

성견에서 인위적으로 형성한 임플란트 주위
골결손 높이에 따른 골유착 정도와
ISQ (Implant Stability Quotient)의 상관관계

연세대학교 대학원

치 의 학 과

김 민 석

성견에서 인위적으로 형성한 임플란트 주위
골결손 높이에 따른 골유착 정도와
ISQ(Implant Stability Quotient)의 상관관계

지도 정 문 규 교수

이 논문을 석사 학위논문으로 제출함

2006년 월 일

연세대학교 대학원

치 의 학 과

김 민 석

김민석의 석사 학위논문을 인준함

심사위원 _____ 인

심사위원 _____ 인

심사위원 _____ 인

연세대학교 대학원

감사의 글

2005년은 저에게 있어 가장 의미있는 한 해가 될 것 같습니다. 평생을 사랑하고 살아갈 사람을 만나 결혼을 하게 되었고, 여러모로 부족함이 많은 제가 석사 과정을 마치고 박사과정의 첫 발을 내딛었고, 주님을 영접하여 세례를 받게 된 한 해였습니다.

이 논문이 나오기까지 철없고 부족한 저를 끊임없는 지도와 격려로 이끌어주신 정문규 교수님께 진심으로 감사드리며, 귀중한 조언과 심사에 도움을 주신 한동후 교수님, 문홍석 교수님께 깊은 감사를 전하고 싶습니다. 또한 곁에서 항상 지켜보며 힘이 되어 준 태원이, 지영이, 상훈이, 소현누나, 성민형과 사진 작업을 도와준 만식, 그리고 선배 후배들에게도 감사의 마음을 전합니다.

항상 따뜻한 마음을 전해주시는 할머니, 저를 낳아 주시고, 이 자리에 있게 해주신 아버지, 어머니와 늘 기도와 축복을 내려주시는 장인어른, 장모님께도 깊은 감사를 드립니다. 그 외 변함없이 관심과 사랑을 보여준 매형, 누나, 유빈이, 유리, 원하형, 처제 유희에게도 항상 건강과 화목이 함께하길 빕니다.

마지막으로 모자란 점이 많은 저를 항상 믿어주고, 따라주는..... 사랑하는 우리 용화에게 감사하다는 말을 전하고 싶고, 평생 사랑하는 마음으로 살 수 있도록 주님께 기도 드립니다.

세월이 지나 모든 것이 변할 때, 이 한 페이지의 마음 만은 변하지 않기를 기도 드립니다.

2006 1월

저자 씀

차 례

그림 및 표 차례

국문요약

I. 서론	1
II. 연구대상 및 방법	4
1. 연구대상	4
가. 연구재료	4
나. 실험동물	4
2. 연구 방법	4
가. 발치	4
나. 실험군 설정	5
다. 임플란트 식립과정	6
라. 임플란트 안정성 측정	7
마. 실험동물 희생 및 표본제작	7
III. 연구결과	9
1. 임상적 관찰	9
2. Ostell을 이용한 ISQ측정	9
3. Image-pro program을 이용하여 측정한 골-임플란트 접촉율	10
4. 통계적으로 알아본 각 군별 BIC와 ISQ 수치 간의 상관관계	11
IV. 총괄 및 고찰	12
V. 결론	16
VI. 참고문헌	17
영문요약	21

그림 차례

- 그림 1. 실험에 사용된 임플란트 fixture의 모식도
- 그림 2. Defect를 형성하기 위해 특수 제작된 6.3mm의 길이의 drill
- 그림 3. 대조군과 실험1군, 실험2군의 단면 모식도
- 그림 4. 적출 후 임상적인 사진과 ISQ 측정사진

표 차례

- 표 1. Ostell™을 이용한 ISQ측정 결과
- 표 2. 골-임플란트 접촉율
- 표 3. 각 군별로 알아본 BIC와 ISQ의 상관관계

국문 요약

성견에서 인위적으로 형성한 임플란트 주위 골결손 높이에 따른 골유착 정도와 ISQ(Implant Stability Quotient)의 상관관계

발치 후 즉시 임플란트를 식립 할 때, 치근의 모양과 임플란트 지대주의 모양이 정확히 일치하지 않기 때문에 식립 후 골과 접촉하지 않는 부위가 부분적으로 생길 수 있다. 본 실험에서는 발치 후 2개월의 치유과정을 가진 성견 4마리에 실험용으로 제작된 직경 3.3mm, 길이 10.0mm의 임플란트 24개를 보편적인 임플란트 시술시 이용하는 식립법에 의해 임플란트와 골사이에 어떤 결손 부위 없이 식립한 군을 대조군(Control)으로 하고, 임플란트 주위로 폭 1.5mm 깊이 2.5mm의 결손 부위가 형성된 군을 실험 1군, 상부 5mm를 더 삭제하여 식립 후 폭 1.5mm 깊이 5.0mm의 결손 부위가 형성된 군을 실험 2군으로 하여 임플란트를 식립 하였다. 식립 후 임플란트 안정성 측정 장비(Osstell™)를 이용하여 각각의 임플란트의 안정도를(ISQ) 측정하고 결손부에 골이식재나 차단막 없이 판막을 재위치 시키고 8주와 12주에 각각 희생시켜 임플란트 안정도 측정과 조직 슬라이드를 제작하여 골-임플란트 접촉율 및 결손부 치유 깊이를 측정하였다. 그 결과 대조군과 실험 1군은 8주에 이미 70이상의 안정적인 ISQ수치를 보이고 있었다. 실험 2군에서는 8주, 12주의 조직학적 관찰시 아직 뼈기 형태의 골 결손부가 잔존해 있어 수직적인 골형성이 진행되고 있음을 알 수 있었고, 전체적인 골-임플란트 접촉율 역시 대조군과 실험 1군에 비해 낮은 수치를 나타내었다. 이에 따라 ISQ 측정치 역시 낮은 값을 나타내는 경향을 보였다. 또한 실험 2군에서 8주와 12주의 BIC와 ISQ의 변화를 분석한 결과 신생골이 형성됨에 따라 높은 상관성을 가지는 것으로 나타났다. 따라서, Osstell™을 이용한 ISQ 측정은 술 후 정기적인 검사시 임플란트 상부의 골결손 여부를 진단할 수 있는 보편적 이고, 비파괴적인 검사 방법으로 사용될 수 있으리라 생각된다.

핵심단어 : 임플란트, 골접촉, ISQ, 치유기간

성견에서 인위적으로 형성한 임플란트 주위 골결손 높이에 따른 골유착 정도와 ISQ(Implant Stability Quotient)의 상관관계

연세대학교 대학원 치의학과

(지도 정 문 규 교수)

김 민 석

I. 서론

골내 임플란트(endosteal implant)란 주로 보철을 위한 기초로서 잔존 치조골 용선에 외과적으로 식립하는 이중 이식 재료이다. Brånemark 등은 광학 현미경 상에서 임플란트의 표면과 살아있는 골의 직접적인 접촉을 골유착 이라 (Osseointegration) 정의하였고 (Brånemark 1985), 임상적 관점에서는 임플란트의 견고한 고정과 함께 구강내 기능교합 하에서 골이 유지되는 것을 골유착이라 정의하였다(Albrektsson et al.1994). Brånemark의 정의대로 광학 현미경상에 관찰해보면 직접적인 골-임플란트의 접촉 비율은 다양하다.

또한, 임상적으로 실패의 가능성은 항상 존재한다. 특히 초기 임플란트 식립 후 실패가 가장 많이 일어나며, 원인은 trauma, infection, overloading 등 다양하다. 실패는 동요도가 점진적으로 증가하거나, 변연골이 서서히 낮아지는 양상으로 나타날 수 있는데, 술자는 다양한 임상적 검사로 향후 예후를 예측할 수 있어야 한다.(Meredith 1996)

임플란트의 골유착을 측정하는 방법은 조직 시편을 채취 하여 조직학적으로 현미경을 이용해 Bone implant contact을 측정하는 것이 가장 정확 하겠지만(Albrektsson 1987, Ericsson 1994), 이는 실제로 환자에게는 적용할 수 없는 방법이다.

일반적으로 방사선학적인 평가가 임플란트 주위 골을 측정하는데 많이 사용되지만, 방사선검사를 한 후 조직시편을 채취하여 Bone implant contact을 측정한 결과에서 방사선적인 검사는 직접 골유착이 항상 많이 된 것으로 측정되는 경향이 있고, 실제 Bone implant contact과 방사선학적 측정치는 매우 상관관계가 낮은 것으로 나타났다(Sykaras 2004). 또한 30%이하의 탈회는 측정이 불가능 하며 (Wong & Saha 1983), 1997년 Caulier 역시 조직학 적으로 측정한 변연골 수준과 방사선학적으로 측정한 변연골 수준에는 유의차가 있는 등의 한계가 있다고 하였다. 그러나 보철 완성 후에는 주기적인 방사선 검사가 초기의 임플란트 주위 병변을 진단하는데 매우 유용하다.(Salvi, Lang 2004).

이제까지 histology and histomorphometry observations (Albrektsson & Jacobsson 1987, Sennerby et al, 1992, Ericsson et al 1994), removal torque analysis (Carlsson et al. 1998, Johansson et. al 1991), pull and push-through test (Dhert et al 1992)등 많은 방법이 되었으나, 보다 정량적이면서, 재현성이 있고, 비파괴적인 방법이 필요하게 되었다. 현재 Periotest[®] (Siemens AG, Benssheim. Germany) 와 RFA (Resonance Frequency Analysis)를 임플란트 안정성 측정에 많이 이용하고 있다.

Periotest[®] 는 등속운동을 하는 electronically controlled rod가 치아나 임플란트 표면에 닿은 후 되돌아 오는 시간을 측정함으로써, periodontal ligament의 damping capacity와 stiffness를 측정하는 장치로, Isidor(1998), Schulte (1993), Chavez(1993)등 많은 학자들이 그 정확성과 안정성을 증명하였다. 그러나 Periotest[®]는 abutment에 기기를 접촉시키는 높이와 각도에 따라 차이가 날 수 있으므로 technic sensitive 하다고 하였고(Derhami et al 1995), 또한 성공적인 임플란트의 수치가 -5~+5사이 이므로 sensitivity가 떨어진다고 하였다 (Olive & Aparicio 1990).

RFA(Resonance Frequency Analysis)는 임플란트의 고정체 및 지대 원주에

변환기를 부착시켜, 공진 주파수를 측정하는 방법이다. 1995년 Meredith는 RFA값을 측정하는 실험에서 2분이내의 빠른 측정 시간과 환자에게 불편감을 주지 않는 측정 방법이라 하였다. 그는 이 실험에서, RFA의 측정치는 임플란트 식립 부위의 골질에 영향을 받으며, 임플란트 전체의 길이보다는 임플란트 fixture가 골상방으로 나와 있는 effective length가 중요하다고 하였고, 1996년에 다른 논문에서는 polymethyl-methacrylate에 임플란트를 embedding한 후 curing의 기간에 따라 강도를 달리한 실험에서 ISQ측정치와 stiffness 사이에 매우 강한 상관관계를 증명하였다. 또한 2000년 Huang등의 논문에 의하면, RFA 값은 주변골의 type, density and level등에 의해 영향을 받으며, bone과 임플란트의 접촉양과 ISQ 측정치가 linear healing stage 동안에 비파괴적이며, 정확한 측정 도구로서 사용 가능함을 증명하였고, 2003년 Bischof 등도, RFA값은 osseointegration 예측할 수 있고, 재현성이 큰 측정기구라고 하였다.

현재는 임플란트 종류별, 고정체 직경별로 RF값에 영향을 줄 수 있는 인자를 보정한 장치인 Osstell™ (Integration Diagnostics, Svedalén, Sweden)이 상용화되어 있으며, Osstell™에 의해 얻어진 공진 주파수 측정치는 Implant Stability Quotient (ISQ)라고 불리는 1-100까지의 지수로 자동 변환된다.

즉시 임플란트 식립시 fixture의 형태와 발치와의 형태가 정확히 일치하지 않기 때문에 임플란트와 골이 직접적으로 접촉하지 못하여 골 결손 부위가 생길 수 있다. 본 실험에서는 Osstell™을 이용한 ISQ 측정치와 실제 Bone implant contact값의 비교를 통해서, 이와 같은 골결손 부위에 신생골 형성 정도를 판단할 수 있는 비파괴적인 검사 방법으로, Osstell™을 보편적으로 사용할 수 있는지 알아보기 위하여 계획 되었다.

II. 연구대상 및 방법

1. 연구대상

가. 연구재료

오스템사에서 제작한 실험용 임플란트 24개를 사용하였다.
(직경 3.3mm, 길이 10.0mm, RBM 표면처리)

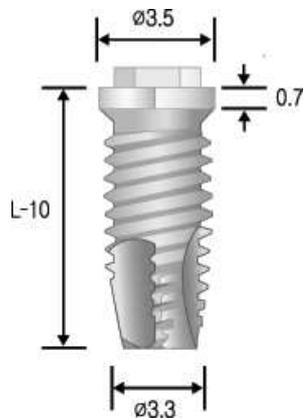


그림 1. 실험에 사용된 임플란트 fixture의 모식도.

나. 실험동물

30kg 내외의 영구치가 완전히 봉출된 4마리의 성견으로 실험을 진행 하였다.

2. 연구방법

가. 발치

발치 다음날과 1주 간격으로 dressing을 시행하여, 2개월 간의 치유와 적응 기

간을 거친 4마리의 성견을 Ketamine 10mg /kg을 정맥 주사하여 Initiation 한 후 정맥 주사를 통해 Propofol 6mg/kg을 주입하여 전신 마취 시켜, 하악 소구치 협점막에 침윤마취를 시행 후(2% Lidocaine - HCl, 1: 80,000 epinephrine 포함) 하악 제1,2,3,4 소구치를 발치하였다. Intubation은 8.0 size endotracheal tubing을 사용하였다.

나. 실험군 설정

1) 대조군

발치후 2개월의 치유 기간을 거친 후 보편적인 시술법으로 임플란트를 식립.

2) 실험1군

발치후 2개월의 치유 기간을 거친 후 6.3mm 직경의 drill로 2.5mm 깊이의 defect를 형성하여, 임플란트 fixture 양측으로 폭 1.5mm, 깊이 2.5mm defect를 형성 후, 보편적인 시술법으로 임플란트를 식립.

3) 실험2군

발치후 2개월의 치유 기간을 거친 후 6.3mm 직경의 drill 5mm 깊이의 defect를 형성하여, 임플란트 fixture 양측으로 폭 1.5mm, 깊이 5mm defect 형성 후, 보편적인 시술법으로 임플란트를 식립.

각 3개의 실험군은 다시 8주, 12주의 희생군으로 나뉘게 되며, 각각 4개의 fixture씩 총 24개를 식립하는 것을 계획하였다. 따라서 총 4마리의 성견에 좌우 측 각각 3개씩 식립하였으며, 무치악 부위에 식립순서는 대조군, 실험1군, 실험2군을 순환시켜, 골고루 배치되도록 하였다.



그림 2. defect를 형성하기 위해 특수 제작된 6.3mm 길이의 drill

다. 발치 후 결손부위의 형성 및 임플란트 식립 과정

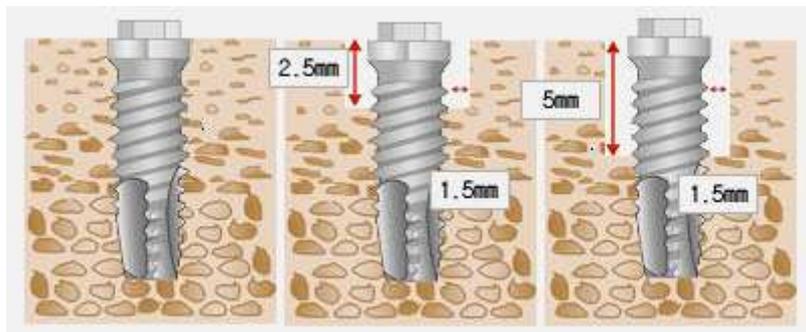
발치를 시행한 4마리의 성견을 2개월의 치유기간을 가진 후 정맥주사로 ketamine 10mg /kg 투여하여 initiation한 후, 정맥 주사로 propofol 6mg/kg 투여하여 전신 마취 시켰다. 수술 중 산소 흡입은 8.0 size endotracheal tubing을 이용하여 2.0% enflurane과 3.0 L/min 산소를 흡입시켰다.

Flap형성은 국소 마취 시행 후 (0.2% lidocaine, HCl, 1: 80,000 epinephrine 포함), 양측 견치 원심부에서 제 1대구치 근심부 까지 치조정 절개를 시행한 후 치은 박리술을 시행 하였다.

실험1군, 실험2군을 식립 할 위치에, 위에서 설명한 방법에 의해, defect를 형성한 후 통상적인 방법으로 대조군, 실험1군, 실험2군의 임플란트를 식립하였다. 식립 직후 임플란트 안정성 측정 장비 (Resonance frequency analyzer.Osstell™)를 이용하여 각각의 임플란트의 안정성을(ISQ) 측정하였다.

식립 후 골이식재나 차단막을 사용하지 않고, 자연치유를 유도 하였고, interrupted suture와 vertical mattress suture를 이용해 봉합 하였다.

수술 후 종창과 감염방지를 위하여 1일 500mg의 ampicillin®을 일주일간 정맥주사를 시행하였고 매일 클로르헥시딘 용액으로 2주일간 구강세척을 시행하였다.



대조군 실험1군 실험2군

그림 3. 대조군과 실험1군, 실험2군의 단면 모식도

라. 임플란트의 안정성 측정

임플란트 식립직후 Osstell™을 사용하여, 대조군과 실험군에 transducer를 10N 정도의 힘으로 고정한 후, ISQ를 측정하고 컴퓨터에 각 임플란트별 ISQ를 전송 후 저장하였다(Meredith 1994,1996,1997). 희생후에도 동일한 방법으로 안정성을 측정하였다. (그림 5)

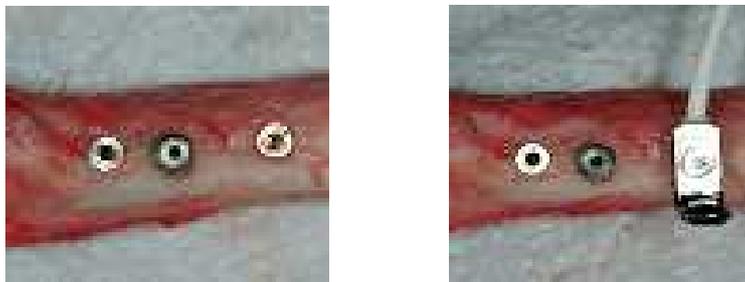


그림 4. 희생후 적출 사진과 ISQ 측정 사진

마. 실험동물 희생 및 표본제작

ketamine 150mg /kg 을 정맥주사 하여 희생시키는 방법을 이용하여, 8주 후에 두 마리의 성견을, 나머지 두 마리는 12주 후에 희생하였다. 하악골을 적출하

여, 주위골을 포함한 임플란트를, 포르말린에 고정시킨 후, 70% ~100% alcohol에서 6시간 탈수 시켰다. 이어 100% technovit 7200VLC 용액으로 moulding한 후 EXAKT machine(MG-4200)으로 포매(embedding)하였다. 이를 block으로, 제작하여 trimming 한 후 시편 조직의 두께가 약 $70\mu\text{m}$ 이하가 되도록 grinding하여 시편을 만들었다. 각각의 시편을 H-E staining (hematoxylin and eosin)후 광학현미경으로 관찰하였다. 각각의 제작 된 조직 표본을 슬라이드로 제작하여 광학 현미경 하에서 사진을 찍어 JPG file로 변환하였다. Adobe photoshop 7.0(Adobe 사)에서 fixture를 단일 색상으로 변환하여 전체 fixture의 표면적 Image Pro-plus program상에서 측정하였다. Bone implant contact은 수작업으로 Image Pro-plus program상에서 측정하였으며, 측정자의 내적 타당성을 확보하기 위해 3번의 반복 측정값이 유의수준 5%이하의 오차가 나올 때 까지 반복적인 측정을 한 후, 각각의 슬라이드를 3번씩 측정하여 평균치를 분석하였다.

Ⅲ. 연구결과

1. 임상적 관찰

4마리의 성견에 식립한 총 24개의 fixture중 2개는 골질이 불량하여 식립하지 못하였다. 다른 하나는 인접한 치근에 식립 되어 연구에서 제외되었다. 임상적으로는 swelling이나 redness등 어떠한 염증의 sign도 관찰되지 않았으며, 8주 희생군에서 2개, 12주 희생군에서 1개의 임플란트 cover screw가 노출이 되었으나, 특별한 염증의 징후는 없었다.

2. Ostell을 이용한 임플란트 ISQ 측정

실험 1군의 8주후 희생 표본에서 bone이 cover screw를 모두 덮고 있어서 측정이 불가능 하였다. 남은 21개의 임플란트 ISQ 측정치를 각 group별로 정리하여 평균치를 계산하였다. 결과는 초기 고정에서, 대조군(72.8)과 실험1군(65.0), 실험2군(55.3)으로 현저한 차이를 나타냈지만, 8주와 12주의 치유과정을 거치는 동안 대조군의 ISQ측정치 (8주 79.7), (12주 74.8)와, 실험 1군의 ISQ측정치 (8주 79.3), 12주(78.0)에서 대조군과 유사한 수치를 나타내었다. 실험 2군에서는 8주의 ISQ 측정치가 유일하게 70이하(68.3)를 나타내었고, 12주후 ISQ값이 72.0으로 증가하였다. 표(1)

표 1. Ostell을 이용한 ISQ측정 결과.

	대조군	실험1군 (2.5mm)	실험2군 (5.0mm)
식립 직후	72.8(5.2)	65.0(9.2)	55.3(9.0)
8주 희생군	79.7(9.2)	79.3(2.5)	68.33(9.6)
12주 희생군	74.8(9.0)	78.0(6.3)	72.0(6.6)

ISQ 측정치 괄호안의 수치는 표준편차임

3. Image-pro program을 이용하여 측정한 골-임플란트 접촉율

ISQ 측정후 조직 슬라이드를 제작하여 총 21개의 임플란트에 대해, 각각 3번 씩 골-임플란트 접촉(Bone implant contact)을 측정하였다. ISQ의 수치가 8주와 12주에 모두 대조군과 유사한 수치를 보인 반면, BIC 수치는 대조군과 실험1군, 실험2군 모두 현저한 차이를 나타내었다. 8주 희생군에서 대조군(38.71%), 실험1군(29.12%), 실험2군(28.01%)이고, 12주 희생군에서는 대조군(53.94%), 실험1군(47.78%), 실험2군(40.84%)으로 세 군 모두에서 증가하는 경향을 나타내었고, 특히 실험 2군에서는 12%이상의 골-임플란트 접촉율의 증가를 보이고 있었다. (표2)

표 2. 골-임플란트 접촉율

	대조군	실험1군(2.5mm)	실험2군 (5.0mm)
8주 희생군	38.71(11.88)	29.12(13.31)	28.01(13.11)
12주 희생군	53.94(6.85)	47.78(5.47)	40.84(9.71)

평균(단위 %)와 괄호안의 수치는 표준편차임

4. 통계적으로 알아본 각 군별 BIC와 ISQ수치 간의 상관관계

ISQ와 BIC의 상관성을 본 통계에서도 실험2군에서 ISQ값과 BIC가 8주(0.916), 12주(0.697)으로 높은 양의 상관관계를 나타내었다. 이는 BIC가 증가할 때, ISQ가 같이 증가한다는 것을 나타내는 지표이다. 그러나 이미 골형성이 많이 진행된 대조군과 실험1군에서는 대조군에서 8주(0.808), 12주(-0.798) 실험1군에서 8주(-0.917), 12주(0.339)로 다양한 상관관계의 지표를 보이고 있다. 표(3)

표 3. 각 군별로 알아본 BIC와 ISQ의 상관관계

①8주:대조군의 BIC & ISQ 상관관계

	BIC	ISQ
BIC	1	
ISQ	0.80838	1

④12주:대조군의 BIC & ISQ 상관관계

	BIC	ISQ
BIC	1	
ISQ	-0.79813	1

②8주:실험1군의 BIC & ISQ 상관관계

	BIC	ISQ
BIC	1	
ISQ	-0.90723	1

⑤12주:실험1군의 BIC & ISQ 상관관계

	BIC	ISQ
BIC	1	
ISQ	0.338688	1

③8주:실험2군의 BIC & ISQ 상관관계

	BIC	ISQ
BIC	1	
ISQ	0.916827	1

⑥12주:실험2군의 BIC & ISQ 상관관계

	BIC	ISQ
BIC	1	
ISQ	0.697514	1

IV. 총괄 및 고찰

Brånemark 등은 광학 현미경상에서 임플란트의 표면과 살아있는 골의 직접적인 접촉을 골유착이라 (Osseointegration) 정의하였고 (Brånemark 1985), 이론적인 근거하에 다양한 성공사례를 발표한 이후 임플란트는 급속도로 발전하게 되었다. 현재는 염증의 소견이 보이지 않는 부위에 즉시 임플란트 식립이 가능해 졌으나, 다양한 환자의 case중 기준에 제작된 임플란트와 발치와의 형태가 일치하지 않아서, direct bone contact이 되지 않는 부위가 종종 생기게 된다.

그러나, 임상가들의 부단한 노력으로 임플란트 시술시 발생하는 모든 결손부는 여러종류의 차단막과 골 이식재를 이용한 골유도 재생술(Guided Bone Regeneration)에 의해 치유되고 있고 높은 성공률을 보이고 있다(Simion et al. 1996 년, Nociti et al. 2000년, Ersanli et al. 2004년, Moses et al. 2005년)

현재 널리 쓰이고 있는 정량적이며, 비파괴적인 임플란트 안정성 측정 장치는 Periotest[®]와 Osstell[™]이 대표적이다. Periotest[®]는 치아 주변의 치주 인대의 damping characteristics를 측정하는 도구로 정량적인 방법을 통해 동요도를 측정하는 기기이다. 이는 현재 널리 쓰이고 있고, Olive and Aparicio등에 의해 다양한 임플란트 system에 적용될 수 있다고 증명되었다. 그러나 측정치의 범위는 -8에서 50 사이이고, 성공적인 임플란트는 -5에서 +5사이의 범위를 가지므로 매우 좁은 폭을 가지며, 치주 조직에 의해 지지되는 자연치에 비해, 성공적인 임플란트는 주변골에 직접적으로 접해있어 stiff하기 때문에, 낮은 periotest value를 나타낼 수 있다(1998년 Meredith).

또한 Derhami 등은 craniofacial implant의 측정에서, abutment의 접촉위치나, handpiece의 angulation이나, abutment와 handpiece의 수평적인 거리에 의해서 측정치가 달라질 수 있다고 하였다.

임플란트의 안정성을 측정하는 또 하나는 Resonance frequency measuring instrumentation으로 Resonance frequency의 정량적 분석을 통해 steady-state noninvasive test를 가능하게 하는 기기이다. 이 방법은 작은 screw type의 나

사를 이용해 고정되는 transducer 임플란트에 고정시켜 기기의 장착 후 즉시 임플란트의 stability를 측정할 수 있다. 또한 임플란트 식립 후 시기에 관계없이 측정이 가능하다. transducer는 일반적으로 pure titanium으로 제작이 되며, 2개의 rectangular piezo-ceramic element가 부착된, 작은 cantilever beam이 달려있다. 두개의 piezo-element중 하나는 진동을 신호를 받아 sine wave signal을 생성하며, 나머지 하나는 resonance frequency analyzer로 수신하는 역할을 한다.

Osstell™ 장비를 이용한 RFA method는 다음과 같은 이유에서 유용하기 때문에 널리 사용되어 왔다.

1. Healing phase 동안에 임플란트의 osseointegration을 monitoring할 수 있고, (Meredith 1998)
2. 임상가들이 개개인에 맞게 loading 시기를 정할 수 있도록 도와준다. (Glauser & Meredith 2001)

이를 뒷받침하는 이론은 임플란트의 osseointegration은 시간이 지남에 따라 점진적으로 증가하거나 최소한 유지되는 경향이 있고 (Meredith 1998), 초기 고정 이 좋은 임플란트는 Loading을 좀더 일찍 가할 수 있다는 것이다. 그러나 아직까지 동요도가 있는 임플란트와 성공적인 임플란트 사이에 ISQ 수치상으로 명확한 기준점이 성립되지 않았고, 식립 직후 ISQ의 절대적인 측정치에 따라 얼마의 Healing period가 필요한지 역시 정해진 것이 없다 (Bischof 2003).

그러나 1997년 Meredith에 의하면, 반복적인 실험에서 Osstell™의 측정치로 동요도가 있다고 판정된 (ISQ값이 47이하) 식립군 중에 오직 8.7%만이 임상적으로 동요도를 보였다. 즉 Ostell™로 측정한 ISQ값은 동요도가 있는 임플란트에 있어서는 믿을만한 신뢰도를 보이지 않았다. 그러나 stable한 임플란트 에서는 단 한번의 오차도 없었고, 따라서 ISQ값이 47 이상일 때는, 측정치를 신뢰할 수 있다 (Bischof 2003).

1999년 Rasmusson등은 개인적인 임상경험으로, 임플란트의 안정성 측정시 소요되는 시간이 가장 중요하며, RFA의 측정은 1분이 걸리지 않는다고 하였다. 그러나 임상에서는 Temporary Bridge를 제거하고, 장치를 장착하고, 측정 후 다시

임시 보철물을 장착하는데 시간이 많이 소요될 수 있고, 오직 60set의 측정만 가능하다는 점에서 비용도 많이 든다.

2003년 Bischof은 동요도가 있는 임플란트에서는 신뢰도가 떨어지지만(ISQ측정치 47이하), ISQ 측정치가 49이상이고, 3개월 이상 healing이 되었다면, osseointegration된 것이라고 하였다. 또한 ISQ값이 54이상인 모든 임플란트는 immediate loading이 가능하다고 하였다. 또한 ISQ값이 낮게 나오고 임플란트의 stability가 줄어들 때는 follow up을 더 자주 해야 하지만, 높은 ISQ값이 나온 임플란트는 초기 12주 동안 ISQ가 줄어드는 것은 지극히 정상적인 일이라 하였다.

이 실험 결과에서 식립한 24개의 임플란트중 3개는 골질이 불량하거나, 인접치에 식립, bone이 cover screw상방을 모두 덮는 이유 등으로 실험에서 제외 되었다. 임상적으로나, 조직학적으로 상기한 3가지 이유로 제외된 3개의 임플란트를 제외 하고는, 골이식재나 차단막을 설치하지 않았음에도, 치유기간 동안 실패나 염증소견을 보이지 않았다.

Osstell™을 이용해 ISQ를 측정한 결과를 group별로 통계를 낸 수치에 의하면, 식립 직후 ISQ 값은 대조군이 (72.80), 실험1군이 (62.0), 실험2군이 (55.3)으로 현저한 차이를 나타내었다. 그러나 Bishof(2004)의 논문에 근거하면 모두 성공적으로 식립된 임플란트의 ISQ 수치를 나타내었다. 그 후 8주 실험군에서는 control(79.7), Test1(79.3), Test2(68.33)으로 실험 2군에서 유일하게 70이하의 수치를 보여 주었다. 12주 실험군은 대조군(74.8), 실험1군(78.0), 실험2군(72.0)으로, 8주에 이미 안정적인 ISQ 측정치를 보여준 대조군과 실험1군에서는 평균치가 오히려 약간 낮아지는 등 8주와 12주의 ISQ수치는 큰 차이가 없이 나타났고, 실험 2군에서는 통계적으로는 유의한 차이를 나타내지는 않았지만 증가하는 경향을 나타내었다.

골 임플란트 접촉율은 8주 희생군에서 대조군(38.71%), 실험1군(29.12%), 실험2군(28.01%)이고, 12주 희생군에서는 대조군(53.94%), 실험1군(47.78%), 실험2군(40.84%)으로 세 군 모두에서 증가하는 경향을 나타내었고, 특히 실험 2군에서는 12%이상의 골-임플란트 접촉율의 증가를 보이고 있었다.

통계적인 검사에서는 각 군별로 BIC와 ISQ의 상관관계를 측정했을 때, 대조군

중 8주 희생군과 특히 실험2군에서 높은 상관관계를 나타내었고, 나머지는 상관관계가 낮게 나타났다. 조직학적인 관찰에서도 임플란트 상부에 폭1.5mm, 깊이 5.0mm의 인위적인 골결손부를 형성한 실험 2군에서 8주 및 12주의 조직학적인 관찰시 뼈기 형태의 골결손부가 잔존해 있었다. 실험 2군에서는 새로운 골조직이 형성된 대조군, 실험1군과 ISQ 측정값 비교시 전체적으로 낮은 ISQ 측정치를 보였는데, 이는 골상방으로 올라와 있는 effective implant length가 ISQ에 영향을 미친다는 Meredith와 이 등(2004)의 결과와 일치한다.

이상에서 보면, 대조군과 실험 1군에서는 8주에 이미 성공적인 골유착이 진행되어, ISQ값이 12주와 큰 차이 없이 나타났지만, 고정체 길이의 절반인 5mm깊이의 골결손을 주어 8주에도 지속적으로 신생골이 형성되었던 실험2군에서는 조직학적으로 관찰한 BIC값이 지속적으로 증가하고 있었고, 이에 따라 ISQ수치도 증가하는 경향을 보였다. 또한 각 시편에 따라 ISQ와 BIC의 상관성을 본 통계에서도 실험2군에서 ISQ값과 BIC가 높은 상관관계를 나타내었다. 따라서, 지속적으로 골형성이 되고 있는 임플란트의 정기적인 검사시 Osstell™을 이용한 ISQ 측정은 임플란트 상부의 골결손 여부를 진단할 수 있는 보편적인 검사 방법으로 사용될 수 있으리라 생각된다.

그러나 일부 군에서는 BIC, ISQ간에 상관관계가 없는 것으로 나타났는데 이것은 ISQ 측정값에 영향을 주는 요소가 BIC, effective implant length 및 상부 defect정도 이외에 다른 요소가 존재한다는 것을 의미하며, 이에 대한 연구가 좀 더 이루어져야 할 것이다.

V. 결론

대조군과 실험 1군에서는 8주에 이미 성공적인 골유착이 진행되어, ISQ값이 12주와 큰 차이 없이 나타났지만, 고정체 길이의 절반인 5mm깊이의 골결손을 주어 8주에도 지속적으로 신생골이 형성되었던 실험2군에서는 조직학적으로 관찰한 BIC값이 지속적으로 증가하고 있었고, 이에 따라 ISQ수치도 증가하는 경향을 보였다. 또한 각 시편에 따라 ISQ와 BIC의 상관성을 본 통계에서도 실험2군에서 ISQ값과 BIC가 높은 상관관계를 나타내었다.

따라서, 발치 직 후 즉시 임플란트 식립시 골결손 부위에 신생골 형성 정도를 예측할 수 있는 비파괴적이고, 보편적인 진단 기구로 Osstell™을 사용할 수 있을 것이라 사료 된다.

VI. 참고 문헌

이영아, 한동후 : Periotest[®] value와 Implant Stability Quotient에 영향을 미치는
요소 : 석사 논문, 연세대학교 대학원 2004

Abrahamsson I, Berglundh T, Linder E, Lang NP, Lindhe J. Early bone formation adjacent to rough and turned endosseous implant surfaces. An experimental study in the dog. Clin Oral Implants Res. 2004 Aug;15(4):381-92.

Akimoto K, Becker W, Persson R, Baker DA, Rohrer MD, O'Neal RB. Evaluation of titanium implants placed into simulated extraction sockets: A study in dogs. Int J Oral Maxillofac implants. 2003;18:391-398.

Albrektsson TO, Johansson CB, Sennerby L. Biological aspects of implant dentistry: osseointegration. Periodontol 2000. 1994 Feb;4:58-73.

Albrektsson T, Wennerberg A. Oral implant surfaces: Part 1--review focusing on topographic and chemical properties of different surfaces and in vivo responses to them. Int J Prosthodont. 2004 Sep-Oct;17(5):536-43.

Albrektsson T, Wennerberg A. Oral implant surfaces: Part 2--Review focusing on clinical knowledge of different surfaces. Int J Prosthodont. 2004 Sep-Oct;17(5):544-64.

Ree A , Roland G, Neil M. Resonance frequency analysis of implants subjected to immediate or early functional occlusal loading Clin. oral impl res. 15,2004,428–434

Balleri P, Cozzolino A, Ghelli L, Momicchioli G, Varriale A. Stability measurements of osseointegrated implants using Osstell in partially edentulous jaws after 1 year of loading: a pilot study. Clin Implant Dent Relat Res. 2002;4(3):128–32.

Bischof M, Nedir R. Implant stability measurement of delayed and immediately loaded implants during healing. Clin. Oral Impl. Res. 15/2004/529–539

Botticelli D, Berglundh T, Buser D, Lindhe J. Appositional bone formation in marginal defects at implants. An experimental study in the dog. Clin Oral Impl Res. 2003;14:1–9.

Botticelli D, Berglundh T, Buser D, Lindhe J. The jumping distance revisited. An experimental study in the dog. Clin Oral Impl Res. 2003;14:35–42.

Botticelli D, Berglundh T, Lindhe J. Resolution of bone defects of varying dimension and configuration in the marginal portion of the peri-implant bone :An experimental study in the dog. J Clin Periodontol 2004;31:309–317.

Brånemark P-I, Zarb, G., Albrektsson, B. Tissue-Integrated Prostheses-Osseointegration in Clinical Dentistry. Quintessence Publishing Co., Inc.1985

Davies JE. Mechanism of endosseous integration. Int Journal of Prosthodontics 1998 Sep-Oct;11(5):391-401.

Friberg B, Sennerby L, Meredith N. A comparison between cutting torque and resonance frequency measurements of maxillary implants : oral Maxillofacial surgery 1998;28:297-303

Friberg B, Sennerby L, Meredith N. Stability measurements of one-stage Branemark implants during healing in mandibles. Int J.Oral Maxillofac, surg, 1999;28:266-272

Huang HM, Chiu CL, Yeh CY, Lin CT, Lin LH, Lee SY. Early detection of implant healing process using resonance frequency analysis. Clin Oral Implants Res. 2003 Aug;14(4):437-43.(a)

Huang HM, Chiu CL, Yeh CY, Lee SY. Resonance frequency assessment of dental implant stability with various bone qualities: a numerical approach : Clin. oral implants, Res 13,2002: 65-74

Huang HM, Chiu CL, Yeh CY, Lee SY. Factors influencing the resonance frequency of dental implants. J Oral Maxillofac Surg. 2003 Oct;61(10): 1184-8.(b)

Masuda T, Yliheikka PK, Felton DA, Cooper LF. Generalizations regarding the process and phenomenon of osseointegration. Part 1: In vivo studies. Int J Oral Maxillofac Implants 1998;13:17-29.

Mayfield L. Immediate, delayed and late submerged and transmucosal implants. In: Proceeding of the Third European Workshop on Periodontology, eds. Lang NP, Karring T and Lindhe J. pp.520–534. Berlin: Quintessence VerlagsGmbH.

Meredith, N., Cawley, P. and Alleyne, D. The application of modal vibration analysis to study bone healing in-vivo. Journal of Dental Research. 1994 ;73:793.

Meredith N, Alleyne D, Cawley P. Quantitative determination of the stability of the implant-tissue interface using resonance frequency analysis. Clin Oral Implants Res. 1996 Sep;7(3):261–7.

Meredith N, Book K, Friberg B, Jemt T, Sennerby L. Resonance frequency measurements of implant stability in vivo. A cross-sectional and longitudinal study of resonance frequency measurements on implants in the edentulous and partially dentate maxilla. Clin Oral Implants Res. 1997 Jun;8(3):226–33.

Moses O, Pitaru S, Artzi Z, Nemcovsky CE Healing of dehiscence-type defects in implants placed together with different barrier membranes: a comparative clinical study. Clin Oral Implants Res. 2005 Apr;16(2):210–9.

Abstract

The interrelationship between the degree of osseointegration and ISQ(Implant Stability Quotient) with various bone defect around implant in adult dogs.

Min Suk Kim

Department of Dentistry

Graduate School, Yonsei University

(Directed by Professor Moon Kyu Chung)

On immediate implantation, a space between implant and bone is expected as a shape of implant does not exactly match a shape of root. In this study, 24 implants were installed on 4 adult dogs, 6 implants each. In control group, conventional implantation method was used with no bony defect around the implants. In study group 1 and 2 (Test 1, 2), peri-implant bone defects of 1.5mm width with 2.5mm depth and 1.5mm width with 5mm depth were intentionally made, respectively. The two dogs were sacrificed after 8 weeks and the remaining two dogs after 12 weeks. The stability of each implant was evaluated by Osstell™ at the initial installation and after sacrifice. Bone-implant contact and healing depth of the defects were histomorphologically evaluated. The control and the study group 1 showed stable ISQ score of more than 70 after 8 weeks and no statistical significance of BIC and ISQ were found between the control and the group 1 at week 8 or 12. ISQ and BIC scores were lower in the study group 2 compared to the

others. In group 2 the wedge shaped bone defect around implant reduced in specimens with increased in the healing time. From the analysis of BIC and ISQ changes in the study group 2 at 8 and 12 weeks, BIC and ISQ were found to have a high correlation. Therefore, ISQ measurement with Osstell™ could be used as conventional and non-invasive method to evaluate the bone defect of superior portion of implant fixture during healing period.

Keyword : dental implant, bone contact, ISQ, healing period