

Collar design이 임플란트 주위 변연골 흡수에 미치는 영향

김지환 · 정문규 · 문홍석 · 한동후
연세대학교 치과대학 치과보철학교실

임플란트 주위 변연골의 흡수는 임플란트의 기능적 및 심미적 성공에 큰 장애가 되는 요인이다. Adell은 임플란트에 지대주 연결 후 첫 1년간 평균적으로 1.5mm의 변연골 소실을 보이고, 이 후에는 매년 0.1mm이하의 변연골 흡수가 있었다고 하였다(Adell et al., 1981). 이러한 변연골 흡수를 막기위한 많은 노력들이 행해져 왔다. 특히 임플란트 collar의 특징에 따라서 변연골의 흡수가 달라질 수 있다.

본 연구의 목적은 임플란트 collar에서의 laser microtexturing(microgroove)이 변연골 흡수에 미치는 영향에 대해 알아보고자 하는 것이다.

4종류의 임플란트 총 101개를 식립한 환자 53명에서 임플란트 식립시부터 보철을 장착한 후 평균 6개월 후 정기 검사 시까지의 임플란트 주위 변연골의 흡수를 측정하여 비교하였다. 생물학적 폭경을 충분히 확보한 임플란트(ITI standard)와 생물학적 폭경이 부족한 임플란트(ITI esthetic plus, Silhouette IC Laser-Lok™, Silhouette IC)에서 변연골 흡수의 차이를 비교하였고, 임플란트 주위 변연골의 흡수에 대한 laser를 이용한 미세나사산의(Silhouette IC Laser-Lok™) 영향을 알아보았다. 다음의 결과를 얻었다.

1. ITI standard와 Silhouette IC Laser-Lok™ 이 ITI esthetic plus 와 Silhouette IC 보다 임플란트 주위 변연골의 흡수가 적었고($p < 0.05$), ITI standard 와 Silhouette IC Laser-Lok™ 사이에는 변연골의 흡수가 유의차가 없었고($P > 0.05$), ITI esthetic plus와 Silhouette IC 사이에도 변연골의 흡수가 유의차가 없었다($P > 0.05$).
2. 사용된 임플란트 전체에 대한 상하악의 비교에서는 상하악 사이에서 임플란트 주위 변연골의 흡수는 통계학적으로 유의한 차이가 없었다($p > 0.05$).
3. 흡수각도에 대한 비교에서도 4종류 임플란트 그룹 간에 통계학적으로 유의한 차이는 없었다($P > 0.05$).

본 연구에서 제한이 있긴 하지만, 임플란트 디자인에서 생물학적 폭경이 부족한 경우(ITI esthetic plus, Silhouette IC)에는 생물학적 폭경 보상을 위한 임플란트 주위 변연골의 흡수가 있었음을 보여주고 있으나, laser를 이용한 microgroove 가 부여된 임플란트에서는 collar의 거칠기와 laser microtexturing 등의 특징에 의해 임플란트 주위 변연골의 흡수가 적게 일어난 것이 관찰되었다. 심미적인 요구도가 높은 전치부에서 충분한 생물학적 폭경이 확보된 임플란트를 식립할 경우 변연골의 흡수에 따른 치은퇴축에 의해 metal collar의 노출이 우려되기에 충분한 생물학적 폭경이 부여되지 않은 임플란트를 선정하게 되는데 이때 collar에서의 laser microtexturing은 변연골의 유지에 도움이 되었다. 이것은 조직의 단단한 부착으로 인한 안정화로 추정해 볼 수 있는데, 이에 대해서는 더 장기간의 연구와 더 많은 수의 임플란트를 대상으로 한 연구와 조직학적인 연구도 필요할 것으로 사료된다. (대한치과보철학회지 2008;46:53-64)

주요단어 : 임플란트, Laser microtexturing, 변연골 흡수, 생물학적 폭경, Crestal module

서론

Albrektsson 등은 임플란트의 성공기준의 한 요소로 임플란트 주위 변연골 흡수를 언급하였다. Adell 등은 임플란트에 지대주 연결 후 첫 1년간 평균적으로 1.5mm의 변연골 소실을 보이고 이 후에는 매년 0.1mm이하의 변연골

흡수가 있었다고 하였다. 임플란트 주위 변연골의 흡수는 임플란트의 기능적 심미적 성공을 저해하는 중요한 요소로서 이를 방지하기위한 노력이 계속되고 있다.

Oh 등에 의하면 기능 후 1년까지의 초기 골 소실의 원인으로 수술 시 외상, 임플란트 주위염, 교합력의 과부하, microgap, 생물학적 폭경, implant crestal module을 제시하

교신저자: 한동후

120-749 서울시 서대문구 신촌동 134 연세대학교 치과대학 병원 보철과 02-2228-8316: e-mail, donghoohan@yuhs.ac

원고접수일: 2007년 11월 23일 / 원고최종수정일: 2008년 2월 5일 / 원고채택일: 2008년 2월 25일

※ 본 연구는 2006년도 연세대학교 치과대학 연구비 지원에 의해 이루어졌습니다.

고 있다. Hermann 등⁴은 임플란트 고정체 주위 변연골 흡수에 대해 조직학적, 방사선학적인 분석을 하였는데 1-piece 임플란트의 경우 변연골의 흡수정도는 거친면과 평활면의 경계에 의해 결정되며 2-piece 임플란트의 경우 microgap이 변연골 가까이 있을 경우에 microgap의 수직적 위치가 변연골의 흡수를 결정한다고 하였다. Cochran 등⁵과 Berglundh Lindhe 등⁶도 임플란트에서도 자연치와 유사한 생물학적 폭경이 존재한다고 보고하였다.

임플란트 보철에 있어서 기능적인 성공을 넘어 심미적인 성공을 위해서는 임플란트 주위 경조직과 연조직의 보존이 중요한 요소이다. 연조직의 부착을 상실할 경우 치은 유두를 상실할 수 있고, 상피세포의 하방 성장으로 치은 퇴축이 초래될 수 있고, 깊은 치주낭이 형성될 경우 치대의 침착을 유발하여 임플란트의 장기적인 예후와 전치부의 심미성을 유지하는데 어려움을 초래할 수 있다.⁷ 또한 전치부와 같은 심미적인 부위에서 임플란트 collar의 평활면의 길이를 충분히 부여할 경우 금속의 노출이 우려되기에 collar의 평활면의 길이가 짧은 임플란트를 선택하거나 깊게 식립하여야 한다. 이와 같은 경우에 변연골의 흡수를 방지할 수 있는 collar design이 되어 있는 임플란트를 선택하여야 한다.

임플란트 디자인에서 변연골 흡수와 관련이 있는 두가지는 고정체와 지대주사이의 microgap의 위치와 임플란트의 표면의 특징이다.⁸ 임플란트 collar에서 평활면에 비해 거친면에서 변연골의 유지가 더 잘 된다는 보고들이 있었다.^{9,10} 변연골의 안정적인 유지는 결합조직의 확고한 부착으로 상피세포의 하방성장이 억제되는 생물학적 안정을 얻어서 이뤄지게 되는 것이다. 거친 면이 결합조직의 부착도 촉진시킬 수 있다고 보고되고 있다.⁷ Brunette 등¹¹은 나사홈이(groove) 있는 타이타늄 표면에서 상피세포가 나사홈과(groove) 평행하게 위치하며 하방성장이 억제되었다고 하며 이러한 표면 특성이 세포의 이동방향에 관여한다고 제시하였다. 임플란트 collar에 적절한 거칠기의 표면 처리와 미세 나사산을 형성한 경우에서 초기 골흡수량이 적으며 주변골이 안정화되었다는 연구 결과가 보고되고 있다.¹²⁻¹⁴ Hansson 등¹⁵에 의하면 변연골의 흡수를 불사용 위축로 설명하고 있으며 임플란트 collar가 평활면일 경우에는 축부하가 변연골에 적절한 자극을 주지 못하나 collar에 거친면이나 미세나사산(microthread) 같은 유지요소가 부여될 경우에 축부하로 변연골에 적절한 자극을 줄 수 있다고 하였다. 이러한 미세나사산은 실제적으로 눈으로 식별가능한 형태의 나사산(thread)이었다. 미세나사홈(Microgroove)에 의한 세포 성장의 유도과 연조직 부착의 유지에 대한 연구가 진행

되어 왔다. Brunette 등¹¹은 세포의 성장 방향은 기저층의 형태적 특징에 의해 유도되어지며 미세나사홈과 평행하게 세포의 이주가 유도되기에 세포의 하방이동을 방지할 수 있다고 하였고, Dalton 등¹⁶은 깊이가 1-5 μm 이고 너비가 1-10 μm 의 미세나사홈에서 상피세포의 이주가 유도되는 것을 제시하였고, Cheroudi 등¹⁷은 동물실험에서는 30 μm 의 미세나사홈을 형성한 타이타늄에서 평활면에 비해 조직의 퇴축이 적었고 조직 부착 수준이 잘 유지되었다고 하였다. Laser를 이용한 미세나사홈이 변연골 흡수에 미치는 영향에 대한 임상적 보고는 흔하지 않다.

심미적 요구도가 높은 상악 전치부에서 임플란트 주위 변연골의 유지는 매우 중요하다. 변연골의 안정을 위해서는 충분한 생물학적 폭경의 확보가 필요하다. 그러나 이를 위해 metal collar 길이를 늘린다면 금속 노출로 인해 오히려 비심미적인 결과를 초래할 수 있다. 본 연구의 목적은 임플란트 collar 길이의 차이가 변연골의 흡수에 미치는 영향과 collar에 laser를 이용한 미세나사홈을 형성 시에 변연골의 흡수에 미치는 영향을 관찰하여 변연골 소실을 최소로 할 수 있는 방법을 모색하고자 함이다.

연구 재료 및 방법

1. 연구 대상 및 재료

2004년 12월부터 2006년 3월까지 연세대학교 치과대학 병원에서 임플란트 시술을 받은 환자 중 Silhouette IC(Biolok International Inc. Deerfield beach, USA), Silhouette IC Laser-Lok™(Biolok International Inc. Deerfield beach, USA), ITI standard(Straumann. Waldenburg, Switzerland), ITI esthetic plus(Straumann. Waldenburg, Switzerland)의 4종류의 101개 임플란트를 식립 받은 53명의 환자를 대상으로 하였다. 나이는 17세에서 78세까지 분포하였으며 평균 나이는 50.1세이었고, 남자는 17명, 여자는 36명이었다(Table 1).

총 101개 임플란트 중 Silhouette IC 33개, Silhouette IC Laser-Lok™ 19개, ITI standard 32개, ITI esthetic plus 17개이었다. 4종류 모두 internal connection type이고 Silhouette IC는 고정체의 collar의 길이는 2mm이고 하방 1mm는 거친면(Resorbable blast media)이고 상방 1mm는 평활면이어서 거친면과 평활면의 경계가 수직적 식립깊이의 기준(reference point)이며 기대되는 변연골의 위치이다. Silhouette IC Laser-Lok™은 고정체 collar의 길이는 2mm로 동일하나 collar의 하방 0.8mm는 12 μm 의 미세나사홈이 있는 거친면으로 되어 있고 중간 0.7mm는 8 μm 의 미세나사홈

이 있는 거친면으로 되어 있고 상방 0.5mm는 평활면으로 되어 있다(Fig. 1). 하방 0.8mm는 골조직과 생체적 결합을 유도하고 중간 0.7mm는 결합조직과의 생체적 결합을 유도하는 형태이다. 따라서 고정체 상부에서 1.2mm 하방 위치가 수직적 식립깊이이다(Fig. 1). ITI standard는 고정체의 collar에 2.8mm의 평활면이 있고 ITI esthetic plus는 고정체의 collar에 1.8mm의 평활면이 있다. 이 둘에서는 기대되는 수직적 식립깊이는 거친면과 평활면의 경계이다(Fig. 2).

2. 연구방법

1) 임플란트 식립 및 보철물 제작

임플란트는 상악에 51개, 하악에 50개를 식립하였다. 모든 환자에게 제조회사가 추천하는 방법에 따라 임플란트를 식립하였으며 식립 깊이가 제한 될 경우 골 이식 또는 골 이식을 동반한 상악동 거상술(Bone Added Osteotome Sinus Lift)을 시행하여 임플란트를 식립하였다. 임플란트 시스템, 임플란트의 직경, 길이, 골 이식 여부를 수술 시 기록하였다.

상부 보철물은 식립 후 평균 6개월 이후에 장착되었고, 연세대학교 치과병원 보철과내 공통된 프로토콜에 의해 제작하였다. 교합면 형성 시 자연치보다 협설 폭을 줄였으며, 교두각도를 감소시켰다. 중심위 교합에서만 교합 접촉이 일어나도록 하고 편심위에서는 교합되지 않도록 하였다.

2) 방사선 촬영시기 및 방법

식립 시와 보철물 장착 시와 기능 후 평균 6개월 후 검진 시에 방사선 촬영을 시행하여 임플란트 주위 변연골의 수직적 흡수정도와 수평적 흡수정도를 검사하였다. 구내 디지털 치근단방사선사진 촬영으로 구내촬영기인 Heliodent MD[®]를 이용하여 60kVp, 0.16mAs의 조건으로 촬영하고 CCD 형태의 센서인 SIGMA[®](GE Medical system instrumentarium Co. Tuusula, Finland)를 통하여 10 bit의 영상정보를 얻었다. 구외촬영기인 Cranex 3+CEPH(Orion corp. Soredex, Finland)로 Panoramic view를 촬영하여 영상정보를 얻었다.

Table I. Distribution of the examined implants

Implant system	Jaw		Total
	Maxilla (n=51)	Mandible (n=50)	
Silhouette IC	15	18	33
Silhouette IC Laser-Lok TM	16	3	19
ITI standard	12	20	32
ITI esthetic plus	8	9	17

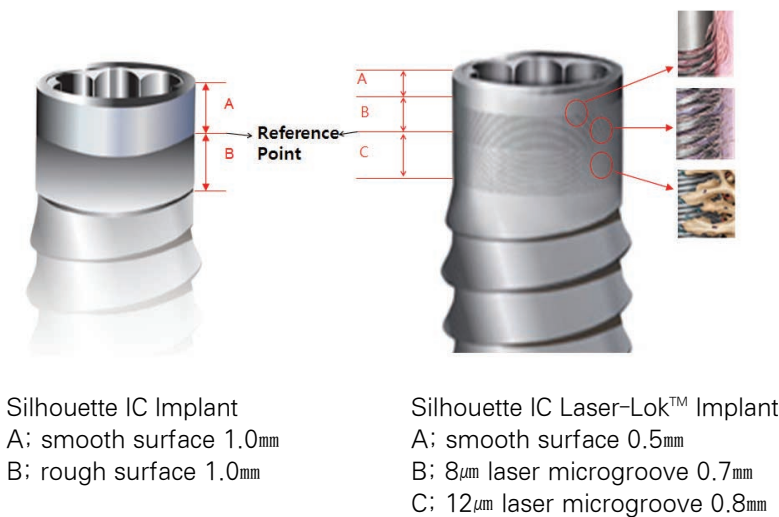


Fig. 1. Collar design of Silhouette Implant.

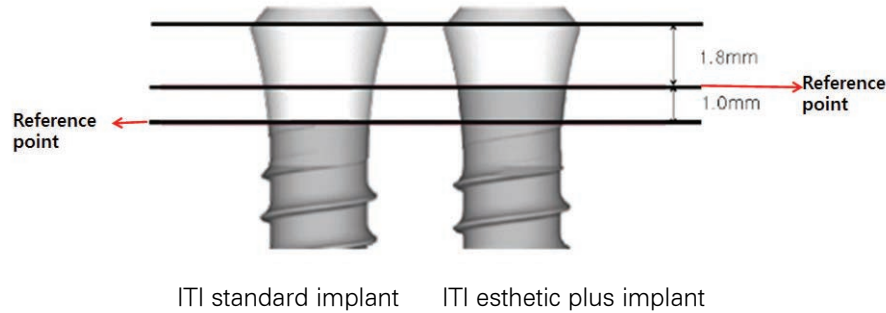


Fig. 2. Collar design of ITI Implant.

3) 컴퓨터를 이용한 계측

얻은 영상정보는 Gateway 프로그램인 Dentigate[®] (INFINITT Technology Co. Ltd. Seoul, Korea)를 통해서 DICOM(Digital Imaging and Communication in Medicine) 영상으로 전환하였다. 이 영상을 Gateway 프로그램 상에서 개인용 컴퓨터에서 인식 가능한 JPEG 파일로 변환하였다. 각 사진은 Adobe Photoshop 7.01(Adobe Systems Incorporated, San Jose, California, USA)상에서 200%확대하여 측정이 용이하도록 하였으며, gradient map 설정을 변경하는 이미지처리를 통해 임플란트 고정체와 주위 변연골 경계부위가 명확히 구분될 수 있도록 한 후, 식립된 임플란트의 근심측과 원심측에서 각각 주위 변연골의 수직적 흡수량과 흡수각도를 측정하였다(Fig. 3, 4). 수직적 흡수량은 고정체 상부에서부터 변연골의 위치까지를 측정하였고 흡수각도는 고정체의 장축을 기준으로 변연골의 흡수각도를 측정하였다. 이로써 골흡수의 수평적 변화정도를 알아보고자 하였다.

4) 방사선 사진의 확대율 보정

Silhouette Implant의 경우는 고정체의 collar 길이가 2mm인 것을 기준거리로 하여 확대율을 보정하였고 ITI Implant의 경우는 나사산 사이의 거리가 1.25mm인 것을 이용하여 연속된 세번째 나사산 간의 거리(2.5mm)를 기준거리로 하여 확대율을 보정하였다. 임플란트의 근심과 원심에서 각각 확대율을 보정하여 변연골의 흡수를 계측하였다.

Fig. 3과 4는 계측하는 예시이며 확대율 보정의 비례식은 다음과 같다.

* 확대율 보정의 비례식

$$X=L \times B/A$$

X; 확대율 보정된 fixture top 에서 first bone-implant contact 까지의 거리(mm)

L; 기준거리

- Silhouette Implant; 실제 fixture collar의 거리 2mm 이용

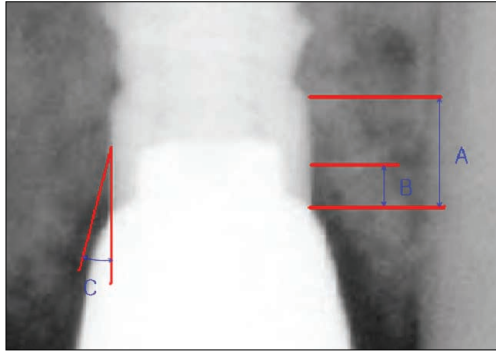
- ITI Implant; 연속된 세 나사산 사이의 거리 2.5mm 이용

B; 방사선상 계측된 fixture top 에서 first bone-implant contact 까지의 거리

A; 방사선상 계측된 기준거리

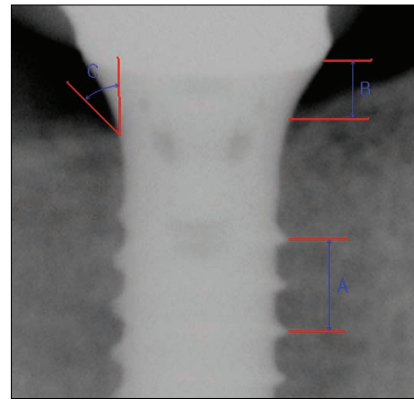
5) 통계학적 분석

모든 통계는 SPSS 12.0(SPSS Inc., Chicago, Illinois, USA) 프로그램을 이용하여 분석하였다. 조사대상인 4가지 임플란트에 대해 식립 시부터 보철물 장착 시까지(phase I)의 임플란트 주위 변연골의 변화량과 보철물 장착 시부터 평균 6개월 후 검사 시까지(phase II)의 임플란트 주위 변연골의 변화량의 평균과 표준편차를 계산하여 One-way ANOVA test를 이용하여 통계처리하였다. 보철물 장착 시와 기능 후 검사 시에서 각각의 임플란트에서 기대되는 변연골의 위치(reference point)에 대한 임플란트 주위 변연골의 위치를 비교하여 평균과 표준편차를 계산하여 One-way ANOVA test를 이용하여 그룹 간에 유의차가 있는지 분석하였다(P<0.05). 흡수각도에 대해서는 4가지 임플란트에 대한 보철물 장착부터 정기 검사 시까지 임플란트 주위 변연골의 흡수각도의 변화량의 평균과 표준편차를 계산하여 One-way ANOVA test를 이용하여 그룹 간에 유의차가 있는지 분석하였다(P<0.05). One-way ANOVA test에서 유의차가 있는 경우에 사후검정을 하였는데 각 그룹별 분산의 동질성에 대하여 Levene의 방법



A: measurement of fixture collar
 B: measurement of the distance between fixture top and first bone-implant contact
 C: measurement of resorption angle

Fig. 3. Example of measurement of Silhouette Implant.



A: measurement of distance of continous three threads
 B: measurement of the distance between fixture top and first bone-implant contact
 C: measurement of resorption angle

Fig. 4. Example of measurement of ITI Implant.

을 이용하여 등분산 여부를 분석한 후 등분산인 경우에는 사후분석은 Scheffe test를 이용하였고 등분산이 아닌 경우에는 Tamhane's t2 test를 이용하여 분석하였다.

악궁에 따른 비교에서는 상악과 하악에 식립한 임플란트를 두 그룹으로 나누어 보철물 장착 시부터 정기 검진 시까지의 변연골 흡수변화를 independent sample t-test를 이용하여 상하악 사이에서 유의차가 있는지 분석하였다 (P<0.05).

연구 결과

1. 임플란트 주위 변연골의 수직적 흡수량에 대한 결과

임플란트 식립 시부터 보철물 장착 시까지(phase I)의 변연골의 흡수량은 4종류의 임플란트 사이에서 통계학적으로 유의차가 없었다(Table II, III). 보철물 장착 시부터 정기 검진 시(평균 6개월 후)까지(phase II)의 변연골의 흡수량도 4종류의 임플란트 사이에서 통계학적으로 유의차가 없었다. 원심측에서는 One-way ANOVA 에서는 유의차가 있었으나(P<0.05, Table IV, V) 사후검정으로 쓰인 Scheffe test 에서는 유의차가 없었다. 이러한 차이의 이유는 Scheffe test가 더 엄격한 검정방법이기 때문이다. 이 경우에는 통계적으로 유의차가 없는 것으로 보았다. 보철물 장착을 기점으로 변연골 흡수량을 비교시 보철

물 장착 후 (phase II) 보다 장착 직전 까지(phase I)의 흡수가 더 크게 일어났다(P<0.05).

2. 개개 임플란트의 reference point를 기준으로 한 변연골의 위치 비교

Silhouette IC의 reference point는 고정체 상부에서 1.0mm 하방, Silhouette IC Laser-Lok™는 고정체 상부에서 1.2mm 하방, ITI standard는 고정체 상부에서 2.8mm 하방, ITI esthetic plus는 고정체 상부에서 1.8mm 하방이다. 이 reference point는 기대되는 변연골의 위치를 의미한다. 이것을 기준으로 한 변연골의 위치를 알아봄으로써 각각의 임플란트에서 식립 시의 식립깊이와 무관하게 기대되는 위치에 대한 실제적인 변연골의 위치관계를 확인할 수 있다. 본 연구에서는 보철물 장착 시와 평균 6개월 후의 검사 시에 대해서 측정을 하였다. 보철물 장착 시 근심측과 평균 6개월 후의 검사 시 근심측과 원심측 모두에서 ITI standard와 Silhouette IC Laser Lok™은 변연골의 흡수는 통계학적인 유의차가 없었고(P>0.05) ITI esthetic plus와 Silhouette IC를 비교 시에도 변연골의 흡수는 차이가 없었다(P>0.05). 그러나, ITI standard와 Silhouette IC Laser Lok™은 ITI esthetic plus와 Silhouette IC보다 변연골의 흡수가 적었다(P<0.05, Table VI, VIII, IX).

보철물 장착 시 원심측에서는 Silhouette IC는 Silhouette IC Laser Lok™과 ITI standard보다 변연골의 흡수가 많았

Table II. Marginal bone change at mesial surface of fixture between implantation and delivery of prosthesis(phase I)

Implant system	marginal bone change* (mm)	one-way ANOVA P value
Silhouette IC	-0.51 ± 0.41	0.239
Silhouette IC Laser-Lok™	-0.29 ± 0.23	
ITI standard	-0.42 ± 0.39	
ITI esthetic plus	-0.45 ± 0.32	

*mean values ± standard deviation in marginal bone change.

'-' means resorption of marginal bone.

Table III. Marginal bone change at distal surface of fixture between implantation and delivery of prosthesis (phase I)

Implant system	marginal bone change (mm)	one-way ANOVA P value
Silhouette IC	-0.64 ± 0.55	0.063
Silhouette IC Laser-Lok™	-0.34 ± 0.35	
ITI standard	-0.40 ± 0.39	
ITI esthetic plus	-0.42 ± 0.36	

mean values ± standard deviation in marginal bone change.

'-' means resorption of marginal bone.

Table IV. Marginal bone change at mesial surface of fixture between delivery and 6th months after loading (phase II)

Implant system	marginal bone change (mm)	one-way ANOVA P value
Silhouette IC	-0.17 ± 0.22	0.352
Silhouette IC Laser-Lok™	-0.11 ± 0.09	
ITI standard	-0.10 ± 0.11	
ITI esthetic plus	-0.12 ± 0.21	

mean values ± standard deviation in marginal bone change.

'-' means resorption of marginal bone.

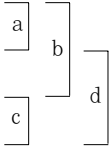
Table V. Marginal bone change at distal surface of fixture between delivery and 6th months after loading (phase II)

Implant system	marginal bone change (mm)	one-way ANOVA P value
Silhouette IC	-0.12 ± 0.14	0.034
Silhouette IC Laser-Lok™	-0.11 ± 0.12	
ITI standard	-0.08 ± 0.09	
ITI esthetic plus	-0.24 ± 0.36	

mean values ± standard deviation in marginal bone change.

'-' means resorption of marginal bone.

Table VI. Marginal bone level compared to the reference point at prosthetic placements on mesial surface of fixtures

Implant system	position of marginal bone(mm)	pair	one-way ANOVA P value
Silhouette IC	-0.25 ± 0.43		0.001
Silhouette IC Laser-Lok™	0.06 ± 0.21		
ITI standard	0.03 ± 0.37		
ITI esthetic plus	-0.31 ± 0.42		


mean values ± standard deviation in position of marginal bone.

'-' means resorption of marginal bone compared to the reference point.

'+' means gain of marginal bone compared to the reference point.

pair a,b,c,d, ; pairs that have significant differences by post hoc test.(Scheffe test)

Table VII. Marginal bone level compared to the reference point at prosthetic placement on distal surface of fixtures

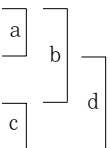
Implant system	position of marginal bone(mm)	pair	one-way ANOVA P value
Silhouette IC	-0.55 ± 0.63		0.000
Silhouette IC Laser-Lok™	0.02 ± 0.37		
ITI standard	-0.07 ± 0.35		
ITI esthetic plus	-0.23 ± 0.44		

mean values ± standard deviation in position of marginal bone.

'-' means resorption of marginal bone compared to the reference point.

pair a,b; pairs that have significant differences by post hoc test.(Tamhane's T2 test)

Table VIII. Marginal bone level compared to the reference point at 6th months after loading on mesial surface of fixtures

Implant system	position of marginal bone(mm)	pair	one-way ANOVA P value
Silhouette IC	-0.42 ± 0.43		0.000
Silhouette IC Laser-Lok™	-0.04 ± 0.20		
ITI standard	-0.07 ± 0.38		
ITI esthetic plus	-0.40 ± 0.35		

mean values ± standard deviation in position of marginal bone.

'-' means resorption of marginal bone compared to the reference point.

pair a,b,c,d; pairs that have significant differences by POST HOC test. (Scheffe test)

다(P<0.05). ITI esthetic plus와 다른 세 종류와는 통계학적으로 유의한 차이가 없었다(p>0.05, Table VII).

3. 흡수각도의 변화량에 대한 비교

4종류의 임플란트에 대해 보철물 장착 시부터 평균 6개월 후 검사 시까지의 흡수각도의 변화량을 비교 분석

Table IX. Marginal bone level compared to the reference point at 6th months after loading on distal surface of fixtures

Implant system	position of marginal bone(mm)	pair	one-way ANOVA P value
Silhouette IC	-0.66 ± 0.62		0.000
Silhouette IC Laser-Lok™	-0.09 ± 0.39		
ITI standard	-0.14 ± 0.35		
ITI esthetic plus	-0.45 ± 0.25		

mean values ± standard deviation in position of marginal bone.

'-' means resorption of marginal bone compared to the reference point.

pair a,b,c,d; pairs that have significant differences by POST HOC test.(Tamhane's T2 test)

Table X. Resorption angle change from prosthetic placement to 6th months after loading(phase II) on mesial surface of fixture

Implant system	No. of Implant	Angle change (degree)	One-way ANOVA P value
Silhouette IC	33	1.9 ± 2.42	0.204
Silhouette IC Laser-Lok™	19	1.1 ± 1.45	
ITI standard	32	2.1 ± 1.79	
ITI esthetic plus	17	2.6 ± 2.16	

mean values ± standard deviation in angle change.

Table XI. Resorption angle change from prosthetic placement to 6th months after loading(phase II) on distal surface of fixture

Implant system	No. of Implant	Angle change (degree)	One-way ANOVA P value
Silhouette IC	33	2.6 ± 1.91	0.012
Silhouette IC Laser-Lok™	19	1.2 ± 1.34	
ITI standard	32	2.7 ± 2.37	
ITI esthetic plus	17	1.4 ± 1.76	

mean values ± standard deviation in angle change.

Table XII. Comparison of marginal bone changes between implants placed in maxilla and mandible

		Maxilla (n=51)	Mandible (n=52)	One-way ANOVA P value
bone change (phase I)	M	-0.41 ± 0.41	-0.45 ± 0.32	0.591
	D	-0.51 ± 0.51	-0.43 ± 0.38	0.359
bone change (phase II)	M	-0.12 ± 0.12	-0.13 ± 0.21	0.644
	D	-0.11 ± 0.12	-0.14 ± 0.24	0.492

mean values ± standard deviation

'-' means resorption of marginal bone.

phase I: from implantation to prosthesis.

phase II: from prosthesis to follow up check.

한 것이다. One-way ANOVA test를 이용하였을 때 근심측에서는 집단간의 유의차가 없었고($P>0.05$) 원심측에서는 집단간의 유의차가 있었다($P<0.05$). 그러나, 보다 엄격한 분석인 Scheffé test를 이용한 사후검정에서는 원심측에서도 유의차가 없었다($P>0.05$). 따라서 유의차가 없는 것으로 보았다(Table X, XI).

4. 상악과 하악에 심어진 임플란트 주위 변연골의 흡수량에 대한 비교

상악과 하악에 심어진 전체 임플란트에 대해서 independent sample t-test를 이용하여 임플란트 주위 변연골의 흡수에 대해서 비교한 바, 통계학적으로 유의차가 없었다($P>0.05$, Table XII). 보철물이 장착되기 전 까지 (phase I)의 흡수가 장착 이후의 기간(phase II) 보다 흡수가 많았다.

총괄 및 고찰

본 연구에서는 초기 임플란트 변연골의 흡수가 가장 많이 일어나는 시점인 식립 후부터 보철물 장착 이후 평균 6개월까지를 조사기간으로 하여 시행하였다. 본 연구의 결과는 보철물 장착 후 6개월 기간 까지 평균 흡수가 0.59mm로 나왔으며, 식립 후부터 보철 전까지의 흡수량이 0.46mm로 크게 나왔는데 이는 실제 식립깊이가 제조사가 추천하는 식립깊이와 차이가 있었기에 나타난 결과로 추정된다.

수술 시 외상으로는 수술시 발생하는 열과 판막거상에 따르는 골소실과 임플란트 식립 시 변연골에 가해지는 stress 등을 이유로 볼 수 있다. Cardaropoli 등¹⁸은 surgical phase(식립 후부터 보철물 장착 전)시기에 임플란트 주위 골흡수가 0.7-1.3mm까지 일어났다고 보고하고 있다. 이것은 치주수술이후에 0.2-1.0mm정도의 치조골의 흡수가 일어난다는 보고와 유사하다고 말하고 있다.¹⁹ 또한, 판막거상을 수반한 골수술 이후에 골흡수가 평균 0.8mm 일어나기에 수술 시 외상이 주요원인으로 보여질 수 있으나 실제적으로 판막 거상된 전체 치조골 중 임플란트 주위 변연골에서만 saucerization 양상의 골흡수가 일어나는 점으로 보아 수술 시 외상이 주요 요인이라고 보기는 어렵다. 기능 후 1년 이후에는 임플란트 주위 변연골의 안정이 이뤄지는 점을 볼 때 임플란트 주위염이 초기 골소실의 주요 원인으로 보기는 어렵다. Oh 등³은 초기 변연골의 흡수의 주요 원인으로 microgap의 위치와 관련된 생물학적 폭경과 교합력의 과부하를 제시하고 있다.

본 연구에서 사용된 임플란트는 microgap의 위치가 변연골에서 2.8mm상방에 위치되는 ITI standard와 1.8mm 상방에 위치되는 ITI esthetic plus와 1.0mm 상방에 위치되는 Silhouette IC와 1.2mm 상방에 위치되는 Silhouette IC Laser-Lok™의 네 종류이다. 측정된 기간동안 ITI standard와 Silhouette IC Laser-Lok™은 변연골의 흡수가 비슷하였고($P>0.05$) ITI esthetic plus와 Silhouette IC도 변연골의 흡수가 비슷하였다($P>0.05$). Silhouette IC와 ITI esthetic plus는 ITI standard와 Silhouette IC Laser-Lok™에 비해 변연골의 흡수가 크게 일어났다($P<0.05$). ITI standard의 경우는 2.8mm의 생물학적 폭경을 고려한 디자인이지만 Silhouette IC는 1mm의 공간이 있고 ITI esthetic plus는 1.8mm의 공간이 있는 디자인으로 이 둘에서는 부족한 생물학적 폭경의 확보를 위해서 임플란트 주위 변연골의 흡수가 있었으리라 추론된다. 자연치에서의 생물학적 폭경과²⁰ 유사하게 임플란트에서도 생물학적 안정을 구성하는 상피조직 부착과 결합조직 부착이 존재한다.²¹ Cochran 등⁵과 Berglundh와 Lindhe⁶는 임플란트-연조직계면의 수직깊이를 측정하여 치유기간 중 골조직 변화를 통해 3mm정도의 생물학적 폭경이 형성되었다고 보고하였다. 이에 근거하면, 본 연구에서 부족한 생물학적 폭경만큼 추가적인 변연골의 흡수가 일어나서 충분한 생물학적 폭경을 확보해야 하나 결과에서는 변연골의 흡수가 ITI standard보다 0.2mm에서 0.5mm 정도 더 흡수되는 정도에 그쳤기에 부족한 생물학적 폭경을 모두 보상하기 위한 흡수는 일어나지 않았으며 이것은 임플란트 표면의 거칠기 등 다른 요인에 의해 안정화가 이뤄졌을 것으로 추정할 수 있다. Silhouette IC Laser-Lok™의 경우는 ITI standard와 임플란트 주위 변연골의 흡수에서 통계학적 차이가 없었는데 이는 Silhouette IC Laser-Lok™ 임플란트 collar 부위의 laser를 이용한 미세나사홈은 변연골 흡수를 억제하는데 영향을 주었을 것으로 생각해 볼 수 있다.

Cardaropoli 등¹⁸은 임플란트의 디자인과 표면 특징에 따라서 골흡수가 달라질 수 있다고 하였다. Keller 등⁹에 의하면 blasting과 acid etching에 의한 거친면이 평활면보다 골아세포 부착을 잘 유도한다고 하였다. 그 외에도 평활면에 비해 거친면에서 골흡수가 덜 일어난다는 다수의 연구결과가 있었으며 거친면이 평활면보다 힘의 분산에 효과적으로 작용한다고 제시되고 있다.¹⁰ 따라서, Silhouette IC와 ITI esthetic plus에서의 rough surface의 영향으로 인해 부족한 생물학적 폭경을 모두 보상하는 흡수보다 적은 수준의 흡수가 일어난 상태에서 변연골의 안정화가 이뤄지고 있음을 추론해 볼 수 있다.

임플란트 collar에 미세나사산이 있는 경우에 대해서

보면, Abrahamsson 등¹²과 Wennström 등²²은 임플란트 collar에 미세나사산이 있는 경우에 임플란트 주위 변연골의 흡수가 작게 일어나고 있음을 보고하고 있다. 이런 연구에서의 미세나사산은 육안으로 식별이 가능한 thread 형태의 것이었다. Silhouette IC Laser-Lok™의 경우는 고정체 collar에 laser를 이용하여 미세나사홈(microgroove)을 형성하였는데 이 특징이 변연골의 흡수를 억제하고 있다고 추론할 수 있다. Brunette은 기질의 형태적 특징은 세포의 이동에 필요한 microfilament bundle의 선형 형성(linear formation)에 제약을 줄 수 있다는 것을 제시하였고 홈(groove)이 존재할 시에 홈과 평행하게 세포들이 위치하기에 세포의 하방이동을 방지할 수 있다고 제안하였고, laser를 이용한 미세나사홈으로 골조직과 결합조직의 부착을 향상시키고 이러한 부착 상대가 상피세포의 하방 이동을 막는 역할을 하고 골조직의 유지에 효과적인 작용을 한다고 하였다.¹¹ 자연치아에서의 Sharpey's fiber처럼 임플란트에서도 세포와 섬유질의 부착과 같은 연조직의 단단한 부착으로 상피세포의 하방 성장은 방지될 수 있다고 하며 거친면이 골유착뿐만 아니라 연조직의 부착에도 효과적이라고 하였다.⁷ Silhouette IC Laser-Lok™의 고정체 collar의 디자인에서 중간 0.7mm에는 8 μ m의 laser를 이용한 미세나사홈이 있는데 이는 결합조직 부착을 유도하여 생물학적 안정을 이루어 상피세포의 하방성장을 막는 목적으로 고안된 것이고 하방 0.8mm에는 12 μ m의 laser를 이용한 미세나사홈이 있으며 이는 골유착을 유도하도록 고안된 것이다. 이러한 특징이 변연골의 흡수에 영향을 주었으리라 추측된다.

상악과 하악에 대한 비교에서는 본 연구에서는 임플란트 주위 변연골의 흡수와 관련하여 통계학적으로 유의한 차이가 없었다. Naert 등²³에 의하면 임플란트에 지대주 장착 후 첫 6개월 동안 하악 보다 상악에서 평균 0.31 mm 많이 변연골의 흡수가 일어났다고 보고하고 있다. 본 연구에서는 통계학적으로 유의차는 없지만 기능 후 평균 골흡수량이 상악보다 하악에서 다소 많았다. 이것은 식립된 임플란트 종류가 네종류이기에 임플란트 종류에 따른 차이가 고려되지 않은 점과 본 연구에서는 상악과 하악에서 전치와 구치의 비중이 달랐다는 점도 원인이 될 수 있을 것이다.

수평적 흡수량을 확인하기 위해 보철장착 시부터 기능 후 평균 6개월까지의 흡수각도의 변화량을 측정하여 비교한 바, 임플란트 그룹 간에 통계학적으로 유의한 차이는 없었다. 평균값 1.2도에서 2.6도로 나타났는데 이 기간의 수직적인 흡수량이 평균 0.1-0.24mm이기에 수직적

흡수량에 흡수각도를 이용한 Tangent 값을 곱하면 수평적 흡수량은 매우 미약하다라는 것을 알 수 있다. 상악 전치 부위에 사용할 시에 다소 골흡수가 일어나더라도 순측과 협측의 변연골의 높이와 인접면 치조골 높이에 미치는 영향이 크지 않으므로 치은 퇴축이나 치간유두에 미치는 영향은 적으리라 사료된다.

심미적인 요구도가 높은 전치부에서 충분한 생물학적 폭경이 확보된 임플란트를 식립할 경우 metal collar의 노출이 우려되기에 충분한 생물학적 폭경이 부여되지 않은 임플란트를 선정하게 되는데 이때 crestal module에서의 laser microgroove는 변연골의 유지에 도움이 된다. 이것은 연조직과 골조직의 단단한 부착으로 인한 안정화로 추정해 볼 수 있다. 그러나 임플란트 주위 변연골의 흡수는 여러 복합적인 원인에 의해 일어난다는 점과 이번 연구에서 사용된 임플란트 수가 많지 않았다는 점 등의 제약이 있으며 변연골의 장기적인 안정을 확인하기 위해서는 장기적인 검사가 이뤄질 필요가 있으며 실제적으로 골조직과 결합조직의 부착양상을 보기 위해서는 조직학적인 연구가 더 이뤄져야 할 것이다.

결론

고정체 collar의 디자인이 상이한 4가지 임플란트를 사용하여 collar의 길이의 차이가 임플란트 주위 변연골 흡수에 미치는 영향과 짧은 collar에 laser를 이용한 미세나사홈(microgroove)을 부여한 경우 임플란트 주위 변연골 흡수에 미치는 영향을 방사선사진학적으로 비교해 본 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. ITI standard 와 Silhouette IC Laser-Lok™이 ITI esthetic plus와 Silhouette IC 보다 임플란트 주위 변연골의 흡수가 적었고($P < 0.05$), ITI standard와 Silhouette IC Laser-Lok™ 사이에는 변연골의 흡수가 유의차가 없었고($P < 0.05$), ITI esthetic plus와 Silhouette IC 사이에도 변연골의 흡수가 유의차가 없었다($P > 0.05$).
2. 사용된 임플란트 전체에 대한 상하악의 비교에서는 상하악 사이에서 임플란트 주위 변연골의 흡수는 통계학적으로 유의한 차이가 없었다($P > 0.05$).
3. 흡수각도에 대한 비교에서도 4종류 임플란트 그룹 간에 통계학적으로 유의한 차이는 없었다($P > 0.05$).

이상의 결과를 볼 때, 고정체 collar에서의 표면 거칠기와 laser로 형성한 microgroove는 임플란트 주위 변연골 흡수정도를 감소시키는 역할을 할 수 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

1. Albrektsson T, Zarb G, Worthington P, Eriksson A. The long term efficacy of currently used dental implants: A review and proposed criteria of success. *Quintessence* 1986;1:11-25.
2. Adell R, Lekholm U, Rockler B, Brånemark P. A 15-year study of osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. *Int J Oral Surg* 1981;10:387-416.
3. Oh TJ, Yoon J, Misch CE, Wang HL. The causes of early implant bone loss: myth or science? *J of Periodontol* 2002;73:322-33.
4. Hermann JS, Buser D, Schenk RK, Cochran DL. Crestal bone changes around titanium implants, Crestal bone change around titanium implants. A histometric evaluation of unloaded nonsubmerged and submerged implants in the canine mandible. *J of Periodontol* 2000;71:1412-1424.
5. Cochran DL, Hermann JS, Schenk RK, Higginbottom FL, Buser D. Biologic width around titanium implants. A histometric analysis of the implanto-gingival junction around unloaded and loaded nonsubmerged implants in the canine mandible. *J of Periodontol* 1997;68:186-198.
6. Berglundh T, Lindhe J. Dimension of the peri-implant mucosa. Biological width revisited. *J of Clin periodontol* 1996;23:971-983.
7. Kim H, Murakami H, Cheroudi B. Effects of surface topography on the connective tissue attachment to subcutaneous implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2006;21:354-365.
8. Alomrani A, Hermann JS, Jones A, Buser D, Schoolfield J, Cochran DL. The effect of a machined collar on coronal hard tissue around titanium implants: A radiographic study in the canine mandible. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2005;20:677-686.
9. Keller JC, Schneider GB, Stanford CM, Kellogg B. Effect of implant microtopography on osteoblast cell attachment. *Implant Dent* 2003;12:175-181.
10. Gotfredsen K, Berglundh T, Lindhe J. Bone reactions adjacent to titanium implants with different surface characteristics subjected to static load. A study in the dog(II). *Clinical Oral Implants Research* 2001;12:196-201.
11. Brunette DM, Kenner GS. Grooved titanium surfaces orient growth and migration of cells from human gingival explants. *J Dent Res* 1983;62:10:1045-1048.
12. Abrahamsson I, Tord berglundh Tissue characteristics at microthreaded implants: An Experimental study in dogs. *Clin Imp Den Rrelated Res* 2006;8:3:107-113.
13. Norton MR. Marginal bone levels at single tooth implants with a conical fixture design. The influence of surface macro- and microstructure. *Clin Oral Implants Res* 1998;9:91-99.
14. Bae HEK, Han DH. The influence of different neck design on Marginal bone tissue in dogs. Master's thesis The graduate school Yonsei University department of dental science Seoul 2006.
15. Hansson S. The implant neck: smooth or provided with retention elements. A biomechanical approach. *Clin Oral Impl Res* 1999;10:394-405.
16. Dalton BA, Walboomers XF, Dziegielewski M, Evans MD, Taylor S, Jansen JA, Steele JG. Modulation of epithelial tissue and cell migration by microgrooves. *J Biomed Mater Res* 2001;56:195-207.
17. Cheroudi B, Mcdonnell D, Brunette DM. The effects of micromachined surfaces on formation of bonelike tissue on subcutaneous implants as assessed by radiography and computer image processing. *J of Biomed Mater Res* 1997;34:279-290.
18. Cardaropoli G, Lekholm U. Tissue alterations ant implant-supported single-tooth replacements: A 1-year prospective clinical study. *Clin Oral Impl Res* 2006;17:165-171.
19. Kohler CA, Ramfjord SP. Healing of gingival mucoperiosteal flaps. *Oral Surgery Oral Medicine and Oral Pathology* 1960;13:89-103.
20. Gargiulo A, Wentz F, Orban B. Dimensions and relations of the dentogingival junction in humans. *J of Periodontol* 1961;32:261-268.
21. McKinney RV, Steflik DE, Koth DL. The biological response to the single crystal sapphire endosteal dental implant. Scanning electron microscopic observations. *J Prosthet Dent* 1984;51:372-379.
22. Wennström J, Ekestubbe A, Gröndahl K, Karlsson S, Lindhe J. Implant-supported single-tooth restorations. A 5-year prospective study. *J Clin Periodontol* 2005; 32:567-574.
23. Naert I, Koutsikakis G, Quirynen M, Duyck J, Steenberghe D, Reinhilde J. Biologic outcome of implant-supported restorations in the treatment of partial edentulism part 2: A longitudinal radiographic evaluation. *Clin Oral Impl Res* 2002;13:390-395.

The influence of Collar design on peri-implant marginal bone tissue

Jee-Hwan Kim, DDS, MSD, **Moon-Kyou Jung**, DDS, MSD, PhD,
Hong-Suk Moon, DDS, MSD, PhD, **Dong-Hoo Han**, DDS, MSD, PhD

Department of Prosthetics, College of Dentistry, Yonsei University

Statement of problem: Peri-implant marginal bone loss is an important factor that affects the success of implants in esthetics and function. Various efforts have been made to reduce this bone loss by improving implant design and surface texture. Previous studies have shown that early marginal bone loss is affected by implant neck designs. **Purpose:** The purpose of this study was to examine the influence of laser microtexturing of implant collar on peri-implant marginal bone loss. **Materials and methods:** Radiographical marginal bone loss was examined in patients treated with implant-supported fixed partial dentures. Marginal bone level was examined with 101 implant fixtures installed in 53 patients at three periods (at the time of implantation, prosthetic treatment and 6-month after loading). Four types of implants were examined. The differences of bone loss between implants (ITI standard) with enough biologic width and implants (ITI esthetic plus, Silhouette IC, Silhouette IC Laser-Lok™) with insufficient biologic width have been compared. Resorption angles were examined at the time of prosthetic delivery and 6-month after loading. **Results and Conclusion:** Within the limitation of this study, the following results were drawn. 1. The marginal bone loss of ITI standard and Silhouette IC Laser-Lok™ was less than that of ITI esthetic plus and Silhouette IC ($P < 0.05$). The marginal bone loss between ITI standard and Silhouette IC Laser-Lok™ had no significant statistical difference ($P > 0.05$). There was no significant statistical difference between marginal bone loss of ITI esthetic plus and Silhouette IC ($P > 0.05$). 2. There was no significant difference in marginal bone loss between maxilla and mandible ($P > 0.05$). 3. There was no significant difference in resorption angle among four types of implants ($P > 0.05$). The marginal bone of implants with supracrestal collar design of less than that of biologic width had resorbed more than those with sufficient collar length. The roughness and laser microtexturing of implant neck seem to affect these results. If an implant with collar length of biologic width, exposure of fixture is a possible complication especially in the anterior regions of dentition that demand high esthetics. Short smooth neck implant are often recommended in these areas which may lack the distance between microgap and the marginal bone level. In these cases, the preservation of marginal bone must be put into consideration. From the result of this study, it may be concluded that laser microtexturing of implant neck is helpful in the preservation of marginal bone.

Key words : Dental implant, Laser microtexturing, Biologic width, Marginal bone loss, Crestal module

Corresponding Author: Dong-Hoo Han

*Dept. of Prosthodontics, College of Dentistry, Yonsei University, 134 Sinchon-dong Seodaemun-gu, Seoul, 120-749, Korea
+82 2 2228 8136: e-mail, donghooan@yuhs.ac*

Received November 23, 2007: Last Revision February 5, 2008: Accepted February 25, 2008