, 조기 실패와 지연 실패로 분류하였다.

4) 통계학적 분석

생존율 분석은 Kaplan-Meier 생존 분석법을 이용하였으며, 평가 인자 내 항목들의 생존율 비교는 Chi-square test를 사용하였다. SAS 9.1 (SAS Inc., North Carolina, USA) 통계 프로그램을 이용하였으며, 유의 수준은 $P < .05$ 로 하였다.

또한, 평가 인자 내 항목 간 유의차를 비교할 때에는 Bonferroni 수정을 한 유의 수준 ($P < .05/n$, n: 검정의 개수)을 이용하여 반복되는 검정으로 인한 오차 비율을 조정하였다. 특정 위험 인자에 노출된 경우 임플란트 실패가 일어나지 않을 가능성에 비

해, 임플란트 실패가 일어날 가능성이 얼마나 높은 지를 수치상으로 표현하기 위해 오즈비 (odds ratio)를 구하였는데, Bonferroni 수정을 한 유의 수준을 이용하여 유의차가 있다고 판명된 항목 간에서만 오즈비를 신뢰할 수 있었다. 오즈비는 95% 신뢰 수준 (95% CI, 95% confidence intervals) 내에서 계산하였다.

5) 의료기기 임상시험 심사

본 연구는 연세대학교치과대학병원 의료기기 임상시험 심사위원회 심의를 거친 후, 후향적 연구를 진행하였다.

결과

1. 식립 유형 및 분포

1991년 2월부터 2009년 5월까지의 기간 동안 총 879명의 환자에게 식립한 796개의 임플란트가 연구 대상에 포함되었다.

1) 환자의 성별 및 연령 분포

환자의 성별 분포는 남성이 433명 (49.26%), 여성이 446명 (50.74%) 이었다. 연령 분포는 15 - 91세 이었으며, 평균 나이는 51.79 ± 14.05 세였다. 임플란트의 성별 분포는 남성 1431개 (51.18%), 여성 1365개 (48.82%) 이었다 (Fig. 1).

2) 임플란트 표면 특성 및 제조사에 따른 분포

임플란트 표면 특성에 따른 분포는 1991 - 2001년에 식립된 기계 절삭 표면이 910개 (32.56%), 1998부터 2008년 사이에 식립된 거친 표면이 1886개 (67.4%)이었다. 제조사에 따른 임플란트 분포는 Brånemark® 기계절삭 표면 910개 (32.56%), Brånemark® Ti-Unite 표면 246개 (8.80%), ITI® SLA 표면 864개 (30.91%), ITI® TPS 표면 24개 (0.86%), Replace® Ti-Unite 표면 28개 (1.00%), Replace® acid etched 표면 24개 (0.86%), Silhouette® RBM 표면 693개 (24.79%), 기타 제조사 6개 (0.21%) 이었다 (Fig. 2).

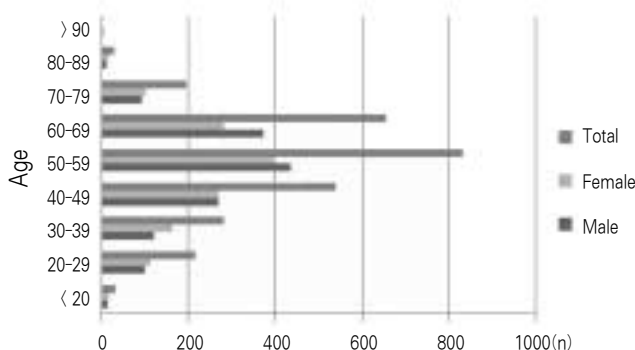


Fig. 1. The distributions of the placed implants according to patients' age and gender.

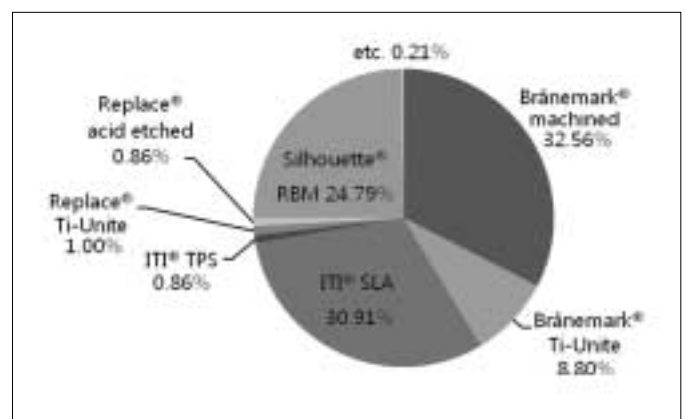


Fig. 2. Distribution of the placed implants according to implant company and surface.

3) 임플란트의 식립 부위별 분포

임플란트의 식립 부위별 분포는 하악 구치부 1410개 (50.43%), 상악 구치부 871개 (31.15%), 상악 전치부 372개 (13.30%), 하악 전치부 143개 (5.12%) 순이었다 (Fig. 3, Table I).

4) 임플란트의 길이별 분포

임플란트의 길이별 분포는 10 - 15 mm 2466개 (88.20%), 7 mm 이상 10 mm 미만 271개 (9.69%), 15 mm 초과가 59개 (2.11%)이었으며, 평균 11.61 ± 2.12 mm였다 (Fig. 4, Table II).

5) 임플란트의 직경별 분포

임플란트 직경별 분포는 regular (3.75 - 4.5 mm) 1652개 (59.09%), wide (> 4.5 mm) 1032개 (36.91%), narrow (< 3.75 mm) 112개 (4.00%)이었으며, 평균 4.30 ± 0.56 mm였다 (Fig. 5, Table II).

6) 식립 부위의 골질에 따른 분포

식립 부위의 골질에 대한 평가는 Lekholm과 Zarb의 분류를 바탕으로 하였으며, Type II 골질 1197개 (42.81%), Type III 388개 (13.88%), Type IV 88개 (3.15%), Type I 73개 (2.61%) 순이었다. 식립 당시 골질에 대한 평가가 진료 기록부에 명시되지 않은 임플란트가 1050개 (37.55%)이었다 (Table I).

7) 초기 안정성에 따른 분포

초기 안정성에 대한 평가는 식립 토크와 술자의 평가에 의해 이루어졌다. 초기 고정성이 excellent인 경우는 704개 (25.18%),

good인 경우는 511개 (18.28%), fair인 경우는 193개 (6.90%), poor인 경우는 38개 (1.36%)이었으며, 초기 고정성에 대한 평가가 진료 기록부에 명시되지 않은 임플란트가 1350개 (48.28%)이었다 (Table III).

8) 보철물 종류 별 분포

보철물 종류 별 유형 분포는 fixed partial denture 1966개 (72.55%), single crown 469개 (17.31%), implant overdenture 257개 (9.48%)이었으며, 이중 implant supported overdenture가 192개 (7.28%), implant retained over-denture가 65개 (2.40%)이었고, 자연치와 implant의 telescopic inner crown에 장착한 telescopic denture에 포함된 임플란트가 18개 (0.66%)이었다 (Fig. 6, Table IV).

임플란트 표면 특성에 따라 식립 부위, 직경과 길이, 골질 및 초기 안정성, 보철물 유형 분포를 분석하였다 (Table I - IV). 식립 부위, 임플란트 길이, 보철물 유형 분포는 기계 절삭 표면과 거친 표면에서 유사한 양상을 나타내었다. 그러나, 임플란트 직경 분포에서는 차이가 있었는데, 기계 절삭 표면의 경우 regular 직경이 77.91%, wide 직경이 20.22%, narrow 직경이 1.87%의 분포를 보인 반면, 거친 표면의 경우 regular 직경이 50.00% wide 직경이 44.96%, narrow 직경이 5.04%의 분포를 보여 거친 표면에서 regular 직경의 비율이 감소하고, wide 직경의 비율이 증가한 경향을 보였다. 골질 및 초기 안정성의 경우, 기계 절삭 표면에서 기록이 누락된 비율이 각각 78.24%, 88.35%, 거친 표면에서 각각 17.92%, 28.95%이었고, 특히 기계 절삭 표면에서 누락 비율이 높아 이에 대한 평가를 내리는데 어려움이 있었다.

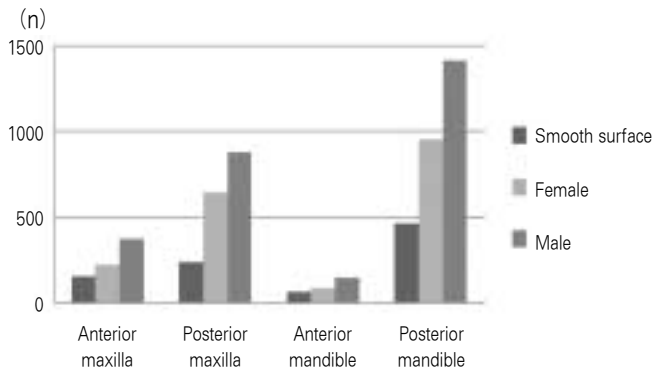


Fig. 3. Distribution of the placed implants according to location and implant surface.

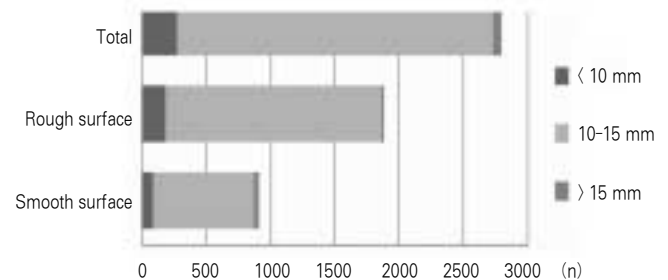


Fig. 4. Distribution of the placed implants according to implant length and surface.

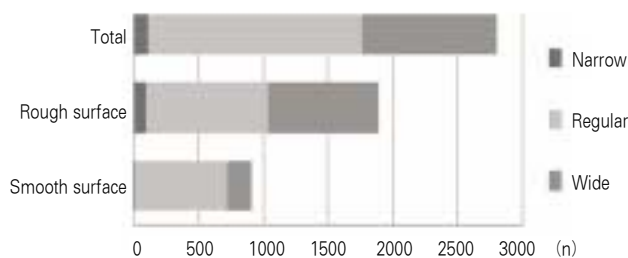


Fig. 5. Distribution of the placed implants according to implant diameter and surface.

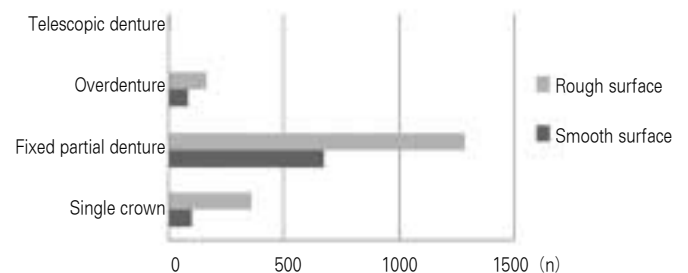


Fig. 6. Distribution of the placed implants according to type of prosthesis.

Table I. The distribution of the placed implants according to location and bone type

	Smooth surface n (%)	Rough surface n (%)	Total n (%)
Location			
Ant. Mx.	152 (16.70)	220 (11.66)	372 (13.30)
Post. Mx.	233 (25.60)	638 (33.83)	871 (31.15)
Ant. Mn.	63 (6.92)	80 (4.24)	143 (5.12)
Post. Mn.	462 (50.77)	948 (50.27)	1410 (50.43)
Bone type			
Type I	28 (3.08)	45 (2.39)	73 (2.61)
Type II	67 (7.36)	1130 (59.92)	1197 (42.81)
Type III	62 (6.81)	326 (17.29)	388 (13.88)
Type IV	41 (4.51)	47 (2.49)	88 (3.15)
Unknown	712 (78.24)	38 (17.92)	1050 (37.55)
Total	910 (100)	1886 (100)	2796 (100)

Ant.: anterior; Post.: posterior; Mx.: maxilla; Mn.: mandible

Table II. The distribution of the placed implants according to implant diameter and length

	Smooth surface n (%)	Rough surface n (%)	Total n (%)
Length (mm)			
< 10	86 (9.45)	185 (9.81)	271 (9.69)
10 - 15	787 (86.48)	1679 (89.02)	2466 (88.20)
> 15	37 (4.07)	22 (1.17)	59 (2.11)
Diameter (mm)			
< 3.75	17 (1.87)	95 (5.04)	112 (4.00)
3.75 - 4.5	709 (77.91)	943 (50.00)	1652 (59.09)
> 4.5	184 (20.22)	848 (44.96)	1032 (36.91)
Total	910 (100)	1886 (100)	2796 (100)

Table III. The distribution of the placed implants according to primary stability

	Smooth surface n (%)	Rough surface n (%)	Total n (%)
Excellent	36 (3.96)	668 (35.42)	704 (25.18)
Good	44 (4.84)	467 (24.76)	511 (18.28)
Fair	11 (1.21)	182 (9.65)	193 (6.90)
Poor	15 (1.65)	23 (1.22)	38 (1.36)
Unknown	804 (88.35)	546 (28.95)	1350 (48.28)
Total	910 (100)	1886 (100)	2796 (100)

2. 생존율

1) 임플란트의 누적 생존율

879명의 환자에게 식립된 총 2796개의 임플란트의 평균 관찰 기간은 54.33 ± 40.46 개월이었으며, 이 중 95명 환자의 150개의 임플란트가 실패하여 94.64%의 누적 생존율 (CSR: cumulative survival rate)을 보였다. 임플란트가 실패된 95명의 환자에게는 총 557개의 임플란트를 식립하였으며, 임플란트가 실패된 환자군에서 임플란트의 누적 생존율은 73.07%이었다. 한 환자에서 적어도 1개 이상 최대 9개 임플란트가 실패되었다.

Table IV. The distribution of the placed implants according to type of prosthesis

	Smooth surface n (%)	Rough surface n (%)	Total n (%)
Single crown	105 (11.99)	364 (19.85)	469 (17.31)
FPD	677 (77.28)	1289 (70.28)	1966 (72.55)
Overdenture	87 (9.93)	170 (9.27)	257 (9.48)
Telescopic denture	7 (0.80)	11 (0.60)	18 (0.66)
Total	876 (100)	1834 (100)	2710 (100)

Table V. Timing of implant failure according to implant surface

	Smooth surface (% row) (% column)	Rough surface (% row) (% column)	Total (% row) (% column)
Early failure	34 (39.53) (45.33)	52 (60.47) (69.33)	86 (100) (57.33)
Late failure	41 (64.06) (54.67)	23 (35.94) (30.67%)	64 (100) (42.67)
Total	75 (50) (100)	75 (50) (100)	150

Table VI. Survival rate according to patient related factor (age, gender)

	Placed implant (n)	Failed Implant (n)	CSR (%)	P - value	Odds ratio	95% CI
Total	2796	150	94.64			
Age						
< 40	532	12	97.74	0.001	1.00	1.00 ^{ab}
40 - 59	1373	78	94.32		2.6	1.41, 4.83 ^a
60 - 79	855	59	93.10		3.21	1.71, 6.03 ^b
> 79	36	1	97.22		1.24	0.16, 9.80
Gender						
Male	1431	91	93.64	0.0188	1.00	1.00 ^c
Female	1365	59	95.68		0.67	0.48, 0.93 ^c

CSR: cumulative survival rate

Groups with same superscripts are significantly different at $P < .05$.

2) 실패 시기 별 분포

실패한 150개 임플란트의 실패 시기별 분포는 식립 직후부터 보철물 장착 전까지 (early failure)가 86개 (57.33%), 보철물 장착 후 (late failure)가 64개 (42.67%) 이었다. 한편, 기계 절삭 표면에서는 지연 실패의 비중이 큰 반면, 거친 표면에서는 조기 실패의 비율이 높았으며, 표면 성질에 따른 실패 시기 별 분포는 통계학적으로 유의한 차이를 보였다 ($P = .001$) (Table V).

3) 환자의 연령 및 성별에 따른 누적 생존율

연령에 따른 생존율은 40세 미만인 환자 군이 40세 이상 79세 미만인 환자 군보다 유의성 있게 높았으며 ($P = .001$), 성공한 환자의 평균 연령은 51.56 ± 14.12 세, 실패한 환자의 평균 연령은 55.92 ± 12.05 세로 차이가 있었다 ($P = .001$). 성별에 따른 누적 생존율 (CSR; cumulative survival rate)은 남성 93.64%, 여성 95.68%로 여성에서 약간 높았다 ($P = .02$) (Table VI).

4) 임플란트 표면 특성에 따른 누적 생존율

임플란트 표면 특성에 따른 생존율은 기계 절삭 표면 (91.76%)보다 거친 표면 (96.02%)이 통계학적으로 유의하게 높았다 ($P=.004$) (Fig. 7, Table VII). 임플란트 제조사 및 표면 성질에 따른 생존율은 ITI® SLA표면 (97.33%), Brånemark® Ti-Unite표면 (97.15%), ITI® TPS 표면 (95.83%), Silhouette® RBM 표면 (94.66%), Replace® Ti-Unite 표면 (92.86%), Brånemark® 기계 절삭 표면 (91.76%), Replace® acid etched 표면 (87.50%), 기타 제조사 (66.67%) 순이었으며, 통계학적으로 유의한 차이를 보였다 ($P < .0001$) (Table VII, Fig. 8).

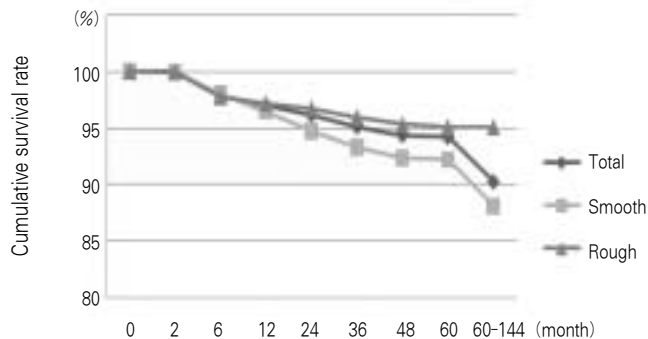


Fig. 7. Kaplan- Meier curves for implant survival, by type of implant surface.

Table VII. Survival rate according to implant surface and company

	Placed implant (n)	Failed Implant (n)	CSR (%)	P- value	Odds ratio	95% CI
Total	2796	150	94.64			
Surface						
Smooth	910	75	91.76	0.0039	1.00	1.00 ^a
Rough	1886	75	96.02		0.46	0.33, 0.64 ^a
Company, surface						
Brånemark® machined	910	75	91.76	<.0001	1.00	1.00 ^{b,c}
Brånemark® Ti-Unite	246	7	97.15		0.33	0.15, 0.72 ^b
ITI®, SLA	864	23	97.33		0.30	0.19, 0.49
ITI®, TPS	24	1	95.83		0.48	0.06, 3.63
Replace® Ti-Unite	28	2	92.86		0.86	0.20, 3.68
Replace® acid etched	24	3	87.50		1.59	0.46, 5.46
Silhouette® RBM	693	37	94.66		0.63	0.42, 0.94
Etc.	6	2	66.67		5.57	1.00, 30.8 ^e

Groups with same superscripts are significantly different at $P < .05$.

5) 임플란트 식립 부위별 누적 생존율

식립 부위별 생존율은 하악 전치부 (99.30%), 하악 구치부 (96.60%), 상악 전치부 (93.55%), 상악 구치부 (91.16%) 순이었으며, 통계학적으로 유의한 차이를 보였다 ($P < .0001$). 기계 절삭 표면 및 거친 표면으로 구분하여 식립 부위별 생존율은 평가했을 때에도 이와 유사한 결과를 나타내었다 (Table VIII).

6) 임플란트 길이에 따른 누적 생존율

임플란트 길이에 따른 생존율은 10-15 mm (94.93%), 10 mm 미만 (92.99%), 15 mm 초과 (89.83%) 순이었으나, 통계학적으로 유의한 차이를 보이지는 않았다 ($P=0.24$). 표면 특성에 따라 구분하여 평가한 경우에도 유사하였다 (Table IX).

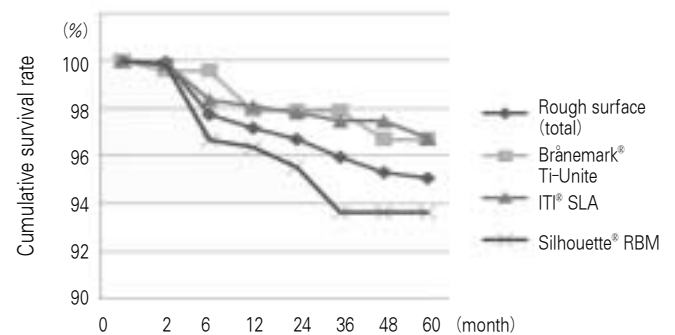


Fig. 8. Kaplan- Meier curves for implant survival, by type of implant company and surface.

Table VIII. Survival rate according to implant surface and location

	Placed implant (n)	Failed Implant (n)	CSR (%)	P- value	Odds ratio	95% CI
Total	2796	150	94.64			
Ant. Mx.	372	24	93.55	<.0001	1.00	1.00 ^a
Post. Mx.	871	77	91.16		1.41	0.87, 2.26 ^{b,c}
Ant. Mn.	143	1	99.30		0.10	0.01, 0.76 ^{a,b}
Post. Mn.	1410	48	96.60		0.51	0.31, 0.85 ^c
Smooth surface	910	75	91.76			
Ant. Mx.	153	11	92.81	0.0042	1.00	1.00
Post. Mx.	218	31	85.78		2.14	1.04, 4.40 ^{d,e}
Ant. Mn.	64	1	98.44		0.20	0.03, 1.62 ^d
Post. Mn.	475	32	93.26		0.93	0.46, 1.90 ^e
Rough surface	1886	75	96.02			
Ant. Mx.	219	13	94.06	<.0001	1.00	1.00 ^f
Post. Mx.	653	46	92.96		1.20	0.63, 2.27 ^g
Ant. Mn.	79	0	100.00		0.94	0.91, 0.97
Post. Mn.	935	16	98.29		0.28	0.13, 0.58 ^{f,g}

Ant., anterior; Post., posterior; Mx, maxilla; Mn., mandible.

Groups with same superscripts are significantly different at $P < .05$.

7) 임플란트 직경에 따른 누적 생존율

임플란트 직경에 따른 생존율은 3.75 mm 미만의 narrow 직경 (99.11%), 3.75 - 4.5 mm의 regular 직경 (94.79%), 4.5 mm 초과 wide 직경 (93.90%) 순이었으며, 통계학적으로 유의한 차이를 보였다 ($P = .04$). 표면 특성에 따라 재분석 하였을 때, 이와 유사하게 기계 절삭 표면의 narrow 직경 임플란트에서 생존율이 높았다 ($P = .01$). 반면, 거친 표면의 임플란트에서는 직경에 따른 생존율 차이가 통계학적으로 유의하지 않았다 ($P = .20$) (Table X).

Table IX. Survival rate according to implant surface and length

	Placed implant (n)	Failed Implant (n)	CSR (%)	P- value	Odds ratio	95% CI
Total	2796	150	94.64			
< 10	271	19	92.99	0.2447	1.00	1.00
10 - 15	2466	125	94.93		0.71	0.43, 1.17
> 15	59	6	89.83		1.50	0.57, 3.93
Smooth surface	910	75	91.76			
< 10	83	7	91.57	0.8494	1.00	1.00
10 - 15	781	63	91.93		0.95	0.42, 2.15
> 15	46	5	89.13		1.30	0.40, 4.44
Rough surface	1886	75	96.02			
< 10	188	12	93.62	0.1984	1.00	1.00
10 - 15	1685	62	96.32		0.56	0.30, 1.06
> 15	13	1	92.31		1.22	0.15, 10.20

There are no significant differences between the implant length and the survival rate. Therefore, the odds ratio is not available.

Table XI. Survival rate according to implant surface and bone quality

	Placed implant (n)	Failed Implant (n)	CSR (%)	P- value	Odds ratio	95% CI
Total	2796	150	94.64			
Type I	73	2	97.26	0.144	1.00	1.00
Type II	1197	52	95.66		1.61	0.38, 6.75
Type III	388	25	93.56		2.44	0.57, 10.55
Type IV	88	9	89.77		4.04	0.85, 19.35
Unknown	1050	62	94.64	-	-	-
Smooth s.	910	75	91.76			
Type I	28	1	96.43	0.4744	1.00	1.00
Type II	67	5	92.54		2.18	0.24, 19.54
Type III	62	8	87.10		4	0.48, 33.64
Type IV	41	5	87.80		3.75	0.41, 33.99
Unknown	712	56	92.13	-	-	-
Rough s.	1886	75	96.02			
Type I	45	1	97.78	0.4181	1.00	1.00
Type II	1130	47	95.84		1.91	0.26, 14.16
Type III	326	17	94.79		2.42	0.31, 18.64
Type IV	47	4	91.49		4.093	0.44, 38.11
Unknown	338	6	98.23	-	-	-

There are no significant differences between the bone quality and the survival rate. Therefore, the odds ratio is not available.

Smooth s., smooth surface; Rough s., rough surface.

8) 식립 부위의 골질에 따른 누적 생존율

식립 부위의 골질에 따른 생존율은 Type I (97.26%), Type II (95.66%), Type III (93.56%), Type IV (89.77%) 순이었으며, 골질에 대한 평가가 이루어 지지 않은 1050개의 임플란트를 제외하고 생존율을 비교하였을 때 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았다 ($P = .14$). 표면 특성에 따라 구분하여 골질에 대한 평가를 시행하였을 때에도, 이와 유사한 결과를 보였다 (Table XI).

Table X. Survival rate according to implant surface and diameter

	Placed implant (n)	Failed Implant (n)	CSR (%)	P- value	Odds ratio	95% CI
Total	2796	150	94.64			
< 3.75	112	1	99.11	0.041	1.00	1.00
3.75 - 4.5	1652	86	94.79		6.10	0.84, 44.18
> 4.5	1032	63	93.90		7.22	0.99, 52.54
Smooth surface	910	75	91.76			
< 3.75	14	0	100.00	0.0079	1.00	1.00 ^a
3.75 - 4.5	737	52	92.94		1.08	1.05, 1.10 ^a
> 4.5	159	23	85.53		1.17	1.10, 1.25
Rough surface	1886	75	96.02			
< 3.75	98	1	98.98	0.2011	1.00	1.00
3.75 - 4.5	915	34	96.28		3.74	0.51, 27.65
> 4.5	873	40	95.42		4.66	0.63, 34.26

Groups with same superscripts are significantly different at $P < .05$.

Table XII. Survival rate according to implant surface and primary stability

	Placed implant (n)	Failed Implant (n)	CSR (%)	P- value	Odds ratio	95% CI
Total	2796	150	94.64			
Excellent	704	27	96.16	< .0001	1.00	1.00 ^{abc}
Good	511	20	96.09		1.02	0.57, 1.84 ^{de}
Fair	193	20	89.64		2.90	1.59, 5.29 ^{adef}
Poor	38	11	71.05		10.22	4.59, 22.73 ^{ef}
Unknown	1350	72	94.67	-	-	-
Smooth s.	910	75	91.76			
Excellent	36	2	94.44	0.0187	1.00	1.00
Good	44	3	93.18		1.24	0.20, 7.88 ^g
Fair	11	1	90.91		1.70	0.14, 20.75
Poor	15	5	66.67		8.50	1.43, 50.66 ^g
Unknown	804	64	92.04	-	-	-
Rough s.	1886	75	96.02			
Excellent	668	25	96.26	< .0001	1.00	1.00 ^{hi}
Good	467	17	96.36		0.97	0.52, 1.82 ^{ik}
Fair	182	19	89.56		3.00	1.61, 5.5 ^{hj}
Poor	23	6	73.91		9.08	3.30, 24.99 ^{jk}
Unknown	546	8	98.53	-	-	-

Smooth s.: smooth surface; Rough s.: rough surface

Groups with same superscripts are significantly different at $P < .05$.

Table XIII. Survival rate according to implant surface and type of prosthesis

	Placed implant (n)	Failed Implant (n)	CSR (%)	P- value	Odds ratio	95% CI
Total	2796	150	94.64			
SC	469	13	97.23	< .0001	1.00	1.00 ^a
FPD	1966	30	98.47		0.62	0.32, 1.18 ^b
OD	257	13	94.94		2.03	0.94, 4.39 ^c
TD	18	8	55.56		31.57	10.98, 90.75 ^{abc}
Smooth s.	910	75	91.76			
SC	105	6	94.28	< .0001	1.00	1.00 ^d
FPD	677	22	96.75		0.55	0.22, 1.40 ^e
OD	87	8	90.80		1.67	0.56, 5.01 ^f
TD	7	5	28.57		49.5	8.18, 299.46 ^{def}
Rough s.	1886	75	96.02			
SC	364	7	98.08	< .0001	1.00	1.00 ^g
FPD	1289	8	99.38		0.48	0.19, 1.22 ^h
OD	170	5	97.06		1.88	0.62, 5.67 ⁱ
TD	11	3	72.73		19.13	4.17, 87.72 ^{ghi}

Groups with same superscripts are significantly different at $P < .05$.

SC, implant supported single crown; OD, overdenture; FPD, implant supported fixed partial denture; TD, telescopic denture; Smooth s., smooth surface; Rough s., rough surface.

Table XIV. Survival rate according to implant surface and type of overdenture

	Placed implant (n)	Failed Implant (n)	CSR (%)	P- value	Odds ratio	95% CI
Total	257	13	94.94			
SO	192	2	98.96	0.0024	1.00	1.00 ^a
RO	65	11	83.08		5.1930	1.63, 16.50 ^a
Smooth surface	87	8	90.8			
SO	47	2	95.74	0.0156	1.00	1.00 ^b
RO	40	6	85.00		3.9706	0.75, 20.91 ^b
Rough surface	170	5	97.06			
SO	145	0	100.00	0.0598	1.00	1.00
RO	25	5	80.00		4.0580	0.64, 25.62

Groups with same superscripts are significantly different at $P < .05$.

SO: implant supported overdenture; RO: implant retained overdenture

9) 초기 안정성애에 따른 누적 생존율

초기 안정성애에 따른 생존율은 excellent (96.16%), good (96.09%), fair (89.64%), poor (71.05%) 순이었으며, 초기 안정성애에 대한 평가가 이루어 지지 않은 1350개의 임플란트를 제외하고 생존율을 비교하였을 때 통계학적으로 유의한 차이를 보였다 ($P < .0001$). 기계 절삭 표면 및 거친 표면 내에서 초기 안정성애에 따른 생존율 평가를 내린 경우에도 비슷한 결과를 보였다. Excellent와 good 초기 안정성 사이에는 통계학적으로 유의한 차이가 없었으나, 나머지 등급 사이에는 유의할 만한 차이가 관찰되었고, fair, poor로 초기 안정성이 내려 갈수록 실패 위험이 유의하게 증가하였다 (Table XII).

Table XV. Survival rate according to type of prosthesis, implant surface and location

Type of Prosthesis	Implant surface	Location					
		Maxilla			Mandible		
		Placed (n)	Failed (n)	CSR (%)	Placed (n)	Failed (n)	CSR (%)
Single crown	Machined	61	2	96.72	44	4	90.91
	Rough	170	5	97.06	194	2	98.97
FPD	Machined	227	9	96.04	450	13	97.11
	Rough	534	6	98.88	755	2	99.74
Supported overdenture	Machined	31	2	93.55	16	0	100
	Rough	97	3	96.91	48	0	100
Retained overdenture	Machined	29	6	79.31	11	0	100
	Rough	20	2	90.00	5	0	100
Telescopic denture	Machined	5	5	0	2	0	100
	Rough	11	3	72.73	0	0	-

10) 보철물 유형에 따른 누적 생존율

보철물 유형에 따른 생존율 평가는 보철 장착일부터 실패일 혹은 마지막 검진일까지의 보철 장착 후의 생존 기간 (생존 기간2)을 기준으로 하였다. 생존율은 implant fixed partial denture (98.47%), implant single crown (97.23%), implant overdenture (94.94%), telescopic denture (55.56%) 순이었으며, 통계학적으로 유의한 차이가 있었고 ($P < .0001$), 기계 절삭 표면 및 거친 표면의 임플란트에서도 유사한 결과가 나왔다 (Table XIII).

Implant overdenture를 지지 받는 유형에 따라 implant retained overdenture와 implant supported overdenture로 구분하여 생존율에 미치는 영향을 평가하였을 때, 기계 절삭 표면과 거친 표면 임플란트에서 모두 implant retained overdenture의 실패율이 높았지만, 기계 절삭 표면에서만 통계학적으로 유의하게 implant retained overdenture의 실패율이 높았다 ($P = .02$) (Table XIV).

보철물 유형별로 식립 위치와 실패 여부를 확인하였을 때, overdenture와 telescopic denture에서 실패한 임플란트는 모두 상악에 위치해 있었다 (Table XV).

고찰

본 연구는 임플란트 예후에 영향을 미치는 다양한 인자 중 위치 관련 요인 (site related factor), 임플란트 관련 요인 (implant related factor), 수복물 관련 요인 (restoration related factor) 등 국소적인 인자를 주축으로 생존율 평가를 시행하였으며, 부가적으로 환자의 연령 및 성별 등의 숙주 관련 요인 (host related factor)과 생존율 간의 관계를 확인하였다. 평가 요소와 생존율 간에 통계학적으로 유의할 만한 관계가 나타나는 인자가 있었으며, 기존 문헌의 결과와 유사한 결과가 얻어졌다.

본 연구에서는 연령이 증가함에 따라 임플란트의 실패 위험성이 증가하는 경향을 보였다. 40세 미만 연령 대에 비해, 40-59세에서 2.6배 (95% CI 1.41 - 4.83, $P = .002$), 60-79세에서 3.21배 (95%

CI 1.71 - 6.03, $P = .0001$)로 실패율이 높아졌다. 79세 이상인 경우 오히려 실패율이 약간 감소하는 경향을 보였는데, 이는 79세 이상의 환자에게 식립된 임플란트의 표본 크기가 작았기 때문이었다고 본다. 연령이 증가 할수록 골 대사 활동에서 골 생성량보다 골 흡수량이 증가하여 골 밀도가 감소하는 경향을 보이며, 피질골은 얇아지고, 해면골의 다공성이 증가하는 경향을 보인다.¹⁶ 또한 임플란트와 연령에 관한 동물 실험에서, 연령이 낮을수록 임플란트 주변에 해면골의 생성이 양호하게 일어났으며, 임플란트-골 계면 접착율이 증가하였다.¹⁷ 연령이 임플란트 성공율에 영향을 미치지 않는다는 보고도 있으나,¹⁸ 본 연구에서는 60 - 79세 환자군에서 가장 큰 실패율이 나타났고, 40세 이하의 환자군과 비교하였을 때 통계학적으로 유의한 차이를 보였다 ($P = .001$). 또한, 성별도 임플란트의 실패율에 영향을 주었는데, 남성에게 식립된 임플란트의 실패율이 6.36%로써 여성에게 식립된 임플란트의 실패율인 4.32% 보다 높았다 ($P = .0188$). 이는 Schwartz 등¹⁹, Wagenberg 등²⁰이 언급 한 바와 같다.

부위에 따른 임플란트 생존율은 다수의 문헌을 통해 상악이 하악보다, 구치부가 전치부보다 임플란트 실패율이 높으며, 하악 전치부의 실패율이 가장 낮다고 보고되었다.^{3,19} 이는 상악이 하악에 비해, 구치부가 전치부에 비해 피질골이 얇고, 해면골의 밀도가 낮기 때문이다.¹⁶ 또한 구치부는 상악동과 하치조 신경관에 의해 임플란트의 길이 선택에 제한을 받아 치관 대 임플란트의 비율이 양호하지 못하고, 더구나 전치부보다 교합력이 크므로 역학적으로도 불리한 특징이 있다. 본 연구에서도 이와 일치하는 결과가 나타났으며, 기계 절삭 표면과 거친 표면 모두에서 상악 구치부, 상악 전치부, 하악 구치부, 하악 전치부 순으로 실패율이 높게 나타났다.

본 연구에서 임플란트의 길이는 임플란트 실패에 통계학적으로 유의할 만한 영향을 주지 않았으며 ($P = .24$), 기계 절삭 표면 ($P = .85$) 및 거친 표면 ($P = .20$)에서도 동일한 결과를 보였다. Misch 등은 1996년에서 2003년 사이에 발행된 다수의 문헌 연구를 통해 예측 가능한 길이인 10 mm를 기준으로 이보다 짧은 임플란트가 긴 임플란트보다 성공율이 7 - 25% 낮다고 보고하였다.²¹ Renouard 등은 1990 - 2005년 사이에 발행된 53개의 문헌 연구를 통해, 기계 절삭 표면의 임플란트를 불량한 골질에 표준 수술 방법으로 식립 한 경우 10 mm 미만 짧은 길이의 임플란트에서 실패율이 높았던 반면, 거친 표면의 임플란트를 불량한 골질에 초기 안정성을 증진시킬 수 있는 counter sink를 하지 않거나 under-preparation 등의 수술 방법으로 식립하는 경우 10 mm 미만과 10 mm 이상 길이의 임플란트에서 성공율이 유사하다고 하였다.²² 즉, 임플란트의 길이보다는 술자의 능력이 임플란트의 실패 여부를 결정짓는 더 중요한 요소이므로, 짧은 길이의 임플란트를 사용하더라도 주의 깊게 시술한다면 실패를 방지할 수 있을 것이다.

임플란트의 직경은 생존율에 유의할 만한 영향을 주었는데 ($P = .04$) 이는 기계 절삭 표면의 narrow 직경 임플란트가 regular 직경 임플란트보다 생존율이 유의하게 높았기 때문이다 ($P = .01$).

거친 표면의 임플란트에서는 직경이 실패율에 통계학적으로 유의한 영향을 미치지 않았다 ($P = .20$). Renouard 등은 다수의 문헌 연구에 포함된 모든 narrow 직경의 임플란트에서 실패율이 낮았다고 보고하였는데, 이는 수술 중 외상이 적고, 표준 직경의 임플란트를 식립할 수 없는 무치악 폭이 제한된 부위에서 골질과 생역학적인 측면을 심사 숙고하여 환자를 선택했기 때문이라고 하였다.²² Ivanoff 등은 5 mm 이상의 wide 직경의 임플란트에서 실패율이 증가하였는데, 이는 술자의 능력 (learning curve)이 영향을 미칠 수 있고, 불량한 골질에서 초기 안정성을 얻지 못 한 경우 wide 직경의 임플란트를 'rescue' 임플란트로 사용하는 경향이 있기 때문이라고 하였다.²³ Mordenfeld 등도 wide 직경의 임플란트는 골질과 골량이 불량한 경우에 사용 되는 경향이 있어서, 초기 실패율 (early failure)이 높다고 하였다. 이와 같은 결과는 본 연구에서 기계 절삭 표면의 경우 직경이 커질수록 실패율이 높아지는 이유를 설명해 준다. 그러나, 본 연구에서 거친 표면 임플란트는 직경이 실패율에 영향을 미치지 않았는데, 최근에 발표된 문헌들에서도 임플란트 직경과 실패율 사이에 상관 관계가 없다는 보고가 대다수였다. 이는, 임플란트 디자인의 발전, 환자 선택, 개선된 수술 방법 (adapted surgical technique)을 통해 가능하다고 할 수 있겠다.^{23,24}

식립부위의 골질이 나쁜 경우, 임플란트의 성공율이 감소하는 경향을 보였으나, 통계학적으로 유의하지는 않았다 ($P = .14$). 반면, 초기 안정성이 양호한 경우 임플란트 실패율이 통계학적으로 유의하게 감소하였으며 ($P < .0001$), 기계 절삭 표면 및 거친 표면으로 분류하여 분석하였을 때에도 동일한 결과가 나타났다. 초기 안정성은 임플란트 식립 당시의 초기 골 접촉 면적과 주변 골의 밀도 등의 생역학적인 특성에 의해 결정되는 인자이다.²⁵ 즉, 골량, 해면골의 밀도, 피질 골의 두께 등 식립 부위 골질이 영향을 줄 수 있다.²⁶ 또한 수술 방법과 임플란트의 형태에 의해서도 영향을 받는다.²⁷ 따라서, 골질이 나쁜 경우라도 적절한 임플란트를 선택하고, 수술 방법을 개선시켜 초기 안정성을 증가시킬 수 있다.²⁸ O' Sullivan 등은 사체의 상악골에 standard Brånemark® 임플란트, MK II self-tapping Brånemark® 임플란트, MK IV tapered self-tapping Brånemark® 임플란트를 식립하여 삽입 토크, resonance frequency measurement, 제거 토크를 측정하여 초기 안정성을 평가하였는데, MK IV tapered self-tapping 임플란트에서 초기 안정성이 가장 크게 나타났다.²⁹ Neves 등은 Type IV 골질에서 원통형 osteotome 을 최종 드릴 직경까지 적용하고, self-tapping taper 형태의 임플란트를 식립하는 경우 임플란트의 치관 부 1/3부위에서 골 압축 (compaction) 효과를 얻어, 골 밀도를 개선시키고, 초기 안정성을 높일 수 있다고 하였다.³⁰ 이러한 문헌 연구 결과는 골질보다 초기 안정성이 임플란트의 생존율에 영향을 크게 미친다는 본 연구의 결과와 일치한다.

임플란트의 성공율을 높이기 위해 임플란트의 형태 및 표면 성질에 대한 개발이 끊임 없이 이루어져 왔다. 골 접촉 면적을 증가시키고, 골의 치유 기간을 단축시킬 수 있도록 순수 타이타늄 기계 절삭표면에서 거친 표면으로 임플란트의 표면이 개

선되어 왔는데,^{31,32} 최근에는 즉시 부하가 가능할 정도로 초기 안정성 (primary stability)이 우수하거나 치유 속도를 증진시켜 보다 빠르게 이차 안정성 (secondary stability)을 획득하여 조기 부하를 가능하도록 하는 표면 처리에 관한 연구가 활발히 이루어지고 있다.³³ 기계 절삭 표면도 장기간 부분 및 전악 무치악 환자의 수복에 성공적으로 사용되었으나,^{2,13} 거친 표면의 임플란트에서 더 양호한 성공율이 보고되어왔다.²² 본 연구에서도 거친 표면이 기계 절삭 표면에 비해 실패율이 0.46배 낮았다 (95% CI 0.33 - 0.64, $P = .004$). 거친 표면 내에서 임플란트 제조사 및 표면 종류 별로 생존율 비교를 한 결과 Brånemark® Ti-Unite 표면과 ITI® SLA표면이 거친 표면 임플란트의 평균 생존율 (96.02%) 보다 높았던 반면 ITI® TPS 표면, Silhouette®의 RBM 표면, Replace® Ti-Unite 표면과 acid etched 표면, 기타 제조사의 표면은 거친 표면 임플란트의 평균 생존율보다 낮았다. Replace® Ti-Unite 표면은 Brånemark® Ti-Unite 표면과 동일한 표면이며, 초기 안정성을 얻는데 양호한 taper한 형태임에도 불구하고 낮은 생존율을 보였는데, 이는 표본의 크기가 작았기 때문이라고 사료된다. ITI®의 TPS 표면, Replace®의 acid etched 표면, 기타 임플란트 표면도 표본의 크기가 작아 임플란트 시스템별 생존율을 객관적으로 비교하기에 부적절 하였다. 특히, 기타 임플란트의 경우 표본의 크기가 작았을뿐더러, inclusion criteria가 4개 제조사의 실패한 임플란트와 한 개의 보철물로 연결되는 경우, 실패 후 재식립한 임플란트, 실패한 동일 부위에 재식립하여 재 실패한 경우에 포함되는 경우였기 때문에 66.67%의 낮은 생존율을 보였다. 다수의 표본을 갖는 Brånemark® Ti-Unite 표면, ITI® SLA표면, Silhouette®의 RBM표면 간의 생존율을 비교하였을 때에는 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았다.

보철물 유형에 따른 생존율은 임플란트 지지 고정성 보철물 (implant fixed partial denture) 98.47%, 임플란트 지지 단일 금관 (implant single crown) 97.23%, 임플란트 피개 의치 (implant overdenture) 94.94%, telescopic denture 55.56% 순으로 나타났고, telescopic denture의 생존율은 나머지 보철물 유형에 비해 유의성 있게 낮은 결과가 나타났다 ($P < .0001$). 그러나, 임플란트 지지 고정성 보철물, 임플란트 지지 단일 금관, 임플란트 피개 의치의 생존율간의 차이는 통계학적으로 유의하지 않았다. Goodacre 등³⁴은 부분 무치악에서 single crown과 fixed partial denture의 실패율이 각각 3%, 6%이며, 상악 완전 무치악 부위에서 fixed partial denture와 overdenture의 실패율이 각각 10%, 19%, 하악 완전 무치악 부위에서 fixed partial denture와 overdenture의 실패율이 각각 3%, 4%라고 보고 하였는데, 보철물 유형과 식립된 악궁을 함께 고려 하였을 때 보철물 유형 보다 식립 위치가 실패율에 미치는 영향이 더 크다고 하였다. 하악의 경우 보철물 유형에 따른 실패율의 차이가 거의 없었으나, 상악에서는 overdenture에서 실패율이 크게 나타났다. Bryant 등³⁵도 완전 무치악 수복에 있어서 보철물 유형 보다 식립 위치가 실패율에 미치는 영향이 더 크며, fixed partial denture로 수복하는 경우 하악보다 상악에서 실패율이 6.6% 더 높았으며, 통계학적으로 유의할 만한 수치 ($P < .001$)라고 하였

다. 또한, 상악을 overdenture로 수복하는 경우 5년 생존율이 76.6%로써 fixed partial denture로 수복할 때의 5년 생존율 87.7% 보다 실패율이 통계학적으로 유의하게 높았는데 ($P < .001$), 이는 가철성 보철물로 수복한다는 것은 술 전 골량이 불충분 했다는 것을 뜻하기 때문이라고 하였다. 반면, 하악에서는 overdenture denture의 5년 생존율이 95.7 - 96.7%, fixed partial denture의 10년 생존율이 95.4%였으며, 보철물 종류에 따른 실패율 차이가 통계학적으로 유의하지 않았다고 ($P > .05$) 보고하였다. 한편, Weber 등³⁶은 74개의 문헌 연구를 시행한 결과, 부분무치악에서 single crown은 95.6%, fixed partial denture는 97.7%의 6년 생존율을 보였으며, 통계학적으로 유의한 차이는 아니라고 보고하였다. 본 연구에서 부위 및 무치악 유형에 따라 보철물 유형이 실패율에 미치는 영향을 분석하지 않아 부족한 점이 없진 않으나, 다른 보철물에 비해 유의성 있게 높은 실패율을 보였던 telescopic denture의 경우, 충식립된 임플란트 18개 중 16개가 상악에 식립되었다는 것을 볼 때, 상악에 removable partial denture로 수복하는 경우 실패 위험성이 증가한다는 것을 미루어 짐작할 수 있겠다. 이는 overdenture에서 실패한 13개 임플란트 모두가 상악에 식립 되어 있었다는 결과와도 일치한다.

임플란트의 실패 시기별 분포는 보철물 장착 전 실패 (early failure)가 57.33%, 보철물 장착 후 실패 (late failure)가 42.67%였다. Levin 등도 7년 간의 후향적 연구 결과 보철물 장착 전과 후의 실패 비율이 각각 50.55%, 44.4%라고 보고 하였고, Goodacre 등도 보철물 장착 전과 후에 실패한 비율이 비슷하거나 보철물 장착 전 실패하는 비율이 약간 높다고 하였다.^{19,34} 또한, 다수의 저자들은 대부분 실패가 임플란트 식립 후 1년 이내에 발생한다고 하였고, 이를 골 유착에 실패한 일차적 생물학적 실패 (primary biologic failure)로 보았다.³⁷ 그러나, 기계 절삭 표면의 임플란트를 흡연자의 상악 구치부에 식립한 경우 골유착을 지속적으로 유지하지 못하고, 보철물 장착 후에도 점차적으로 골계면 안정성이 감소하는 경향을 보인다고 하였으며, 이를 일차적 및 이차적 실패 (primary and secondary failure)라고 하였다.^{38,39} 본 연구 결과, 기계 절삭 표면에서는 보철 후 실패 비율이, 거친 표면에서는 보철 전 실패 비율이 통계학적으로 유의하게 높았는데, 이는 거친 표면의 임플란트와 골 계면 사이 안정성이 기계 절삭 표면에 비해 장기적으로 더 우수하다는 것을 뜻한다고 볼 수 있다. 그러나, 거친 표면의 임플란트가 보편화 되기 전에 기계 절삭 표면의 임플란트를 먼저 식립하기 시작하였으므로 보철물 장착 후의 관찰 기간 (기계 절삭 표면 70.32 ± 50.66 개월; 거친 표면 35.60 ± 26.47 개월)이 더 길기 때문에, 장기간 사용으로 인해 실패율이 더욱 증가하였다고도 볼 수 있겠다. 관찰 기간을 동일하게 두고 생존율을 평가 한다면, 임플란트 표면 특성이 실패 시기에 미치는 영향을 보다 정확하게 평가할 수 있으리라 본다.

본 연구에 포함된 전체 879명의 환자군에서 임플란트의 누적 생존율은 94.96% 이었던 반면, 적어도 1개 이상의 임플란트가 실패된 95명의 환자군에서 임플란트의 누적 생존율은 73.07%

로 낮게 나타났다. 또한 1개의 임플란트가 실패된 62명 (65.26%)의 환자를 제외한 2개 이상의 임플란트가 실패된 환자 33명 (34.74%)에게서 총 실패한 임플란트 150개 중 88개 (58.67%)가 실패되었다. 이처럼 실패한 임플란트가 특정 환자에게 집중되는 현상이 관찰되었는데, 이전의 연구들에서 이를 군집화 현상 (Clusterization)이라고 하였다.⁴⁰⁻⁴² 군집화 현상의 원인으로 숙주 면역 반응을 고려해 볼 수 있다. Esposito 등은 환자의 전신 상태가 직간접적으로 숙주 면역 반응에 영향을 미치고, 염증 반응이 과도한 경우 골유착을 저해하여, 임플란트의 실패를 야기할 수 있다고 하였다. 또한 이악물기, 이갈이, 편측 저작 등 환자의 이상 기능 습관으로 인해 보철물에 과도한 부하가 가해져 지연 실패가 일어났을 가능성을 고려해 볼 수 있다.⁴³ 더불어, 다수의 치아를 상실하여 다수의 임플란트 식립이 필요한, 골량과 골질이 불량한 환자에게 난이도가 높은 술식을 시행함으로써 임플란트의 실패율이 높아졌을 수도 있다. 그러나, 정확한 원인은 실패한 개개 임플란트에 대한 원인 분석을 통해 규명할 수 있으리라 생각되며, 이에 관한 후속 연구가 필요하리라 본다.

본 후향적 연구는 임플란트 생존에 관여하는 여러가지 인자 중 환자의 연령과 성별, 임플란트 제조사에 따른 형태와 표면, 임플란트 길이와 직경, 식립 부위, 골질, 초기 안정성, 보철물 유형 등이 생존율에 미치는 영향을 평가하였다. 그러나, 이외에도 골이식 및 차단막 사용 여부, 상악동 거상술 여부, 골다공증, 흡연 여부, 호르몬 불균형 등 환자의 전신질환과 관련된 요인, 치아 상실의 원인, 즉시 식립, 즉시 하중 여부 등 임플란트의 생존율에 영향을 미칠 수 있는 요소는 다양하다. 또한, 여러가지 요소가 복합적으로 작용하여 임플란트의 생존율을 결정한다. 향후, 이들을 포함하여 장기간 조절된 (controlled) 전향적 연구가 진행된다면, 임플란트 생존율에 영향을 미치는 인자들의 영향력과 상관관계를 보다 객관적이고 구체적으로 규명할 수 있으리라 본다. 또한, 다수의 연구 기관에서 임플란트 실패의 원인에 대해 공통되는 결론을 도출해 낼수록, 공통되는 인자가 실패에 미치는 영향력이 더 크다고 유추할 수 있으므로, 이에 관한 연구도 필요하리라 사료된다.

결론

임플란트의 생존율은 다양한 인자들에 의해 복합적인 영향을 받아 결정되므로, 임플란트의 실패 원인을 모두 객관화하여 수치화하는 데에는 어려움이 있으나, 본 연구에서는 임플란트 식립 시 필수적인 요소들 (식립위치, 골질, 임플란트의 제조사, 표면, 길이와 직경, 초기 안정성, 보철물 유형, 환자의 연령과 나이)이 임플란트의 생존율에 미치는 영향을 평가하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 총 879명에게 식립된 2796개의 임플란트 중 150개가 실패하여 누적 생존율은 94.64%로 나타났다. 그 중 기계 절삭 표면 임플란트의 누적 생존율은 91.76%, 거친 표면 임플란트의

누적 생존율은 96.02% 이었다.

2. 식립위치, 임플란트의 표면 특성, 기계 절삭 표면 임플란트의 직경, 초기 안정성, 보철물 유형, 환자의 연령 및 성별이 생존율에 미치는 영향은 통계학적으로 유의하였다 ($P < .05$).
3. 식립 부위의 골질, 임플란트 제조사별 거친 표면 특성, 임플란트의 길이 및 거친 표면 임플란트의 직경이 생존율에 미치는 영향은 통계학적으로 유의하지 않았다 ($P > .05$).
4. 특히, 실패율이 높은 경우는 상악 구치부에 식립 시 (8.84%), 기계 절삭 표면의 임플란트 식립 시 (8.24%), 기계 절삭 표면 임플란트 중 wide 직경을 사용하는 경우 (14.47%), 초기 고정 불량한 경우 (28.95%), 상악에 implant retained overdenture (기계 절삭 표면 26.69%; 거친 표면 10%) 및 telescopic denture (기계 절삭 표면 100%; 거친 표면 27.27%)로 수복하는 경우, 60 - 79세 환자에게 식립하는 경우 (6.90%), 남성에 식립하는 경우 (6.36%) 이었다.

참고문헌

1. Adell R, Lekholm U, Rockler B, Brånemark PI. A 15-year study of osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. *Int J Oral Surg* 1981;10:387-416.
2. Adell R, Eriksson B, Lekholm U, Brånemark PI, Jemt T. Long-term follow-up study of osseointegrated implants in the treatment of totally edentulous jaws. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1990;5:347-59.
3. Buser D, Mericske-Stern R, Bernard JP, Behneke A, Behneke N, Hirt HP, Belser UC, Lang NP. Long-term evaluation of non-submerged ITI implants. Part 1: 8-year life table analysis of a prospective multi-center study with 2359 implants. *Clin Oral Implants Res* 1997;8:161-72.
4. Esposito M, Grusovin MG, Coulthard P, Thomsen P, Worthington HV. A 5-year follow-up comparative analysis of the efficacy of various osseointegrated dental implant systems: a systematic review of randomized controlled clinical trials. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2005;20:557-68.
5. Romeo E, Lops D, Margutti E, Ghisolfi M, Chiapasco M, Vogel G. Long-term survival and success of oral implants in the treatment of full and partial arches: a 7-year prospective study with the ITI dental implant system. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2004;19:247-59.
6. Han DH, Bae EK. Longitudinal clinical study on the efficacy of osseointegrated dental implants in partially edentulous Korean patients: an 8-years prospective study. *J Korean Acad Prosthodont* 2001;39:698-708.
7. Seo JY, Shim JS, Lee JH, Lee KW. Clinical and radiographical evaluation of implant-supported fixed partial prostheses. *J Korean Acad Prosthodont* 2006;44:394-404.
8. el Askary AS, Meffert RM, Griffin T. Why do dental implants fail? Part I. *Implant Dent* 1999;8:173-85.
9. el Askary AS, Meffert RM, Griffin T. Why do dental implants fail? Part II. *Implant Dent* 1999;8:265-77.

10. Albrektsson T, Brånemark PI, Hansson HA, Lindström J. Osseointegrated titanium implants. Requirements for ensuring a long-lasting, direct bone-to-implant anchorage in man. *Acta Orthop Scand* 1981;52:155-70.
11. Esposito M, Hirsch JM, Lekholm U, Thomsen P. Biological factors contributing to failures of osseointegrated oral implants. (II). Etiopathogenesis. *Eur J Oral Sci* 1998;106:721-64.
12. Tonetti MS, Schmid J. Pathogenesis of implant failures. *Periodontol* 2000 1994;4:127-38.
13. Albrektsson T, Dahl E, Enbom L, Engevall S, Engquist B, Eriksson AR, Feldmann G, Freiberg N, Glantz PO, Kjellman O, et al. Osseointegrated oral implants. A Swedish multicenter study of 8139 consecutively inserted Nobelpharma implants. *J Periodontol* 1988;59:287-96.
14. Buser D, Weber HP, Lang NP. Tissue integration of non-submerged implants. 1-year results of a prospective study with 100 ITI hollow-cylinder and hollow-screw implants. *Clin Oral Implants Res* 1990;1:33-40.
15. Cochran DL, Buser D, ten Bruggenkate CM, Weingart D, Taylor TM, Bernard JP, Peters F, Simpson 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.
16. Bryant SR. The effects of age, jaw site, and bone condition on oral implant outcomes. *Int J Prosthodont* 1998;11:470-90.
17. Shirota T, Ohno K, Suzuki K, Michi K. The effect of aging on the healing of hydroxylapatite implants. *J Oral Maxillofac Surg* 1993;51:51-6.
18. Smith RA, Berger R, Dodson TB. Risk factors associated with dental implants in healthy and medically compromised patients. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1992;7:367-72.
19. Schwartz-Arad D, Laviv A, Levin L. Failure causes, timing, and cluster behavior: an 8-year study of dental implants. *Implant Dent* 2008;17:200-7.
20. Wagenberg B, Froum SJ. A retrospective study of 1925 consecutively placed immediate implants from 1988 to 2004. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2006;21:71-80.
21. Misch CE. Short dental implants: a literature review and rationale for use. *Dent Today* 2005;24:64-6, 68.
22. Renouard F, Nisand D. Impact of implant length and diameter on survival rates. *Clin Oral Implants Res* 2006;17:35-51.
23. Ivanoff CJ, Gröndahl K, Sennerby L, Bergström C, Lekholm U. Influence of variations in implant diameters: a 3- to 5-year retrospective clinical report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1999;14:173-80.
24. Shin SW, Bryant SR, Zarb GA. A retrospective study on the treatment outcome of wide-bodied implants. *Int J Prosthodont* 2004;17:52-8.
25. Meredith N, Shagaldi F, Alleyne D, Sennerby L, Cawley P. The application of resonance frequency measurements to study the stability of titanium implants during healing in the rabbit tibia. *Clin Oral Implants Res* 1997;8:234-43.
26. Huwiler MA, Pjetursson BE, Bosshardt DD, Salvi GE, Lang NP. Resonance frequency analysis in relation to jawbone characteristics and during early healing of implant installation. *Clin Oral Implants Res* 2007;18:275-80.
27. Rabel A, Köhler SG, Schmidt-Westhausen AM. Clinical study on the primary stability of two dental implant systems with resonance frequency analysis. *Clin Oral Invest* 2007;11:257-65.
28. Park JH, Lim YJ, Kim MJ, Kwon HB. The effect of various thread designs on the initial stability of taper implants. *J Adv Prosthodont* 2009;1:19-25.
29. 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.
30. Alves CC, Neves M. Tapered implants: from indications to advantages. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2009;29:161-7.
31. Iezzi G, Degidi M, Scarano A, Perrotti V, Piattelli A. Bone response to submerged, unloaded implants inserted in poor bone sites: a histological and histomorphometrical study of 8 titanium implants retrieved from man. *J Oral Implantol* 2005;31:225-33.
32. Kim NS, Vang MS, Yang HS, Park SW, Lim HP. Comparison of stability in titanium implants with different surface topographies in dogs. *J Adv Prosthodont* 2009;1:47-55.
33. Cochran DL. The evidence for immediate loading of implants. *J Evid Based Dent Pract* 2006;6:155-63.
34. Goodacre CJ, Bernal G, Rungcharassaeng K, Kan JY. Clinical complications with implants and implant prostheses. *J Prosthet Dent* 2003;90:121-32.
35. Bryant SR, MacDonald-Jankowski D, Kim K. Does the type of implant prosthesis affect outcomes for the completely edentulous arch? *Int J Oral Maxillofac Implants* 2007;22:117-39.
36. Weber HP, Sukotjo C. Does the type of implant prosthesis affect outcomes in the partially edentulous patient? *Int J Oral Maxillofac Implants* 2007;22:140-72.
37. Esposito M, Hirsch J, Lekholm U, Thomsen P. Differential diagnosis and treatment strategies for biologic complications and failing oral implants: a review of the literature. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1999;14:473-90.
38. Weaver AL, Assad DA, Koka S, Eckert SE, Balshe A. The effects of smoking on the survival of smooth- and rough-surface dental implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2008;23:1117-22.
39. 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;106:527-51.
40. Rabel A, Köhler SG, Schmidt-Westhausen AM. Clinical study on the primary stability of two dental implant systems with resonance frequency analysis. *Clin Oral Invest* 2007;11:257-65.
41. Chuang SK, Cai T, Douglass CW, Wei LJ, Dodson TB. Frailty approach for the analysis of clustered failure time observations in dental research. *J Dent Res* 2005;84:54-8.
42. Weyant RJ, Burt BA. An assessment of survival rates and within-patient clustering of failures for endosseous oral implants. *J Dent Res* 1993;72:2-8.

The effects of local factors on the survival of dental implants: A 19 year retrospective study

Sung Hoi Kim, Sunjai Kim, DDS, MSD, PhD, Keun-Woo Lee, DDS, MSD, PhD, Dong-Hoo Han*, DDS, MSD, PhD

Department of Prosthetic Dentistry, The Graduate School, Yonsei University, Seoul, Korea

Purpose: The aim of this retrospective study was to provide long-term data about the correlation between multifactorial local factors and the survival of implants. **Material and methods:** During 19 years (1991 to 2009), 2796 implants were placed in 879 patients. From dental charts and radiographs, the following data were collected: patient's age at implant placement, gender, implant system, surface, length, diameter, location of implant placement, bone quality, primary stability, type of prosthesis. The correlations between these data and implant survival were analyzed. Statistical analysis was performed using Kaplan-Meier survival analysis, Chi-square test, odds ratio. **Results:** 1. Among the 2796 implants, 150 implants failed that resulted in a cumulative survival rate of 94.64%. The cumulative survival rate of smooth surface implants (91.76%) was lower than rough surface implants (96.02%). 2. Anatomic location, implant surface, diameter of smooth surface implant, primary stability, type of prosthesis, patient's age and gender were significantly associated with implant survival ($P < .05$). 3. No significant difference in implant survival was found in relation to the following factors: implant length, bone quality, diameter of rough surface implants and type of rough surface according to implant manufacturer ($P < .05$). **Conclusions:** Local factors such as anatomic location, implant surface, diameter of smooth surface implant, primary stability and type of prosthesis have a significant effect on implant survival. (*J Korean Acad Prosthodont* 2010;48:28-40)

Key words: Dental implants, Implant failure, Rough surface implants, Smooth surface implants, Location, Primary stability, Type of prosthesis

*Corresponding Author: Dong-Hoo Han

Department of Prosthodontics, College of Dentistry, Yonsei University, 250 Seongsanno, Seodaemun-gu, Seoul, 120-752, Korea

+82 2 2228 3163: e-mail, donghoohan@yuhs.ac

Article history

Received 1 December, 2009/ Last Revision 4 January, 2010/ Accepted 15 January, 2010