

임플란트 실패의 원인에 대한
19년간의 후향적 연구

연세대학교 대학원

치 의 학 과

한 현 진

임플란트 실패의 원인에 대한
19년간의 후향적 연구

지도 한 동 후 교수

이 논문을 석사 학위논문으로 제출함

2010년 6월 일

연세대학교 대학원

치 의 학 과

한 현 진

한현진의 석사 학위논문을 인준함

심사위원 _____ 인

심사위원 _____ 인

심사위원 _____ 인

연세대학교 대학원

2010년 6월 일

감사의 글

논문이 완성되는 데 있어 끊임없는 지도와 아낌없는 격려를 주신 한동후 지도 교수님과 심사 과정에서 조언을 아끼지 않으신 문홍석 교수님과 김선재 교수님께 진심으로 감사 드립니다.

보철과에서 소중한 경험과 추억을 만들 수 있게 해주신 정문규 교수님, 이근우 교수님, 심준성 교수님, 박영범 교수님, 김성태 교수님, 김지환 교수님, 김태원 교수님께 더불어 감사 드립니다.

더불어 존재 자체가 힘이 되었던 동기들, 그리고 선배님, 후배님들께도 고마운 마음 전합니다.

늘 무한한 사랑으로 이끌어 주시는 평생의 버팀목인 아버지, 어머니, 그리고 친구 같은 조연자 동생 은영이와 함께 이 기쁨을 나누고자 합니다.

2010 년 6 월

한현진 드림

차 례

그림 및 표 차례	iii
국문 요약	iv
I. 서론	1
II. 재료 및 방법	3
1. 연구 대상	4
2. 임플란트 시술 및 술 후 검사	4
가. 수술 과정	4
나. 보철 과정	4
다. 주기적 검사	5
라. 평가 요소	5
3. 실패 임플란트에 대한 검사 및 분석	6
4. 임플란트 실패의 원인 분류	6
가. 염증	6
나. 골유착 실패	6
다. 조기부하	6
라. 숙주 반응	6

마. 과부하	6
바. 임플란트 고정체 파절	7
사. 임플란트 주위염	7
아. 여러가지 원인이 혼합된 경우	7
자. 원인을 알 수 없는 경우	7
5. 통계학적 분석	7
III. 결과	8
1. 실패 시기에 따른 원인 분석	10
가. 조기 실패	10
나. 지연 실패	16
2. 실패 원인에 따른 임상적, 방사선학적인 특성 분석	22
가. 비감염성 원인(과부하, 조기부하, 임플란트 고정체 파절)	22
나. 감염성 원인(염증, 임플란트 주위염)	23
IV. 고찰	24
V. 결론	31
참고문헌	32
영문요약	37

그림 차례

Figure 1. Survival distribution function for implants	8
Figure 2. Estimated causes of early implant failure	10
Figure 3. Estimated causes of late implant failure	16
Figure 4. A radiograph of an implant failure due to overload	22
Figure 5. A radiograph of an implant failure due to fixture fracture	22
Figure 6. A radiograph of an implant failure due to peri-implantitis	23
Figure 7. A radiograph of an implant failure due to inflammation(burn)	23

표 차례

Table 1. Characteristics of failed implants	9
Table 2. Statistical analysis for risk factors associated with causes of early implant failure	12
Table 3. Statistical analysis for significant risk factors associated with causes of early implant failure	14
Table 4. Statistical analysis for risk factors associated with causes of late implant failure	18
Table 5. Statistical analysis for significant risk factors associated with causes of late implant failure	20

임플란트 실패의 원인에 대한 19 년간의 후향적 연구

임플란트가 치아 결손 부위의 수복에 있어 예지성 있는 치료가 되어 왔으나 소수의 환자에서 여전히 임플란트 실패가 발생하고 있다. 본 연구의 목적은 임플란트가 실패한 증례에서 임플란트 실패 원인과 위험 인자와의 연관성을 분석함으로써 궁극적으로 임플란트 실패율을 감소시키는데 도움을 주고자 하는데 있다.

1991 년 2 월부터 2009 년 5 월까지의 기간 동안 연세대학교 치과대학병원에 내원하여 임플란트 식립 및 보철 수복을 받은 임플란트 식립 및 보철 수복을 받은 879 명 환자, 2796 개의 임플란트 중 1 개 이상의 임플란트가 실패한 환자를 대상으로 후향적 연구를 시행하였다. 진료 기록부 및 치과 방사선 사진을 토대로 환자, 임플란트, 수술, 보철 특성에 관한 정보를 수집 후 임플란트 실패 원인을 평가하였으며 위험 인자와 실패 원인간의 상관성을 분석하였다. 연구 결과는 다음과 같다.

1. 총 879명의 환자에게 식립된 2796개의 임플란트 중 91명의 환자에서 150개의 임플란트가 실패하였으며 조기 실패는 86개로 57.33%의 비중을 차지하였고 지연 실패는 64개로 42.67%를 차지하였다.
2. 조기 실패의 원인은 염증 40개(47%), 골유착 실패 23개(27%), 조기 부하 11개(13%), 숙주 반응 7개(8%), 원인을 알 수 없는 경우 3개(3%), 그리고 여러 원인이 혼합된 경우 2개(2%)의 순으로 나타났다.
3. 지연 실패의 원인은 과부하 34개(53%), 임플란트 고정체 파절 11개(17%), 임플란트 주위염 8개(13%), 원인 미상 6개(9%), 숙주 반응 4개(6%), 그리고 염증 1개(2%)의 순서로 나타났다.

4. 조기 실패에서 실패 원인이 염증인 경우 상악 전치부, 불량한 초기 안정성, 기계 절삭 임플란트 표면, 15mm이상의 임플란트 길이, 재건적 술식의 동반, 그리고 2단계 술식에서 실패율이 유의성 있게 높았으며 골유착 실패가 원인인 경우는 Type III의 골질, 불량한 초기 안정성, 재건적 술식 동반시 실패율이 유의성 있게 높았다. 조기 부하가 원인인 경우는 기계 절삭 임플란트 표면, 재건적 술식 동반시 실패율이 유의성 있게 높았다.
5. 지연 임플란트의 실패 원인이 과부하인 경우 기계 절삭 임플란트 표면, 재건적 술식 동반, 2단계 술식 그리고 telescopic denture에서 유의성 있게 높은 실패율을 나타내었다. 실패 원인이 임플란트 고정체 파절인 경우는 남성, 기계 절삭 임플란트 표면, 2단계 술식시에 실패율이 유의성 있게 높았다.

핵심되는 말: 임플란트 실패 원인, 조기 실패, 지연 실패, 염증, 과부하

임플란트 실패의 원인에 대한 19 년간의 후향적 연구

<지도교수 한 동 후>

연세대학교 대학원 치의학과

한 현 진

I. 서 론

부분 또는 완전 무치악 치아 결손 부위를 임플란트로 대체하는 것은 예지성 있는 치료가 되어 왔다.¹⁻⁴ 하지만 이러한 임플란트의 높은 성공률에도 불구하고 소수의 환자에서 실패에 관한 보고가 지속되고 있는 바,⁵ 임플란트 실패와 이와 관련된 위험 인자에 대한 관심이 높아지고 있다.

임플란트의 성공은 저작과 발음 등과 관련된 기능적 측면, 골유착이 상실되지 않고 골을 유지하면서 염증이 없는 조직 생리학적인 측면, 그리고 동통이나 불편감이 없으면서 심미성을 충족시키는 심리학적인 측면에까지 연관되어 있다.⁶ 이런 관점에서 볼 때 임플란트의 실패는 기계적인 또는 생물학적인 이유로 기능, 심미, 그리고 발음 등의 목적을 이루지 못한 총체적인 실패라고 할 수 있다.⁷ 이러한 임플란트의 실패는 발생하는 시기에 따라 골유착 기간 및 초기 하중 시기에 발생하는 조기 임플란트 실패와 골유착 과정이 끝나고 임플란트 기능이 이루어지는 기간에 발생하는 지연 임플란트 실패로 나뉜다. 조기 실패는 임플란트 표면과 이를 둘러싼 골 사이에 섬유성 반흔 조직 형성을 야기시키는 초기 치유 과정의 붕괴에 의한 것이며⁸, 감염, 임

플란트의 오염, 수술 중의 외상, 부적절한 치유 및 치유 기간 동안의 과도한 부하와 관련된 하나 혹은 그 이상의 역학적인 요소가 원인이 될 수 있다. 이에 반해 지연 실패는 외상에 의한 생역학적인 평형과 감염에 의한 생물학적 평형이 붕괴되는 병리학적 과정에 기인한다.⁹ 임플란트의 실패는 이러한 실패 시기 뿐만 아니라 실패 원인, 실패 상태 (surviving /ailing/ failng), 실패 책임자(responsible personnel), 실패 유형(failure mode), 실패와 관련된 조직 유형(tissue type), 그리고 실패의 근원(origin)에 따라 분류할 수도 있다.

임플란트의 실패율을 감소시키기 위해 위험 인자에 대한 연구와 실패 원인을 규명하고자 하는 노력은 현재까지도 지속되고 있다. 임플란트의 실패를 유발하는 원인으로 Duyck 등¹⁰은 임플란트 주위 조직의 감염과 교합력의 과부하, 굽힘 모멘트, 비기능적 습관과 같은 교합 요소를 들었으며 Esposito 등¹¹은 감염, 불완전한 치유 그리고 과부하가 임플란트 상실의 주된 역학적인 요소라고 하였다. 많은 연구에서 실패와 관련된 위험 인자의 영향을 보고하고 있으며¹²⁻¹⁴ 최근에는 연속적인 임플란트 실패의 원인을 평가하기 위해 IL-1 genotype과 같은 유전자다형(gene polymorphism)과 연관된 연구가 많이 이루어지고 있지만 아직 명확한 연관성은 입증하기 어렵다.¹⁵

임플란트의 합병증과 실패의 발생은 역학적으로 다인성이라 할 수 있다.¹¹ 또한 임플란트의 생물학적인 합병증과 실패를 다루는 것에 대한 과학적인 유효성은 아직 부족한 실정이므로 현재까지의 원인 규명은 주로 경험과 시행착오에 기반한 실험적인 결과로부터의 추정에 기인한다. 따라서 실패 원인의 복잡성과 이와 관련된 연구 보고의 제한성으로 인하여 임플란트 실패와 이와 관련된 위험 인자를 명확히 도출하는 것은 어려운 일이라 할 수 있다. 하지만 임플란트가 실패한 환자에서 이와 관련된 여러 위험 요소들의 존재 유무와 특성을 파악하여 각 요소들간의 연관성을 찾고 실패 원인을 고찰해 보는 것은 진단 및 치료 계획에 영향을 주어 궁극적으로 임플란트의 성공률을 높일 수 있을 뿐만 아니라 임플란트 실패 이후에 발생할 환자의 추가적인 비용 및 부가 술식의 필요성을 감소시킬 수 있을 것이다.

이 연구의 목적은 임플란트가 실패한 증례에서 임플란트 실패 원인과 위험 인자와의 연관성을 분석함으로써 궁극적으로 임플란트 실패율 감소에 도움을 주고자 하는데 있다.

II. 재료 및 방법

1. 연구대상

1991 년 2 월부터 2009 년 5 월까지의 기간 동안 연세대학교 치과대학병원에 내원하여 임플란트 식립 및 보철 수복을 받은 879 명의 환자, 2796 개의 임플란트를 대상으로 한 연구 (김성희 등¹⁶. 대한치과보철학회지 2010) 의 결과 중 실패하여 제거한 150 개의 임플란트, 91 명의 환자를 대상으로 후향적 연구를 시행하였다. 연구는 연세대학교 치과대학병원 임상시험심사위원회(Institutional Review Board) 의 승인 이후 이루어졌다.

1 인의 보철의에 의해 치료 계획의 수립 및 임플란트 보철 수복이 이루어졌으며 진료 기록부 및 치과 방사선 사진의 열람이 가능하여 환자의 성별, 나이, 식립된 임플란트의 종류, 식립 부위, 보철물 및 주기적 검사시 평가 항목에 관한 자료를 수집할 수 있는 환자를 대상으로 하였다. 수술 전에 임플란트 식립시나 식립 후 발생할 수 있는 합병증에 대한 설명 청취 후 이에 대한 동의가 이루어진 환자를 대상으로 하되 심각한 전신질환으로 해당 질환의 담당 주치의와 술 전 협의 진료가 불가능하거나 이로 인한 추후 합병증의 발생이 불가피하다고 판단되는 골연화증, 골형성 부전증 환자, HIV, 면역 억제제 투여 환자와 같은 면역 기능 이상 환자, 약물 남용 환자, 정신 질환자, 조절되지 않는 당뇨 환자, 출혈 이상 질환을 가지는 환자, 방사선 조사를 받은 환자는 제외하였다.

임플란트의 종류는 연구대상 기간 동안 사용 빈도가 높은 Brånemark[®] (Nobel Biocare, Göthenburg, Sweden) ITI[®] (Straumann, Waldenburg, Switzerland), Replace[®] (Nobel Biocare, Göthenburg, Sweden) 그리고 Silhouette[®] (Biolog International Inc. Deerfield, USA) 4 개의 종류로 국한하였다. 또한 실패 후 재식립한 임플란트가 4 개의 종류에 해당된 2 개의 BT-Lock[®] (BTLock s.r.l., Vicenza, Italy) 임플란트도 연구 대상으로 간주하였다.

상기의 조건을 만족한다 하더라도 임플란트의 보철 수복이 이루어진 후 6 개월 이상의 주기적인 검사가 이루어지지 않은 임플란트는 제외하였다.

2. 임플란트 시술 및 술 후 검사

가. 수술 과정

국소적 마취 또는 광범위한 자가골 이식(autologous bone graft)이 동반될 경우 필요에 따라 전신 마취 하에 수술이 진행되었으며 모든 환자는 술 전 및 술 후에 예방적 항생제를 복용하도록 하였다.

식립할 임플란트 종류의 선택은 술 전 평가를 통하여 외과의와 보철의가 상의 하에 결정하였으며 식립은 제조사의 지시에 따른 통상의 방법을 따라 행해졌다.

즉시 식립이 가능하다고 판단된 경우 발치 후 즉시 식립을 시행하였으며 골양이 부족하여 부가적인 재건적 술식이 필요한 경우 이를 동반하여 임플란트를 동시 식립 또는 지연 식립하였다. 재건적 술식은 골유도재생술(guided bone regeneration, GBR), 골절도술(osteotome sinus floor elevation, OSFE), 골이식을 동반한 상악동 거상술(bone added osteotome sinus floor elevation, BAOSFE) 또는 측방접근법에 의한 상악동 거상술을 포함한다.

수술 부위의 평가를 위해 초기안정성과 골질을 수술 후 외과의의 판단에 따라 기재하였다. 골질은 Lekholm 과 Zarb 등¹⁷의 분류에 기초하였으며 초기 안정성의 평가에 있어서 식립 토크가 50Ncm 이상으로 engine 및 부가적인 hand wrench 를 이용하여 고정한 경우를 excellent, 식립 토크 20~50Ncm 로 고정하였을 때를 good, 식립 토크 20Ncm 이하로 screw driver 를 이용하여 손으로 부가적인 고정을 한 경우를 fair, 그리고 초기 고정이 되지 않은 경우를 poor 로 간주하였다. 식립토크 측정은 1999년까지는 Osseocare[®](Nobel Biocare, Gothenburg, Sweden) engine 으로 이루어졌으며 이후는 Kavo INTRAsurg 300 plus[®](Kavo, Biberach, Germany) engine 을 사용하였다.

나. 보철 과정

골유착이 이루어지는 기간 동안 환자는 주기적으로 내원하여 임상 검사, 방사선학적 검사 및 Osstell[™](Integration Diagnostics AB, Göteborgsvagen, Svedalen,

Sweden)을 이용한 resonance frequency analysis 나 Periotest(Medizintechnik Gulden, Bensheim, Germany)를 이용하여 측정한 periotest value 를 통하여 식립된 임플란트의 골유착 정도를 평가 받았으며 상기 검사에 근거하여 골유착이 이루어진 것이라고 판단되면 통법에 따라 보철물을 제작하여 환자에게 장착하였다.

다. 주기적 검사

임플란트 보철 수복이 이루어진 후 환자는 2 주, 3 개월, 6 개월, 그리고 1 년 주기로 한 술 후 검사 프로그램을 토대로 한 주기적 검사를 위해 내원하도록 하였다. 재내원시 임상 검사, 방사선학적 검사 및 구강 위생 검사가 이루어졌으며 필요할 경우 구강 위생 교육을 실시하였다.

라. 평가 요소

환자의 진료 기록부, 치과 방사선 사진 등을 토대로 다음과 같은 요소들이 기록되었다.

(1) 환자 특성

나이, 성별, 전신병력, 습관.

(2) 해부학적 특성

임플란트 식립 위치(상악/하악, 전치부/구치부), 골질, 초기안정성.

(3) 임플란트 특성

제조사, 표면, 직경, 길이.

(4) 수술 특성

수술 날짜, 수술 단계(1 state/2 stage), 재건적 술식 동반 여부.

(5) 보철 특성

보철물 유형(implant single crown, implant fixed partial denture, implant overdenture, telescopic denture), 유지 방식(screw type/cementation type), 보철물 장착 날짜.

3. 실패 임플란트에 대한 검사 및 분석

임플란트 실패 날짜, 임플란트 실패시까지의 골유착 기간 및 하중 기간, 보철적 합병증(지대주 나사의 풀림 또는 파절, 도재 파절, 임플란트 피개 의치 파절, 보철물 탈락 등) 발생 여부, 실패 당시 동통 발생 여부, 임플란트 제거 전후 동요도 존재 여부, 각화 점막 존재 여부, 임플란트 제거시 주위 염증 조직 존재 여부, 방사선학적 골흡수 양상

임플란트의 실패는 변연골 소실이 심하거나 움직임이 감지되어 제거가 필요하다고 판단되는 경우로 보았으며 실패일은 구강내로부터 제거되는 날로 간주하였다.

4. 임플란트 실패의 원인 분류

가. 염증

임플란트 식립시 발생한 과도한 열, 식립 부위에 존재한 완전히 치유되지 않은 병소, 수술 과정 중 발생한 상악동 점막의 손상, 점막의 열개, 이식재의 오염 등으로 발생한 염증으로 인하여 임플란트가 실패한 경우

나. 골유착 실패

식립 부위의 골질이 불량하거나 식립시 초기 안정성이 확보되지 않아 충분한 골유착 기간이 지난 후에도 임플란트의 고정이 이루어지지 않은 경우

다. 조기부하

골유착 기간 동안 장착된 이행 의치의 부하에 의해 임플란트가 실패한 경우

라. 숙주 반응

임플란트 식립 당시 조절되었던 전신 병력이 식립 후 조절되지 않으면서 임플란트가 실패한 경우

마. 과부하

임플란트 지지 보철물 장착 후 기능 동안 임플란트에 과도한 힘이 가해져 실패한 경우

바. 임플란트 고정체 파절

임플란트 고정체의 파절로 구강내에서 제거한 경우

사. 임플란트 주위염

임플란트 주위염의 발생으로 임플란트가 실패한 경우

아. 여러 원인이 혼합된 경우

상기 원인이 두 가지 이상 혼합되어 임플란트가 실패한 경우

자. 원인을 알 수 없는 경우

상기 원인으로 실패하지 않았으며 어떠한 임플란트 실패의 원인을 찾을 수 없는 경우

5. 통계학적 분석

자료의 분석은 SAS 9.1 (SAS Institute Inc., Cary, North Carolina, USA)을 통해 이루어졌으며 실패한 임플란트의 생존 기간 분석은 Kaplan-Meier analysis 을 이용하였다. 임플란트 실패 원인과 위험 인자들의 연관성 분석은 Pearson Chi-Square test와 Fisher's Exact Test를 사용하였으며 유의성 수준은 $p < 0.05$ 로 두었다.

또한 위험 인자와 임플란트 실패 원인간의 연관성이 존재한 경우는 위험 인자 내 항목간 비교를 다시 시행하였으며 Bonferroni correction ($p < 0.05 / n$, n : 검정 개수)을 이용하여 반복 검정으로 인한 오차를 조정하였다. 위험 인자 내 항목간의 오즈비는 95% 신뢰 수준(95% confidence intervals)을 기준으로 산출하였다. 위험 인자 내 세부 항목이 2개이나 하나의 세부 항목에 포함되는 임플란트가 없을 때는 연속성 수정(continuity correction)을 이용하여 오즈비 및 신뢰수준을 계산하였다.

Ⅲ. 결 과

실패한 150 개의 임플란트의 평균 생존 기간은 682.41 ± 72.58 일이었으며 전체 임플란트의 50%가 실패한 시점은 304.00 일이었다(Fig. 1).

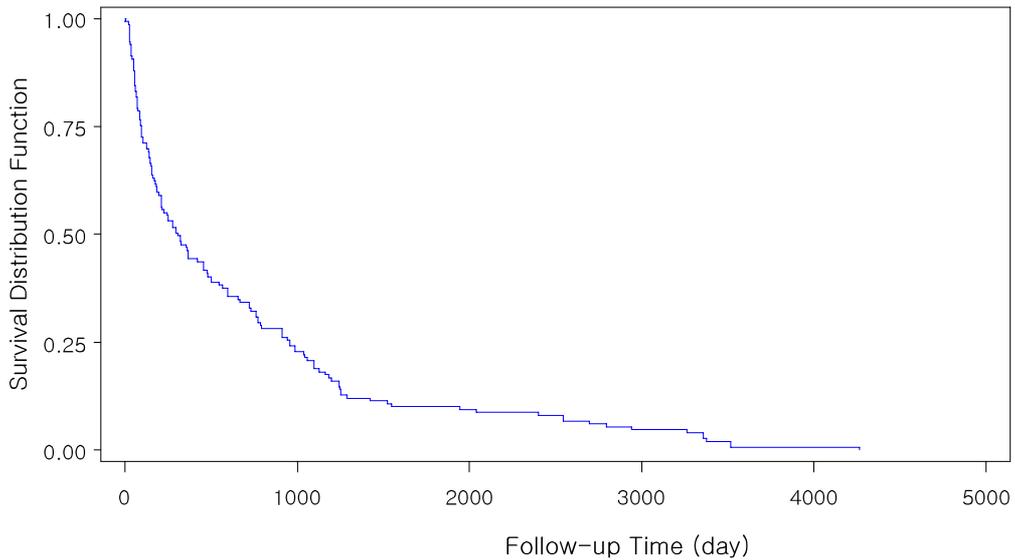


Fig. 1. Survival distribution function for implants

임플란트 식립시 재건적 술식이 동반된 임플란트는 150개 중 62개로 전체 실패한 임플란트의 41.33%를 차지하였다.

단계별 임플란트 술식에 따른 분포는 일단계 술식에 의해 식립된 임플란트 69개 (46%), 이단계 술식에 의해 식립된 임플란트 81개(54%)였다. 또한 임플란트 실패 전 합병증 동반 여부 분석에 있어 임플란트가 실패하기 전 동통이 수반된 경우는 57 개(38.00%)였으며 수반되지 않은 경우는 93개(62.00%)였다.

실패한 임플란트의 보철물과 대합되는 것이 자연치인 경우 42개(65.63%), 임플란트 지지 고정성 보철물 14개(21.88%), 가철성 국소의치 3개(4.69%), 그리고 임

플란트 피개의치가 5개(7.81%)였다. 지연 실패에서 보철적인 합병증이 발생한 경우는 18개(28.13%), 발생하지 않은 경우는 46개(71.88%)였다(Table 1).

Table 1. Characteristics of failed implants

Factors associated with failed implants	Failed implants (n=150) N(%)
Implant with reconstructive procedure	
Yes	62(41.33)
No	88(58.67)
Stage	
1-state	69(46.00)
2-stage	81(54.00)
Pain incidence before implant failure	
Yes	57(38.00)
No	93(62.00)
Factors associated with late failures	Failed implants (n=64) N(%)
Opposite tooth	
Natural tooth	42(65.63)
Implant supported fixed partial denture	14(21.88)
Removable partial denture	3(6.49)
Implant overdenture	5(7.81)
Prosthetic complication incidence before implant failure	
Yes	18(28.13)
No	46(71.88)

1. 실패 시기에 따른 원인 분석

임플란트의 조기 실패는 150개의 임플란트 중 86개로 57.33%의 비중을 차지하였으며 지연 실패는 64개로 42.67%를 차지하였다.

가. 조기 실패

조기 실패한 임플란트 86개의 성별에 따른 분포는 남성 49개, 여성 37개였으며 각각 56.98%, 43.02%를 차지하였다. 조기 실패의 원인은 염증 40개(47%), 골유착 실패 23개(27%), 조기 부하 11개(13%), 숙주 반응 7개(8%), 원인을 알 수 없는 경우 3개(3%), 그리고 여러 원인이 혼합된 경우 2개(2%)의 순으로 나타났다(Fig. 2).

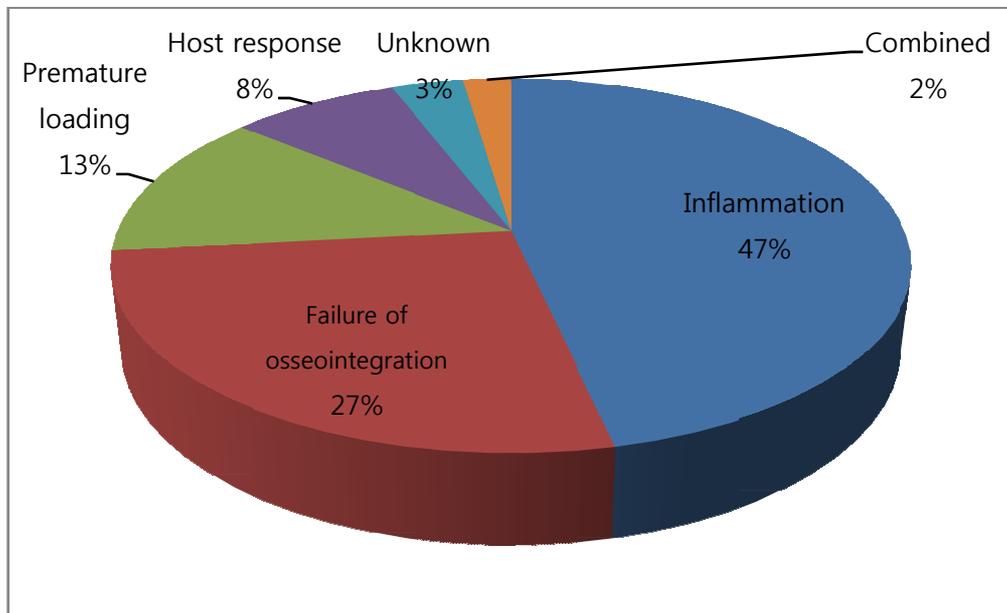


Fig. 2. Estimated causes of early implant failure

조기 실패한 임플란트의 평균 생존일은 174.21 ± 19.96 일이었다.

조기 실패한 임플란트의 원인별 위험 인자에 따른 임플란트의 분포는 Table 2에 나타내었다. 위험 인자의 평가시 기록이 누락된 것으로 나타난 임플란트는 통계학적 분석에서 제외시켰으며 해당 인자 별로 식립한 전체 임플란트 중 실패한 임플란트의 비율을 계산하여 통계적 분석을 시행하였다. 각 원인의 발생 유무에 따른 위험 인자와의 상관성 분석의 결과는 p -value로 표시하였다.

실패 원인이 염증인 경우 위치($p = .0398$), 초기 안정성($p = .0088$), 임플란트 표면 특성($p = .0023$), 임플란트 길이($p = .0043$), 재건적 술식(<0.0001), 수술 단계($p = .0078$)와 연관성이 있었다. 골유착 실패가 원인인 경우 골질($p < 0.0001$), 초기 안정성($p < 0.0001$), 재건적 술식($p < 0.0001$)과의 연관성이 있는 것으로 나타났으며 조기 부하가 원인인 경우에는 임플란트 표면 특성($p = .0204$), 임플란트 길이($p = .0362$), 재건적 술식($p = .0137$)과 연관성이 있는 것으로 나타났다. 또한 숙주 반응이 원인이 되는 경우에는 골질($p = .0151$), 초기 안정성($p = .0333$)과 연관성이 있었으며 원인을 알 수 없는 경우나 여러 원인이 혼합된 경우는 모두 재건적 술식($p = .0237$, $p = .0084$)에만 연관성이 있었다.

Table 2. Statistical analysis for risk factors associated with cause of early implant failure

	Causes of early implant failure						No. of total failed implants(%)	No. of placed implants
	Inf.	F.O	P.L	H.R	Un.	Com.		
	No. of failed implants (%)							
% = failed implants/ placed implants in a horizontal row*100								
Gender								
Male	21(1.47)	16(1.12)	7(0.49)	3(0.21)	0(0.00)	2(0.14)	49(3.43)	1431
Female	19(1.39)	7(0.51)	4(0.29)	4(0.29)	3(0.22)	0(0.00)	37(2.70)	1365
<i>p</i> -value	0.8664	0.0765	0.5493	0.7203	0.1162	0.5001		
Location								
Ant. Mx.	10(2.69)	1(0.27)	0(0.00)	2(0.54)	0(0.00)	0(0.00)	13(3.50)	372
Post.Mx.	16(1.84)	13(1.49)	8(0.92)	4(0.46)	3(0.34)	1(0.11)	45(5.16)	871
Ant. Mn.	1(0.70)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	1(0.70)	143
Post. Mn.	13(0.92)	9(0.64)	3(0.21)	1(0.07)	0(0.00)	1(0.07)	27(1.91)	1410
<i>p</i> -value	0.0398*	0.0839	0.0584	0.1345	0.1342	1.0000		
Bone quality								
Type I	2(2.74)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	2(2.74)	73
Type II	15(1.25)	3(0.25)	10(0.84)	1(0.08)	3(0.25)	1(0.08)	23(2.75)	1197
Type III	5(1.29)	13(3.35)	1(0.26)	0(0.00)	0(0.00)	1(0.26)	20(5.16)	388
Type IV	2(2.27)	2(2.27)	0(0.00)	2(2.27)	0(0.00)	0(0.00)	6(9.08)	88
Unknown	16(1.52)	5(0.48)	0(0.00)	4(0.38)	0(0.00)	0(0.00)	25(2.38)	1050
<i>p</i> -value	0.3754	<0.0001*	0.7032	0.0151*	1.0000	0.5301		
Primary stability								
Excellent	5(0.71)	1(0.14)	7(0.99)	1(0.14)	1(0.14)	0(0.00)	15(2.12)	704
Good	8(1.57)	3(0.59)	3(0.59)	0(0.00)	1(0.20)	0(0.00)	15(2.95)	511
Fair	4(2.07)	10(5.18)	1(0.52)	1(0.52)	1(0.52)	1(0.52)	18(9.33)	193
Poor	3(7.89)	3(7.89)	0(0.00)	1(2.63)	0(0.00)	0(0.00)	7(18.41)	38
Unknown	20(1.48)	6(0.44)	0(0.00)	4(0.30)	0(0.00)	1(0.07)	31(2.29)	1350
<i>p</i> -value	0.0088*	<0.0001*	0.8266	0.0333*	0.5661	0.1598		
Implant surface								
Smooth	22(2.42)	8(0.88)	0(0.00)	3(0.33)	0(0.00)	1(0.11)	34(3.74)	910
Rough	18(0.95)	15(0.80)	11(0.58)	4(0.21)	3(0.16)	1(0.05)	52(2.75)	1886
<i>p</i> -value	0.0023*	0.8182	0.0204*	0.6890	0.5555	0.5451		
Implant diameter								
<3.75	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	112
3.75-4.5	25(1.51)	10(0.61)	5(0.30)	4(0.24)	0(0.00)	2(0.12)	46(2.79)	1652
>4.5	15(1.45)	13(1.26)	6(0.58)	3(0.29)	3(0.29)	0(0.00)	40(3.87)	1032
<i>p</i> -value	0.9062	0.1902	0.3844	1.0000	0.0693	0.5307		
Implant length								
<10	6(2.21)	3(1.10)	3(1.10)	2(0.74)	0(0.00)	0(0.00)	14(5.15)	271
10-15	30(1.21)	20(0.81)	7(0.28)	5(0.20)	3(0.12)	2(0.08)	67(2.70)	2466
>15	4(6.78)	0(0.00)	1(1.69)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	5(8.47)	59
<i>p</i> -value	0.0043*	0.6895	0.0362*	0.2655	1.0000	1.0000		
Reconstructive technique								
Yes	19(7.39)	11(4.28)	4(1.56)	2(0.78)	2(0.78)	2(0.78)	40(15.57)	257
No	21(0.83)	12(0.47)	7(0.28)	5(0.20)	1(0.04)	0(0.00)	46(1.82)	2539
<i>p</i> -value	<0.0001*	<0.0001*	0.0137*	0.1298	0.0237*	0.0084*		
Staging								
1-stage	17(0.97)	12(0.68)	10(0.57)	2(0.11)	3(0.17)	1(0.06)	45(2.56)	1753
2-stage	23(2.20)	11(1.05)	1(0.10)	5(0.48)	0(0.00)	1(0.10)	41(3.93)	1043
<i>p</i> -value	0.0078*	0.2947	0.0626	0.1101	0.2981	1.0000		

Inf. : inflammation ; F.O : failure of osseointegration ; P.L : premature loading

H.R : host response ; Un. : unknown ; Com. : combined ; Ant.: anterior; Post.: posterior

Mx: maxilla; Mn.: mandible

*significant p -value < .05

임플란트 실패 원인과 위험 인자의 분석에서 연관성이 있는 것으로 나타난 것을 위험 인자의 세부 항목별로 다시 분석을 시행하였다. 세부 항목 중 기록이 누락된 것으로 나타난 임플란트는 분석을 제외하였다.

염증이 원인인 경우 상악 전치부, 불량한 초기안정성, 기계 절삭 임플란트 표면, 15mm 이상의 임플란트 길이, 재건적 술식의 동반, 그리고 2단계 술식 사용시 실패율이 유의성 있게 높았다.

골유착 실패가 원인인 경우 Type III의 골질, 불량한 초기 안정성, 재건적 술식을 동반한 경우 실패율이 유의성 있게 높았다. 조기 부하가 원인인 경우는 기계 절삭 임플란트 표면, 재건적 술식이 시행된 경우에서 실패율이 유의성 있게 높았다. 또한 숙주 반응이 원인인 경우는 Type IV 골질, 불량한 초기 안정성인 경우에서 실패율이 유의성 있게 실패 원인을 알 수 없는 경우나 혼합된 경우 모두 재건적 술식 동반시 실패율이 유의성 있게 높았다(Table 3).

Table 3. Statistical analysis for significant risk factors associated with cause of early implant failure

Causes of early implant failure	Variables	%	<i>P</i> -value	Odds ratio	95% CI
Inflammation	Location		0.0398		
	Ant. Mx.	2.69		1.00	1.00
	Post. Mx.	1.84		0.6774	0.3045, 1.5070
	Ant. Mn.	0.70		0.2549	0.0323, 2.0097
	Post. Mn.	0.92		0.3369	0.1465, 0.7744
	Primary stability		0.0088		
	Excellent	0.71		1.00	1.00
	Good	1.57		2.2235	0.7231, 6.8365
	Fair	2.07		2.9587	0.7868, 11.1265
	Poor	7.89		11.9829	2.7522, 52.1718
	Implant surface		0.0023		
	Smooth	2.42		1.00	1.00
	Rough	0.95		0.3889	0.2076, 0.7288
	Implant length		0.0043		
	<10	2.21		1.00	1.00
	10–15	1.21		0.5439	0.2243, 1.3188
>15	6.78		3.2121	0.8770, 11.7633	
Reconstructive technique			<0.0001		
	Yes	7.39		1.00	1.00
	No	0.83		0.1045	0.0554, 0.1971
Staging			0.0078		
	1–stage	0.97		1.00	1.00
	2–stage	2.20		2.3027	1.2244, 4.3306
Failure of osseointegration	Bone quality		<0.0001		
	Type I	0.00		0.00	0.00
	Type II	0.25		1.00	1.00
	Type III	3.35		13.7931	0.0205, 0.2557
	Type IV	2.27		9.2593	0.0178, 0.6553
	Primary stability		<0.0001		
	Excellent	0.14		1.00	1.00
	Good	0.59		4.1511	0.0205, 2.3223
	Fair	5.18		38.4615	0.0033, 0.2047
	Poor	7.89		60.2410	0.0017, 0.1636
Reconstructive technique			<0.0001		
	Yes	4.28		1.00	1.00
	No	0.47		0.1062	4.1120, 21.5632
Premature loading	Implant surface		0.0204		
	Smooth	0.05		1.00	1.00
	Rough	0.61		12.2000	0.1686, 52.8600

Causes of early implant failure	Variables	%	<i>P</i> -value	Odds ratio	95% CI
Premature loading	Implant length		0.0362		
	<10	1.10		1.00	
	10–15	0.28		0.2543	0.0654, 0.9892
	>15	1.69		1.5401	0.0663, 6.3533
	Reconstructive technique		0.0137		
	Yes	1.56		1.00	1.00
	No	0.28		0.1749	1.6628, 19.6683
Host response	Bone quality		0.0151		
	Type I	0.00		0.00	0.00
	Type II	0.08		1.00	1.00
	Type III	0.00		0.00	0.00
	Type IV	2.27		27.7778	0.0032, 0.4005
	Primary stability		0.0333		
	Excellent	0.14		1.00	1.00
	Good	0.00		0.00	0.00
	Fair	0.52		3.6617	0.0170, 4.3865
	Poor	2.63		19.0114	0.0032, 0.8581
Unknown	Reconstructive technique		0.0237		
	Yes	0.78		1.00	1.00
	No	0.04		0.0502	0.0045, 0.0559
Combined	Reconstructive technique		0.0084		
	Yes	0.98		1.00	1.00
	No	0.02		0.0191	0.0085, 3.7400

%: failed implants/total placed implants x 100

CI : confidence interval

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

☐ : significant difference

나. 지연실패

지연 실패한 임플란트 64개의 성별 분포는 남성 46개, 여성 18개였으며 각각 71.9%, 28.1%를 차지하였다. 지연 실패의 원인은 과부하 34개(53%), 임플란트 고정체 파절 11개(17%), 임플란트 주위염 8개(13%), 원인을 알 수 없는 경우 6개(9%), 숙주 반응 4개(6%), 그리고 염증 1개(2%)의 순서로 나타났다(Fig. 3).

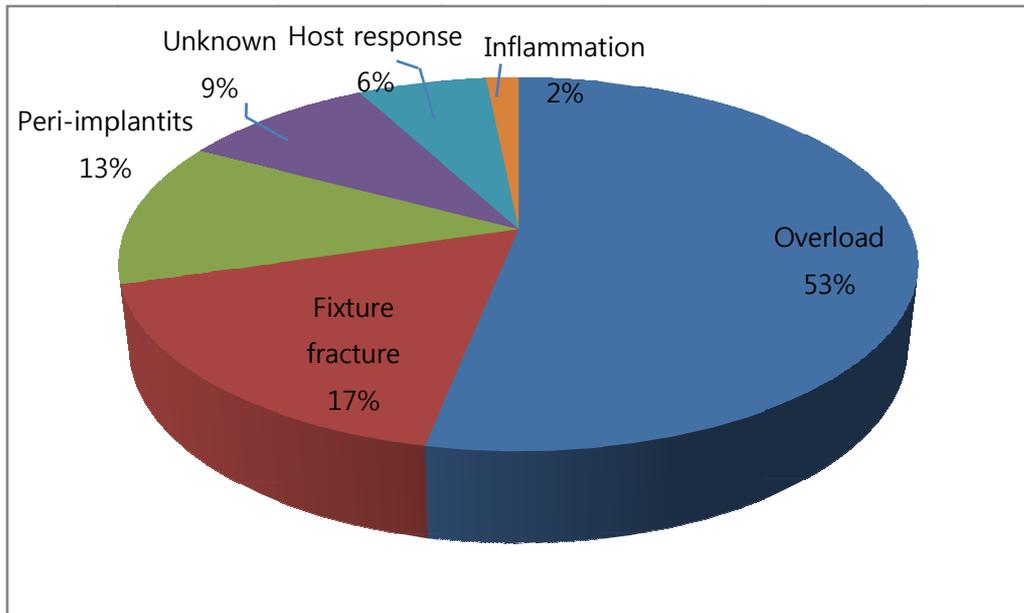


Fig. 3. Estimated causes of late implant failure

지연 실패한 임플란트의 평균 생존일은 1376.14 ± 124.70 일이었다.

지연 임플란트 실패의 원인별 위험 인자에 따른 임플란트의 분포는 Table 3에 나타내었다. 위험 인자의 평가시 기록이 누락된 것으로 나타난 임플란트는 통계학적 분석에서 제외시켰으며 해당 인자 별로 식립한 전체 임플란트 중 실패한 임플란트의 비율을 계산하여 통계적 분석을 시행하였다. 각 원인의 발생 유무에 따른 위험 인자와의 상관성 분석의 결과는 p -value로 표시하였다.

실패 원인이 과부하인 경우 위치($p = .0420$), 초기 안정성($p = .0103$), 임플란트 표면($p < 0.0001$), 재건적 술식($p < 0.0001$), 수술 단계($p = .0030$), 보철물 유형(p

<0.0001)과 연관성이 있었다. 임플란트 파절이 실패 원인인 경우는 성별($p = .0083$), 골질($p = .0495$), 임플란트 표면($p < 0.0001$), 수술 단계($p = .0033$)와 연관성이 있었으며 임플란트 주위염이 원인인 경우에는 초기 안정성($p = .0352$)과 연관성을 보였다. 원인을 알 수 없는 경우는 초기 안정성($p = .0106$), 임플란트 직경($p = .0205$), 재건적 술식($p < 0.0001$)과 연관성이 있었으며, 숙주 반응이 원인인 경우는 임플란트 표면($p = .0112$), 재건적 술식($p = .0193$)과 연관성을 보였다.

Table 4. Statistical analysis for risk factors associated with cause of late implant failure

	Causes of Late Implant Failure						No. of total failed implants (%)	No. of placed implants
	O.L	F.F	P.I	Un.	H.R	Inf.		
	No. of failed implants (%)							
	% = failed implants/ placed implants in a horizontal row*100							
Gender								
Male	22(1.54)	10(0.70)	6(0.42)	1(0.07)	2(0.14)	1(0.07)	42(2.94)	1431
Female	12(0.15)	1(0.07)	2(0.15)	5(0.37)	2(0.15)	0(0.00)	22(0.89)	1365
<i>p</i> -value	0.1124	0.0083*	0.2895	0.1163	1.0000	1.0000		
Location								
Ant. Mx.	7(1.88)	1(0.27)	1(0.27)	2(0.54)	0(0.00)	0(0.00)	11(2.96)	372
Post.Mx.	16(1.84)	5(0.57)	5(0.57)	3(0.34)	2(0.23)	1(0.11)	32(3.66)	870
Ant. Mn.	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	143
Post. Mn.	11(0.78)	5(0.35)	2(0.14)	1(0.07)	2(0.14)	0(0.00)	21(1.48)	1410
<i>p</i> -value	0.0420*	0.8296	0.2751	0.1740	0.8402	0.4975		
Bone quality								
Type I	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	73
Type II	9(0.75)	0(0.00)	5(0.42)	5(0.42)	0(0.00)	0(0.00)	19(1.59)	1197
Type III	4(1.03)	1(0.26)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	5(1.29)	388
Type IV	2(2.27)	1(1.14)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	5(3.41)	88
Unknown	19(1.80)	9(0.86)	3(0.29)	1(0.10)	4(0.38)	1(0.10)	37(3.53)	1050
<i>p</i> -value	0.3608	0.0495*	0.5952	0.5962	1.0000	1.0000		
Primary stability								
Excellent	7(0.99)	0(0.00)	5(0.71)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	12(1.70)	704
Good	3(0.59)	0(0.00)	0(0.00)	2(0.39)	0(0.00)	0(0.00)	5(0.98)	511
Fair	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	2(1.04)	0(0.00)	0(0.00)	2(1.04)	193
Poor	2(5.26)	0(0.00)	1(2.63)	1(2.63)	0(0.00)	0(0.00)	4(10.52)	38
Unknown	22(1.63)	11(0.81)	2(0.15)	1(0.07)	4(0.30)	1(0.07)	41(3.03)	1350
<i>p</i> -value	0.0103*	1.0000	0.0352*	0.0106*	1.0000	1.0000		
Implant surface								
Smooth	22(2.42)	11(1.21)	2(0.22)	1(0.11)	4(0.44)	1(0.11)	41(4.51)	910
Rough	12(0.64)	0(0.00)	6(0.32)	5(0.27)	0(0.00)	0(0.00)	23(1.23)	1886
<i>p</i> -value	<0.0001*	<0.0001*	1.0000	0.6707	0.0112*	0.3255		
Implant diameter								
<3.75	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	1(8.33)	0(0.00)	0(0.00)	1(8.33)	112
3.75-4.5	17(1.03)	10(0.61)	4(0.24)	4(0.24)	4(0.24)	1(0.06)	40(2.42)	1652
>4.5	17(1.65)	1(0.10)	4(0.39)	1(0.10)	0(0.00)	0(0.00)	23(2.24)	1032
<i>p</i> -value	0.3493	0.5110	0.5173	0.0205*	0.3173	1.0000		
Implant length								
<10	3(1.11)	0(0.00)	1(0.37)	1(0.37)	0(0.00)	0(0.00)	5(1.85)	271
10-15	31(1.26)	10(0.41)	7(0.28)	5(0.20)	4(0.16)	1(0.04)	58(2.35)	2466
>15	0(0.00)	1(1.70)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	1(1.70)	59
<i>p</i> -value	1.0000	0.2053	0.6344	0.5296	1.0000	1.0000		
Reconstructive technique								
Yes	15(5.84)	1(0.39)	2(0.78)	4(1.56)	0(0.00)	0(0.00)	22(8.57)	257
No	19(0.75)	10(0.40)	6(0.24)	2(0.08)	4(0.16)	1(0.04)	42(1.67)	2539
<i>p</i> -value	<0.0001*	1.0000	0.1630	<0.0001*	1.0000	1.0000		
Staging								
1-stage	13(0.74)	2(0.11)	5(0.29)	4(0.23)	0(0.00)	0(0.00)	24(1.37)	1753
2-stage	21(2.01)	9(0.86)	3(0.29)	2(0.19)	4(0.38)	1(0.10)	40(3.83)	1043
<i>p</i> -value	0.0030*	0.0033*	1.0000	1.0000	0.0193*	0.3730		

Causes of Late Implant Failure								
	O.L	F.F	P.I	Un.	H.R	Inf.		
	No. of failed implants (%)						No. of total failed implants (%)	No. of placed implants
	% = failed implants/ placed implants in a horizontal row*100							
Prosthetic type								
SC	8(1.70)	2(0.43)	3(0.64)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	13(2.77)	469
FPD	10(0.51)	7(0.36)	4(0.23)	6(0.31)	2(0.10)	1(0.05)	30(1.56)	1966
OD	8(3.11)	2(0.78)	1(0.39)	0(0.00)	2(0.78)	0(0.00)	13(5.06)	257
TD	8(44.4)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	8(44.4)	18
p-value	<0.0001*	0.4290	0.2333	0.7913	0.1155	1.0000		

O.L : overload ; F.F ; fixture fracture ; P.I : peri-implantitis ; Un. : unknown

H.R : host response ; Inf. : inflammation

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

SC: implant supported single crown; FPD: implant supported fixed partial denture

OD: overdenture ; TD: telescopic denture

*significant p-value < .05

임플란트 실패 원인과 위험 인자의 분석에서 연관성이 있는 것으로 나타난 것을 위험 인자의 세부 항목별로 다시 분석을 시행하였다. 세부 항목 중 기록이 누락된 것으로 나타난 임플란트는 분석을 제외하였다.

자연 임플란트의 실패 원인이 과부하인 경우 기계 절삭 임플란트 표면, 재건적 술식 동반, 2단계 술식, telescopic denture에서 실패율이 유의성 있게 높았다.

임플란트 고정체 파절이 원인인 경우 남성, 기계 절삭 임플란트 표면, 2단계 술식에서 실패율이 유의성 있게 높았다. 또한 임플란트 주위염이 원인일 때는 초기안정성이 불량한 경우 실패율이 높았지만 세부 항목간 유의차는 없었다. 또한 원인 미상인 경우 불량한 초기안정성, 3.75mm 미만 직경의 임플란트, 그리고 재건적 술식이 동반된 경우에서 실패율이 높았으나 세부 항목간 유의차는 재건적 술식 이외에는 나타나지 않았다.

실패 원인이 숙주 반응일 경우 기계 절삭 임플란트 표면, 2단계 술식에서 유의성 있게 높은 실패율을 보였다(Table 5).

Table 5. Statistical analysis for significant risk factors associated with cause of late implant failure

Causes of late implant failure	Variables	%	<i>P</i> -value	Odds ratio	95% CI
Overload	Location		0.0420		
	Ant. Mx.	1.88		1.00	1.00
	Post. Mx.	1.84		0.9758	0.3981, 2.3919
	Ant. Mn.	0.00		0.00	0.00
	Post. Mn.	0.78		0.4100	0.1578, 1.0650
	Primary stability		0.0219		
	Excellent	0.99		1.00	1.00
	Good	0.59		0.5880	0.1513, 2.2849
	Fair	0.00		0.00	0.00
	Poor	5.26		5.5317	1.1093, 27.5852
	Implant surface		<0.0001		
	Smooth	2.42		1.00	1.00
	Rough	0.64		0.2585	0.1273, 0.5246
	Reconstructive technique		<0.0001		
	Yes	5.84		1.00	1.00
	No	0.75		0.1216	0.0610, 0.2424
	Staging		0.0030		
	1-stage	0.74		1.00	1.00
	2-stage	2.01		2.7503	1.3712, 5.5161
	Prosthetic type		<0.0001		
	SC	1.70		1.00	1.00
	FPD	0.51		0.2946	0.1156, 0.7506
	OD	3.11		1.8514	0.6865, 4.9927
	TD	44.4		46.1000	14.4067, 147.5152
Fixture fracture	Gender		0.0083		
	Male	0.70		1.00	1.00
	Female	0.07		0.0142	0.0133, 0.8149
	Bone quality		0.0495		
	Type I	0.00		0.00	0.00
	Type II	0.00		0.00	0.00
	Type III	0.26		1.00	1.00
	Type IV	1.14		4.4484	0.0139, 3.6293
	Implant surface		<0.0001		
	Smooth	1.27		1.00	1.00
	Rough	0.02		0.0207	0.0109, 3.1525
	Staging		0.0033		
	1-stage	0.11		1.00	1.00
	2-stage	0.86		7.624	1.6433, 35.3370

Causes of late implant failure	Variables	%	P-value	Odds ratio	95% CI
Peri-implantitis	Primary stability		0.0352		
	Excellent	0.71		1.00	1.00
	Good	0.00		0.00	0.00
	Fair	0.00		0.00	0.00
	Poor	2.63		3.7784	0.4304, 33.1697
Unknown	Primary stability		0.0106		
	Excellent	0.00		0	0
	Good	0.39		1.00	1.00
	Fair	1.04		2.6449	0.3728, 19.0522
	Poor	2.63		6.8776	0.0129, 1.6408
	Implant diameter		0.0205		
	<3.75	8.33		1.00	1.00
	3.75-4.5	0.24		0.8267	0.0028, 0.2585
	>4.5	0.10		0.0107	0.0006, 0.1817
	Reconstructive technique		<0.0001		
	Yes	1.56		1.00	1.00
	No	0.08		0.0049	0.0094, 0.2736
Host response	Implant surface		0.0112		
	Smooth	0.49		1.00	1.00
	Rough	0.02		0.0533	0.0150, 5.2022
	Staging		0.0193		
	1-stage	0.02		1.00	1.00
	2-stage	0.43		15.1894	1.2938, 8.2103

%: failed implants/total placed implants x 100

CI : confidence interval

SC: implant supported single crown; FPD : implant supported fixed partial denture

OD: overdenture ; TD: telescopic denture

☐ : significant difference

2. 실패원인에 따른 임상적, 방사선학적인 특성 분석

가. 비감염성 원인(과부하, 조기부하, 임플란트 고정체 파절)

보통 제거 당시 임플란트의 동요도가 있지만 실패 초기에는 없는 경우도 있었다. 타진이나 저작시 둔통이나 민감성을 수반하였으며 임플란트와 골의 접촉 계면을 따라 좁은 방사선 투과상이 나타났다. 또한 분화구 모양과 같은 현저한 변연부 골소실은 보이지 않았다(Fig. 4). 임플란트 고정체가 파절된 경우는 동요도가 감지되었고 지지대주 나사의 하방 경계와 일치하는 수준까지 분화구 형태로 변연부 골이 소실되는 양상을 보였다(Fig. 5).

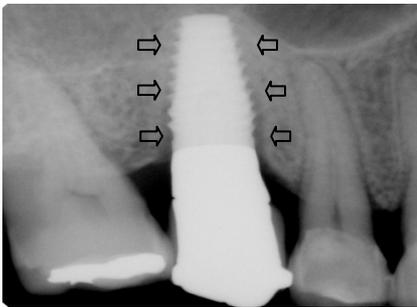


Fig. 4. A radiograph of an implant failure due to overload.

A narrow radiolucency is observed at the implant bone interface.

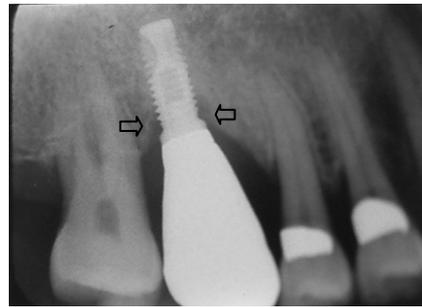


Fig. 5. A radiograph of an implant failure due to fixture fracture.

A crater shaped radiolucency is observed in the marginal bone area surrounding the implant, and the bone resorption has proceeded to the lower boundary of the abutment screw.

나. 감염성 원인(염증, 임플란트 주위염)

일반적으로 염증 발생시에는 동요도가 없었으나 이로 인한 실패로 제거된 경우 동요도를 동반하는 경우도 있었다. 또한 화농성 고름과 같은 감염의 전형적 증상이 발생하였다. 임플란트 주변의 변연골은 분화구 모양과 같은 파괴 양상을 보이며 보통 임플란트의 근단부는 방사선 투과성 없이 골유착이 유지되고 있었다(Fig. 6)

골삭제(drilling)시 과도한 열발생으로 인한 골괴사의 경우, 치밀골 부위인 변연골과 임플란트 근단부에서 방사선 투과상이 관찰되었다(Fig. 7).

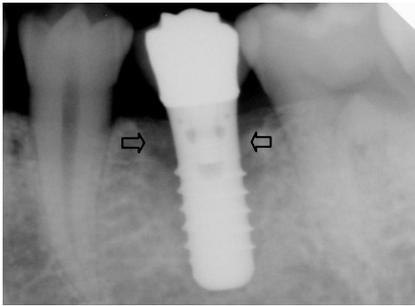


Fig. 6. A radiograph of an implant failure due to peri-implantitis. Bone resorption including the crater shaped bone resorption is seen in the upper marginal bone of the implant

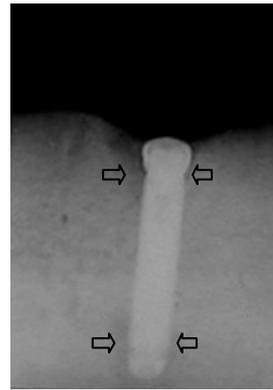


Fig. 7. A radiograph of an implant failure due to inflammation(burn). A radiographic view of implant place in the lower anterior region, 37 days post placement. Radiolucency is observed in the marginal and apical bone region of the implant.

IV. 고 찰

임플란트가 치아 결손 부위의 수복에 있어서 안정성과 예지성이 높은 치료로 알려졌지만 이에 따른 합병증이나 실패가 지속적으로 발생하고 있으므로 위험 인자와 임플란트 생존율의 평가가 다양한 각도에서 이루어지고 있다.¹²⁻¹⁴ 이러한 임플란트 실패에 연관된 위험 인자에 관한 연구는 궁극적으로 임플란트 치료의 효과를 극대화하는 것에 목표를 둔다. 본 연구 또한 이와 같은 맥락에서 임플란트의 실패 원인을 파악하고 위험 인자와의 연관성을 분석함으로써 임플란트 실패를 줄이는데 도움을 주고자 하였다. 이번 연구의 결과에서 제시하지 않은 환자의 특성, 임플란트 특성, 식립 부위, 골질, 초기 안정성, 보철물 유형 등이 임플란트 생존율에 미치는 영향은 이전의 연구(김성희 등¹⁶. 대한치과보철학회지 2010)에서 보고된 바 있다.

본 연구에서 임플란트의 실패 시기에 따른 임플란트의 분포는 조기 실패 86개(57.33%), 지연 실패 64개(42.67%)로 조기 실패한 임플란트가 지연 실패한 임플란트 보다 많았다. 이는 지연 실패보다 조기 실패의 발생률이 높다는 Zarb 등¹⁷과 Naert 등¹⁸의 연구 결과와 일치한다. 그러나 Manor 등¹⁹의 연구에서는 그 비율이 유사하였으며 Salonen 등²⁰에 따르면 조기 실패의 비율이 지연 실패보다 더 높았다. 임플란트 실패 시기에 관한 결과는 연구가 이루어지는 임상 환경이 다양하기 때문에 이와 관련한 결과는 현재까지 명확하게 도출할 수는 없다. 조기 실패와 지연 실패의 발현률에 대한 정보를 제공하기 위해서는 실패에 영향을 주는 요소를 제한하고 장기간의 관찰 기간을 필요로 한다.

임플란트 식립 후 초기 치유 과정은 수술적 외상과 식립된 이물질 사이에서 발생하는 염증 반응으로 설명할 수 있다.²¹ 그러나 지속적인 염증 자극으로 인한 영속적인 염증은 임플란트 거부 반응을 야기한다. 치유 기간 동안 발생하는 종창, 누공, 점막의 열개 및 골수염은 임플란트의 실패를 의미하는데 이것은 감염으로 가장 합리적이고 보편적으로 설명된다. 또한 이러한 징후의 조기 발생은 후기에 발생하는 것보다 더 중요한데 골과 임플란트의 유착을 이끄는 치유 과정 자체가 저해될 수 있기 때문이다.²² 본 연구에서 조기에 실패한 40개의 임플란트는 염증이 원인으로 조기에 실패한 임플란트의 47%를 차지하였다. 염증의 원인은 길이가 15mm이상인 임플란

트의 식립시 발생한 과도한 열, 식립 부위에 존재한 완전히 치유되지 않은 병소, 수술 과정 중 발생한 상악동 점막의 손상, 점막의 열개, 그리고 재건적 술식시 사용된 이식재의 오염이었다. Pongnarisorn 등²³은 임플란트와 관련된 염증의 발현은 표면의 유형과는 관련이 없다고 하였으나 이번 연구에서 염증으로 인한 임플란트의 실패율은 1단계보다 2단계 술식에서, 거친 임플란트 표면보다는 기계 절삭 임플란트 표면에서 유의차 있게 더 높았다. 이는 보통 2단계 술식으로 식립되는 기계 절삭 표면의 Brånemark® 임플란트의 실패가 거친 표면 임플란트보다 상대적으로 많았기 때문이다. 기계 절삭 표면 임플란트가 안정적으로 사용되어 왔지만¹ 임플란트 표면의 끊임 없는 개발로 거친 표면 임플란트의 성공률은 특히 불량한 골질을 가진 부위에 식립된 경우 기계 절삭 표면 임플란트의 성공률보다 좀 더 높게 보고되고 있다.²⁴ 염증으로 인한 실패는 지연 실패에서도 발생하였다. 외상을 받은 인접치아에서 발생한 치근단 병변이 임플란트 근단부를 침해한 것이 원인이었다. 치아 삭제, 치수의 손상, 치아 우식, 치근 외흡수 등으로 인해 발생한 치아의 생활력 상실은 근단부 병소를 형성하고 임플란트를 감염시킬 수 있다.²⁵ 따라서 이의 발생을 최소화하기 위해서는 임플란트 식립 전 인접 치아의 면밀한 검사 및 식립시 주의가 필요할 것으로 사료된다.

임플란트 식립에 있어 재건적 술식이 동반되는 것은 임플란트를 식립하기에는 골의 양이 불충분할 경우 이를 증대시켜 식립 부위의 환경을 향상시키고자 하는 데 있다. 이번 연구에서 임플란트 식립시 재건적 술식이 동반된 것은 전체 식립된 임플란트의 9.19%에 불과하였으나 재건적 술식의 동반은 숙주 반응을 제외한 조기 실패의 모든 원인에서 통계학적으로 실패와 상관성이 있음을 보여주었다. 재건적 술식의 실패는 대부분 점막의 열개로 인한 골 이식재의 감염, 상악동 거상술을 시행할 때 발생한 점막의 천공이 원인이었다. 임플란트의 생존률 측면에서는 임플란트 수여 부위의 재건적 술식의 사용은 임플란트 실패의 독립적인 위험 인자가 아니라고 한 Woo 등²⁶과 같은 결론을 내릴 수 있다. 하지만 임플란트가 조기 실패한 경우 재건적 술식의 동반이 위험 인자로 작용한 점을 고려하면 McDermott 등¹²이 재건적 술식은 통계학적으로 합병증과 연관되어 위험성을 높이는 인자라고 한 바와 같이 임플란트의 실패의 위험 인자로 작용할 수 있다.

본 연구에서 임플란트 조기 실패의 한 원인인 골유착 실패는 식립 부위의 골질이 불량하거나 식립시 초기 안정성이 확보되지 않아 충분한 기간이 지난 후에도 골유착이 일어나지 않은 경우를 의미하였다. 특히 골유착 획득에 있어 초기 안정성은 임플란트 식립시의 골 접촉 면적과 주변 골의 밀도와 같은 생역학적 특성과 관련된 인자로²⁷ 식립 부위의 골질이 초기 안정성의 확보에 영향을 줄 수 있다. O'Sullivan 등²⁸ 은 type IV 골질에서 평균 식립 토크는 다른 유형의 골질과 통계학적으로 유의하게 차이가 있다고 하였다. 이번 연구에서 골유착 실패가 원인인 경우 골질, 초기 안정성, 재건적 술식과 유의성 있게 관련이 있었다. 그러나 초기 안정성은 임플란트의 유형이나 수술 방법에 영향을 받으므로²⁹ 이를 개선시키면 초기 안정성을 증대시킬 수 있을 것이라 사료된다.

임플란트의 골유착이 이루어지는 기간 동안 가해진 교합력도 부적절한 연조직 치유와 불충분한 골유착을 야기한다.³⁰ 본 연구에서 조기 부하가 원인이 되어 실패한 임플란트는 11개로 조기 실패의 13%를 차지하였다. 특히 거친 표면의 경우, 실패율이 유의성 있게 큰 것으로 나타났는데 이것은 거친 표면 임플란트는 보통 1단계 술식으로 식립되어 식립과 동시에 치유 지대주를 연결하였기 때문이다. 골유착 기간 동안에 장착한 이행 의치가 기능하는 동안 구강 내에 노출된 치유 지대주에 직접적 또는 간접적으로 영향을 미쳐 골유착을 방해하였을 것이라 사료된다. 따라서 골유착 기간 동안 이행의치의 장착에 있어 교합적 외상을 최소화하는 특별한 주의를 기울여야 할 것이라 생각된다.

본 연구에서 임플란트가 실패하기 전에 동통이 발현된 것은 57개의 임플란트였으며 이는 전체 실패 임플란트의 38%로 나타났다. 또한 염증이 실패 원인인 경우에도 45%의 임플란트에서만 동통이 감지되었다. 보통 감염이 발생하는 경우 환자가 자각할 수 있는 증상이 동반되므로 타진이나 저작시, 지대주의 나사를 조일 때 발생하는 동통과 식립된 임플란트에 대한 환자의 불편감은 임플란트 실패의 첫 번째 징후가 될 수 있다. 그러나 임플란트 실패는 증상과 임플란트의 이상 징후에 대한 환자의 지각 없이 발생하는 경우도 있다. 실패한 임플란트에서 동요도는 있었지만 증상이 없을 수도 있다고 한 Esposito 등⁹의 언급도 이를 뒷받침하여 준다. 따라서 동통 없이 실패된 임플란트를 조기에 발견하여 합병증을 최소화하기 위해서는 주기적인 검

사의 중요성을 환자에게 설명하여 내원의 동기를 부여하여야 하며 지속적으로 임플란트의 면밀한 검사를 시행하여야 한다. 하지만 임플란트의 실패와 연관된 동통에 관한 연구는 아직까지 제한적이고 주관적인 요소가 강해 과학적 증거가 불충분하므로 앞으로 이와 관련된 연구가 필요하리라 생각된다.

많은 문헌에서 임플란트 실패의 주된 원인으로 과부하, 임플란트 주위염, 그리고 이 두 가지의 복합적인 양상을 들었다. 본 연구에서도 지연 실패의 가장 큰 원인으로 작용한 것은 과부하로 지연 실패한 임플란트의 53%를 차지하였다. 일부 환자에서 존재한 이갈이, 이악물기 또는 편측 저작과 같은 구강 악습관은 임플란트 지지 보철물의 과부하에 영향을 주었으리라 생각된다. 또한 과부하가 원인인 경우 보철물의 유형에 따라 유의성 있는 차이를 보였다. 보철물 유형 중 가장 높은 실패율을 보인 것은 telescopic denture로 모두 implant-tooth-supported telescopic maxillary denture였다. Krennmair 등³¹은 후향적 연구에서 이와 같은 형태의 보철물은 장기간의 성공적인 기능 유지와 적은 합병증으로 노령자의 상악 치료에 유용한 방법이라고 보고하였으나 implant-tooth-supported telescopic maxillary denture의 성공은 사용 가능한 지대치의 수와 전략적인 임플란트의 위치에 의존적이다.³² 본 연구에서 실패한 implant-tooth-supported telescopic maxillary denture에서 식립된 임플란트가 편측으로 치중되어 있었다는 점은 실패 발생을 뒷받침하여 준다. 따라서 임플란트를 이용한 보철 치료 계획시 식립된 임플란트에 과도한 하중이 가해지지 않는 적절한 보철물의 디자인이 필요할 것으로 생각된다.

이와 관련하여 식립된 임플란트와 관련된 교합이나 대합치 또한 임플란트 실패와 연관된 인자 중 하나라고 볼 수 있으나 임플란트 실패와 대합되는 치열과의 연관성을 규명하는 문헌은 극히 제한적이다. Beckor 등³³은 상악 임플란트의 실패율이 하악의 편측성 교합 지지를 받는 경우 43.8%, 대합치가 임플란트 지지 고정성 보철물일 경우 14.3%, 그리고 가철성 국소 의치 대합치인 경우 6.2%로 하악 치열의 유형에 따라 유의성 있는 차이가 있다고 보고한 바 있다. 본 연구에서 과부하로 인한 실패율은 상악 전치부에서 가장 높았다. 상악 전치부에서 실패한 임플란트는 1개를 제외하고는 모두 임플란트 피개 의치 또는 telescopic denture로 수복되었으며 대합치는 대부분 자연치였다. 따라서 골 두께가 비교적 얇은 상악 전치부에 식립된 임플란트가

과도한 경사 교합력을 견디지 못하고 실패했을 것이라 생각된다. 또한 기계 절삭 표면, 2단계 술식에서 실패율이 유의성 있게 높았던 것은 1990년대에 식립한 기계 절삭 표면을 가진 2단계 술식을 사용한 Brånemark® 임플란트의 실패가 많았기 때문이며, 거친 표면 임플란트보다 실질적으로 적은 골접촉면으로 부하시 스트레스 분산 효과가 떨어져 실패율이 컸을 것이라 생각된다.

이번 연구에서 지연 실패 원인의 13%를 차지한 임플란트 주위염은 불량한 구강 위생 환경과 치태로 인하여 발생할 수 있다.³⁴ 치태와 연관된 박테리아에의 높은 이환율은 임플란트 주변의 골상 결합 조직이 치아와는 달리 임플란트 표면에 평행으로 주행하기 때문이며 실질적으로 환자의 저하된 구강 위생 관리 능력이나 치태 축적을 유발하는 부적절하게 디자인된 보철물에 의해 발생한다. Esposito 등³⁵이 제시한 바와 같이 과부하와 임플란트 주위염이 복합적으로 작용할 수도 있으므로 과부하를 예방하기 위한 보철물의 설계와 더불어 불량한 구강위생으로 인한 임플란트 주위염의 발생을 방지하기 위한 엄격한 주기적 검사가 요구된다.

본 연구에서 지연 실패의 두 번째 높은 비율을 차지하는 원인인 임플란트의 파절은 대부분의 문헌에서 그 발생률이 현저히 낮다고 하였다. Balshi³⁶은 5년 동안 4045개의 임플란트를 관찰한 결과 파절된 것은 단지 8개로 그 비율은 0.2%에 불과하다고 하였으며 Jemt와 Lekholm³⁷은 259개의 임플란트 중 단 1개 만이 파절되었다고 하였다. 하지만 Takeshita 등³⁸은 68개의 임플란트 중 5개가 파절되어 파절률이 7.3%로 나타나 다른 문헌에서보다 높은 임플란트 파절 비율을 보여주었다. 본 연구에서는 2796개의 임플란트 중 11개가 파절되어 파절률은 0.4%로 낮았다. Balshi³⁶은 임플란트의 디자인이나 재료에 있어서의 결함, 보철물 구조체의 부적절한 적합, 그리고 생리적 또는 생역학적인 과부하를 임플란트 파절의 원인으로 들었다. 또한 Tagger Green 등³⁹은 타이타늄 임플란트의 식립 후 비귀금속 도재 소부 전장관으로 수복할 경우 갈바닉 활성으로 유발된 부식이 임플란트 파절을 유발할 수 있음을 보고하였다. 본 연구에서 파절된 임플란트 11개는 모두 Brånemark® (Nobel Biocare, Yorba Linda, CA, USA) 임플란트였으며 사용된 타이타늄은 commercially pure titanium grade II였다. 현재 Brånemark®사의 임플란트가 인장력 550 MPa, 탄성력 484 MPa인 commercially pure titanium grade IV를 사용하는 것에 비해 이

전에 사용된 commercially pure titanium grade II는 인장력 345MPa, 탄성력 275MPa로 grade IV와 비교했을 때 물성의 차이가 있었다. 이와 더불어 임플란트 주변의 골흡수, 임플란트의 횡단면적인 변화 그리고 스트레스 집중이 균열을 야기하고 이것이 확대되어 금속 피로가 발생함에 따라 임플란트의 파단이 발생하였다고 볼 수 있다. 파절된 임플란트가 평균 2593일 동안 기능하였다는 것은 금속 피로의 발생을 뒷받침하여 주며 파절된 8개의 임플란트 직경이 3.75mm, 2개의 임플란트가 4mm였으며 단 1개의 임플란트를 제외하고는 모두 구치부에 식립되어 기능한 것을 감안할 때 과부하도 일부 원인이 될 수 있다. 특히 환자가 임플란트가 식립된 부위로만 편측 저작을 하는 경우, 임플란트 식립 부위가 제 2대구치로 임플란트 지지 단일관(implant single crown)으로 수복된 경우에 파절 위험이 더 높았다.

본 연구는 후향적인 연구로 무작위 대조군 실험(randomized controlled trial)보다는 그 유효성이 낮다. 이는 전향적 연구에 비해 후향적 연구에서 대상 선별에 있어 표본선택 편의(selection bias)가 작용할 수 있으며 정보 수집 과정에서 필요한 자료의 누락이 발생할 수 있기 때문이다. 진료 기록부를 통한 정보의 수집 과정 측면에서 보았을 때 실패시기에 있어서는 한 환자의 기록만이 누락되었으나 골질이나 초기 안정성의 인자 및 염증 발생과의 연관성을 밝히기 위해 필요한 각화치은의 폭과 두께는 다수의 기록이 누락되어 위험 인자와 임플란트 실패 원인간의 연관성을 명확히 입증하기 어려웠다. 본 연구에서 위험인자의 한 요소로 환자의 나이는 제외하였는데 이는 임플란트 식립 당시의 나이를 기준으로 위험 인자를 평가할 경우 임플란트가 기능한 시간을 고려할 수 없기 때문이었다.

이번 연구는 특정 기간 동안 내원하여 5명의 술자에 의해 임플란트가 식립되어 보철 수복을 받았으나 한 개 이상의 임플란트가 실패한 환자를 대상으로 하였다. 보철 치료가 1명의 보철의에 의해 진행되어 특정 보철물의 디자인이나 술식 선택에 있어서 술자의 선호도가 집중될 수 있다는 관점에서 볼 때 본 연구에서 도출된 결론은 제한적이라 할 수 있다. 더불어 임플란트 실패 원인 별로 환자, 임플란트, 수술, 보철적 특성 등에 따른 위험 인자와의 연관성을 입증하고자 하였으나 임플란트 실패 원인별로 차지하는 임플란트의 수의 편차가 커 차지하는 실패 임플란트의 수가 적은 일부 원인에서는 명확한 연관성을 밝히기 어려웠다. 또한 알 수 없는 원인으로 실패

한 임플란트에 관한 분석이 부족하므로 향후 이에 관한 연구가 추가적으로 필요하리라 생각된다. 그러나 관찰 기간이 19년에 해당하는 후향적 연구로 해당 기간에 발생한 임플란트의 특성 변화와 보철적 수복 개념 변화가 반영되었다는 점에서 이번 연구는 그 의의가 있다. 앞으로 임플란트 실패와 이와 연관된 인자의 상관성에 대한 객관성을 제시하고 보다 유효하고 신뢰성 있는 결과를 위해서는 전향적 무작위 대조군 실험 및 다기관 연구(multicenter study)가 필요하리라 사료된다.

V. 결론

임플란트 실패는 여러 인자가 복합적으로 관여하여 발생하므로 실패 원인 평가와 이와 연관된 위험 인자와의 상관성 분석의 결과는 객관화하여 제시하기는 어려우나 본 연구에서는 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 총 879명의 환자에게 식립된 2796개의 임플란트 중 91명의 환자에서 150개의 임플란트가 실패하였으며 조기 실패는 86개로 57.33%의 비중을 차지하였고 지연 실패는 64개로 42.67%를 차지하였다.
2. 조기 실패의 원인은 염증 40개(47%), 골유착 실패 23개(27%), 조기 부하 11개(13%), 숙주 면역 반응 7개(8%), 원인을 알 수 없는 경우 3개(3%), 그리고 여러 원인이 혼합된 경우 2개(2%)의 순으로 나타났다.
3. 지연 실패의 원인은 과부하 34개(53%), 임플란트 고정체 파절 11개(17%), 임플란트 주위염 8개(13%), 원인 미상 6개(9%), 숙주 반응 4개(6%), 그리고 염증 1개(2%)의 순서로 나타났다.
4. 조기 실패에서 실패 원인이 염증인 경우 상악 전치부, 불량한 초기 안정성, 기계 절삭 임플란트 표면, 15mm이상의 임플란트 길이, 재건적 술식의 동반, 그리고 2단계 술식에서 실패율이 유의성 있게 높았으며 골유착 실패가 원인인 경우는 Type III의 골질, 불량한 초기 안정성, 재건적 술식 동반시 실패율이 유의성 있게 높았다. 조기 부하가 원인인 경우는 기계 절삭 임플란트 표면, 재건적 술식의 동반시 실패율이 유의성 있게 높았다.
5. 지연 임플란트의 실패 원인이 과부하인 경우 기계 절삭 임플란트 표면, 재건적 술식 동반, 2단계 술식 그리고 telescopic denture에서 유의성 있게 높은 실패율을 나타내었다. 실패 원인이 임플란트 고정체 파절인 경우는 남성, 기계 절삭 임플란트 표면, 2단계 술식시에 실패율이 유의성 있게 높았다.

참고 문헌

1. Adell R, Ericksson B, Lekholm U, et al. A long-term follow-up study of osseointegrated implants in the treatment of totally edentulous jaws. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1990;5:347-359
2. Johns R, Heath M, Mckenna S, et al. A multicenter study of overdentures supported by Branemark implants. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1992;7:513-522
3. Mayer TM, Hawley CE, Gunsolley JC, et al. The single-tooth implant: A viable alternative for single-tooth replacement. *J Periodontol*. 2002;73:687-693.
4. Esposito M, Grusovin MG, Coulthard P, et al. 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;20:557-568.
5. Saudoun A, LeGall M. Clinical results and guidelines on Steri-Oss endosseous implants. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 1992;12:486-499
6. Mombelli A (1994) Criteria for success. Monitoring. In: Lang NP, Karring T (eds) *Proceedings of the first European workshop on periodontology*. Quintessence, Berlin, pp317-325
7. El Askary AS, Meffert RM, Griffin T. Why do dental implants fail? Part I. *Implant Dent*. 1999;8:173-85
8. Esposito M, Thomsen P, Ericson L, Lekholm U. Histopathologic observations on early oral implant failures. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1999;14:798-810

9. Esposito M, Thomsen P, Mölne J, Gretzer C, Ericson LE, Lekholm U.
Immunohistochemistry of soft tissues surrounding late failures of Brånemark implants. *Clin Oral Implant Res* 1997;8:352-366
10. Duyck J, Naert I. Failure of oral implants: aetiology, symptoms and influencing factors. *Clin Oral Invest* 1998;2:102-114
11. 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;14:473-490
12. McDermott NE, Chuang SK, Woo VV, Dodson TB. Complications of dental implants: Identification, frequency, and associated risk factors. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2003;18:845-855
13. Moy PK, Medina D, Shetty V, Aghaloo TL. Dental implant failure rates and associated risk factors. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2005;20(4):569-77.
14. Schwartz-Arad D, Laviv A, Levin L. Failure causes, timing and cluster behavior: An 8-year study of dental implants. *Implant Dent* 2008;17:200-207
15. Huynh-Ba G, Lang NP, Tonetti MS, Zwahlen M, Salvi GE. Association of the composite IL-1 genotype with peri-implantitis: a systematic review. *Clin Oral Implants Res*. 2008;19:1154-1162
16. 김성희, 김선재, 이근우, 한동후. 임플란트의 생존율에 영향을 미치는 국소적 인자에 대한 19년간의 후향적 연구. *대한치과보철학회지* 2010;48:28-40

17. Zarb GA, Schmitt A. The longitudinal clinical effectiveness of osseointegrated dental implants: the Toronto Study. Part II: The prosthetic results. *J Prosthet Dent.* 1990 Jul;64(1):53-61.
18. Naert I, Quirynen M, van Steenberghe D, Darius P. A six-year prosthodontic study of 509 consecutively inserted implants for the treatment of partial edentulism *J Prosthet Dent.* 1992 Feb;67(2):236-45.
19. Manor Y, Oubaid S, Mardinger O, Chaushu G, Nissan J. Characteristics of early versus late implant failure: a retrospective study. *J Oral Maxillofac Surg.* 2009 Dec;67(12):2649-52.
20. Salonene M, Oikarinen K, Virtanen K, et al. Failures in the osseointegration of endosseous implants. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1993;8:92-97
21. Zoldos J, Kent JN. Healing of endosseous implants. In:Block Ms, Kent JN, eds. *Endosseous implants for maxillofacial reconstructions*, Philadelphia:W.B Sanuders Co.,1995;40-69
22. 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.
23. Pongnarisorn NJ, Gemmell E, Tan AE, Henry PJ, Marshall RI, Seymour GJ. Inflammation associated with implants with different surface types. *Clin Oral Implants Res.* 2007 Feb;18(1):114-25.

24. Khang W, Feldman S, Hawley CE, Gunsolley J. A multi-center study comparing dual acid-etching and machined surfaced implants in various bone qualities. *J Periodontol* 2001;72:1384-1390
25. Harold I. Sussman. Periapical implant pathology. *J Oral Implantol*. 1998;24(3):133-8.
26. Woo VV, Chuang SK, Daher S, Muftu A, Dodson TB. Dentoalveolar reconstructive procedures as a risk factor for implant failure. *J Oral Maxillofac Surg*. 2004 Jul;62(7):773-80.
27. Cawley P, Sennerby L, Alleyne D, Shagaldi F, Meredith N. 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.
28. O'Sullivan, D., Sennerby, L., Jagger, D. & Meredith, N. A comparison of two methods of enhancing implant primary stability. *Clinical Implant Dentistry & Related Research* 6: 48–57
29. Schmidt-Westhausen AM, Khler SG, Rabel A. Clinical study on the primary stability of two dental implant systems with resonance frequency analysis. *Clin Oral Investig*. 2007;11:257-65.
30. Lundgren S, Nyström E, Nilson H, Gunne J, Lindhagen O. Bone grafting to the maxillary sinuses, nasal floor and anterior maxilla in the atrophic edentulous maxilla. A two-stage technique. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 1997 Dec;26(6):428-34.
31. Krennmair G, Krainhöfner M, Waldenberger O, Piehslinger E. Dental implants as strategic supplementary abutments for implant-tooth-supported telescopic

- crown-retained maxillary dentures: A retrospective follow-up study for up to 9 years. *Int J Prosthodont.* 2007 Nov-Dec;20(6):617-22.
32. Friedman J. Abutments sites and spaces in partial dentures case analysis. *J Prosthet Dent* 1989;61:211-214.
33. Becktor JP, Eckert SE, Isaksson S, Keller EE. The influence of mandibular dentition on implant failures in bone-grafted edentulous maxillae. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2002 Jan-Feb;17(1):69-77.
34. Len Tolstunov. Dental implant success-failure analysis: A concept of implant vulnerability. *Implant Dent* 2006;9:341-346
35. Esposito M, Hirsch JM, Lekholm U, Thomsen P. Biological factors contributing to failures of osseointegrated oral implants. (II). Etiopathogenesis *Eur J Oral Sci.* 1998;106:721-764
36. Balshi TJ. An analysis and management of fractured implants: A clinical report. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1996; 11: 660–666.
37. Jemt T, Lekholm U. Oral implant treatment in posterior partially edentulous jaws: A 5-year follow up report. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1993; 8: 635–640.
38. Takeshita F, Sutsugu T, Higuchi Y, et al. Histologic study of failed hollow implants. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1996; 11: 245–250.
39. Tagger Green N, Machtei EE, Horwitz J, Peled M. Fracture of dental implants: literature review and report of a case. *Implant Dent.* 2002;11(2):137-43

Abstract

Evaluation of implant failure causes :
A 19-Year retrospective study

Hyun-Jin Han

*Department of Prosthetic Dentistry
The Graduate School, Yonsei University*

(Directed by Professor Dong-Hoo Han, DDS, MSD, Ph.D.)

Despite the predictability of dental implants for replacement of missing teeth, few patients continue to experience implant failure. The aim of this retrospective study was to reduce implant failure rate by analyzing characteristics of failed implants and its failure causes.

Objects of the study were those who experienced one or more implant failure, selected from 2796 implant cases from 879 patients treated at the Implant clinic of Yonsei Dental College Hospital between February 1991 and May 2009.

1. Out of total 2796 implants from 879 patients, 150 implants from 91 patients were failed. Early implant failures occurred in 86 implants(57.33%) and late implant failures in 64 implants(42.67%).
2. Causes of early implant failure were inflammation(40 implants, 47%), failure of osseointegration(23 implants, 27%), premature loading(11

- implants, 13%), host response(7 implants, 8%), unknown(3 implants, 3%) and combined(2 implants, 2%).
3. Causes of late implant failure were overload(34 implants, 53%), fixture fracture(11 implants, 17%), peri-implantitis(8 implants, 13%), unknown (6 implants, 9%), host response(4 implants, 6%) and inflammation(1 implants, 2%).
 4. In cases of early implant failure, especially when its failure cause was inflammation, risk factors were as follows : maxillary incisor, poor primary stability, smooth implant surface, more than 15mm of implant length, reconstructive technique and two stage surgery. When the failure cause was failure of osseointegration, risk factors were type III bone quality, poor primary stability and reconstructive technique. When the failure cause was premature loading, risk factor was smooth implant surface and reconstructive technique.
 5. In cases of late implant failure, especially when its failure cause was overload, risk factors were as follows : smooth implant surface, reconstructive technique, two stage surgery and telescopic denture. When the failure cause was fixture fracture, risk factors were male, smooth implant surface and two stage surgery.

Key Words: causes of implant failure, early implant failure, late implant failure, inflammation, overload