

임플란트 주위 조직 보존을 위한 임플란트 경부의 디자인에 관한 고찰

김홍준 · 김지환 · 김성태 · 이재훈 · 박영범*

연세대학교 치과대학 치과보철학교실

연구 목적: 임플란트 식립 후 변연골 흡수에 따라 임플란트 주위 연조직이 재구성되며, 이에 따라 치료의 예후 및 심미성 등에 영향을 주게 된다. 그러므로 임플란트 경부 주위 골조직 보존을 위한 임플란트 경부에 다양한 디자인이 연구되고 있다. 본 고찰의 목적은 초기 변연골 흡수의 원인과 이에 따른 임플란트 주위의 연조직 변화에 대해 고찰하고, 어떠한 임플란트 경부 디자인이 임플란트 주위 조직의 보존에 유리한지 알아보고자 한다.

연구 재료 및 방법: Pubmed database에서 임플란트 초기 변연골 흡수의 원인과 관련된 논문과 임플란트 경부의 여러 디자인에 관한 논문을 검색하여 분석하였다. 임플란트 경부 디자인은 one piece implant, two piece implant, internal hex abutment, external hex abutment, taper joint connection, butt joint connection, scalloped design abutment, platform switching concept에 관해 검토하였다.

결과: 초기의 임플란트 주위 조직 보존에 대하여 one piece implant가 two piece implant보다 유리한 것으로 여러 임상적, 실험적 연구가 있다. Two piece implant에서는 internal hex abutment가 external hex abutment보다, taper joint connection가 butt joint connection보다 유리할 것으로 보여진다. Scalloped design abutment에 대해서는 논쟁의 여지가 있어 더 많은 연구가 필요할 것으로 판단된다. Platform switching concept은 그 원인이 명확히 밝혀지지는 않았으나 임상적, 실험적으로 초기 임플란트 주위 조직 보존에 대해 유리한 것으로 판단된다.

결론: 임플란트 경부의 디자인마다 각각의 장단점이 있고 추가적인 연구가 더 필요한 제한이 있지만 현재까지의 선행 연구들을 분석 종합해 보면 초기 임플란트 주위 조직 보존을 고려한다면 가능한 경우 one piece implant가 유리할 것으로 판단되며, 보철적인 문제나 다른 이유로 인하여 two piece implant를 고려할 경우 platform switching concept, internal connection abutment, taper joint connection을 이용하는 것이 임플란트 주위 조직 보존에 좀더 유리할 것으로 사료된다. (대한치과보철학회지 2011;49:346-53)

주요단어: 임플란트 경부 디자인, One piece implant, Internal hex abutment, Taper joint connection, Platform switching concept

서론

Albrektsson¹ 등은 1986년에 성공기준(success criteria)을 언급할 때, 임플란트 보철 이후 1년 동안 변연골 흡수가 1 - 2 mm 이내이며, 경과관찰 기간 동안 매년 0.05 - 0.2 mm 이내의 변연골 흡수가 있으면 임플란트가 성공적인 것으로 제시하였다.

International Congress of Oral Implantologists (ICOI)²는 2007년에 구강임플란트의 건강지표(Health Scale for Dental implants)에 대해 논의하였고, 임플란트 성공에 대해 4가지 그룹으로 I. Success; II. Satisfactory survival; III. Compromised survival; IV. Failure (clinical or absolute failure)로 나눴으며, success에 대해 a) 기능 중 통증이 없어야 하며 (No pain or tenderness upon function), b) 동요도가 없고 (0 mobility), c) 초기수술 이후 방사선적으로 2 mm 이하의 골소실이 있어야 하며 (<2 mm radiographic bone loss from initial surgery), d) No exudates history로 규정하였다. 또한 심미적 부분을 포함한 환자의 만족이 이러한 성공기준에 고려되어야 한다고 제안하였다.

임플란트는 골유착을 통해 골과 직접적으로 결합하게 되는

데 지속적인 골흡수와 골형성이 동일 위치에서 순차적으로 일어나며 골개조가 일어난다.³ 특히 골에 응력이 집중되는 곳인 implant neck 부위에서 많이 일어나며, 골개조 과정 중 기능이나 부하가 시작되면서 implant neck 주위에서 변연골 흡수가 일어나게 된다. 이러한 변연골 흡수가 계속적으로 진행될 경우, 골에서 발생하는 strain은 불리해지며, bone crest에 대한 응력이 극적으로 증가할 수 있다.⁴ 또한 해면골에 응력이 증가하게 되며 측방력 등에 의해 disintegration이 일어나 임플란트 실패가 일어날 수 있다.⁵ 그렇기 때문에 초기의 변연골 흡수를 조절하는 것이 임플란트 성공과 관련하여 중요하다. 부하가 시작되고 나서 초기 1년 정도의 기간 동안 marginal bone loss가 많이 일어나게 되는데 이에 대한 원인은 명확히 밝혀지지는 않았으나, occlusal overload,^{5,6} presence of microgap,⁷ reformation of biologic width^{8,9}에 의한 것으로 생각되고 있다. 여러 가지 원인들로 인해 발생한 초기의 marginal bone loss에 따라 임플란트 주위 연조직이 remodeling되며, 이에 따라 치료의 심미성에 영향을 주게 된다. 따라서 여러 가지 변연골 흡수 유발 원인에 대처하여 implant

*교신저자: 박영범

120-752 서울 서대문구 신촌동 연세의료원 치과대학병원 02-2228-3164; e-mail, drypark@yuhs.ac

원고접수일: 2011년 7월 9일 / 원고최종수정일: 2011년 10월 17일 / 원고채택일: 2011년 10월 24일

주변 골조직을 보존하기 위한 있는 임플란트 경부 디자인이 연구되어 왔다. 본 고찰의 목적은 이러한 marginal bone loss의 원인과 implant 주위의 연조직 반응에 대해 고찰하고, 어떠한 implant neck design이 임플란트 주위 조직의 보존에 유리한지 알아보는 것이다.

본론

Etiology of early marginal bone loss

Occlusal overload

임플란트는 자연치와는 달리 치주인대가 없이 골과 직접 결합하므로 과도한 교합력에 주위 골 흡수가 일어나고 골 유착 실패의 원인이 된다. 임플란트는 수직력보다는 측방력에 더 취약하다.¹⁰ Wiskott 등⁴은 bone과 implant 계면에서 발생하는 stress에 의해 strain이 발생하게 되며, 그 양에 따라 골이 생성되기도 하고, 흡수되기도 한다고 하였으며, 그 양이 증가하게 될 경우 bone에 fatigue & creep을 일으킨다고 하였다. Isidor 등¹¹은 원숭이를 대상으로 하여 overload에 대한 임플란트 주위 조직의 반응을 살펴보고, 측방력으로써 overload를 가한 결과, overload에 의해 osseointegration이 부분적 혹은 전부 상실되었다고 하였다. Quirynen 등⁶은 전치부 contact이 없는 환자, parafunction이 있는 환자, 전악에 임플란트 보철을 한 환자 등에서 overload가 발생하게 되며, 이런 환자들에게서 marginal bone loss가 더 증가한다고 하였다.

Reformation of biologic width

임플란트에도 자연치의 biologic width와 유사한 개념이 존재하여 이 biologic width를 침범할 경우 bone loss가 일어나게 된다. Berglundh 등⁸은 이러한 biologic width에 의한 bone loss는 implant와 abutment 사이의 interface로부터 일정한 거리를 유지한다고 하였다. Hermann⁹의 개를 대상으로 한 연구에서 1-piece implant에서는 rough/smooth surface의 경계가 bone loss에 영향을 미치며, 2-piece implant에서는 crestal bone level이 임플란트와 abutment의 interface에 위치한 microgap의 위치에 따라 결정되며, 대략적으로 microgap의 2 mm 하방에 위치하게 된다고 하였다. 또한 이는 submerged나 non-submerged의 수술방법과 무관하게 직접적으로 crestal bone loss에 영향을 미친다고 하였다. 또한 1-piece implant의 rough/smooth surface가 alveolar crest에 위치되었을 때 2-piece의 모든 경우보다 bone loss가 적게 일어났다. 즉 biologic width의 재형성으로 인한 골흡수가 발생하며, 이는 microgap으로부터 일정한 거리를 유지하게 되고, 1-piece implant에서는 이러한 microgap이 존재하지 않기 때문에 biologic width 측면에서 상대적으로 bone loss에 유리하다.

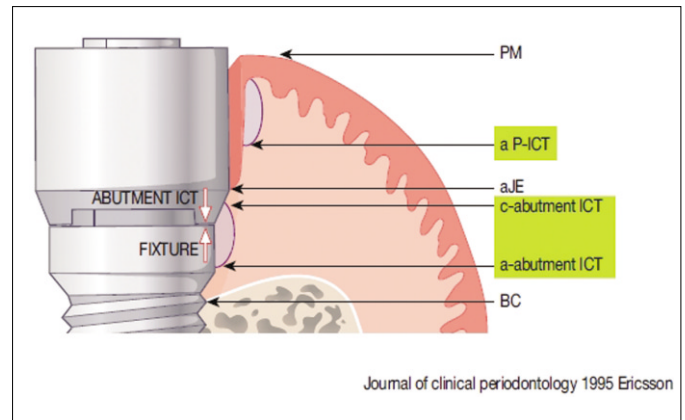


Fig. 1. Infiltrated connective tissue zone around the implant.

Presence of microgap

① Micro gap에의 bacterial colonization

Quirynen¹²과 Persson¹³은 internal surfaces of submerged implants or their restorative component parts에 microbial species가 cultivation 된다고 하였다. 또한 Lindhe¹⁴과 Berglundh 등¹⁵은 peri-implant mucosa의 특징을 분석하였고, 그 결과 plaque accumulation과 상관없이 microgap을 기준으로 apical & coronal 부위 0.5 - 0.75 mm에 염증세포가 모여있는 abutment infiltrated connective tissue area가 존재한다고 하였다(Fig. 1). 이 부위에 bacterial colonization이 일어나게 되며 이로 인해 implant와 abutment가 연결된 이후 marginal bone loss가 일어난다고 하였다.

② Micro gap에의 micromovement

Crestal bone loss를 줄이기 위해 alveolar crest보다 1 - 2 mm 정도 상방에 microgap이 위치하도록 식립하게 되었다. 그러나 여전히 crestal bone loss는 존재하였으며, 이를 설명하기 위한 가설 중 하나가 'movements between components'에 의한 marginal bone loss이다. 이에 대한 영향을 알아보기 위해 Hermann 등⁹은 ① microgap size에 따른 marginal bone loss의 변화와, ② micromovement에 의한 marginal bone loss의 영향을 알아보기 위해 two-piece implant에서 fixture와 abutment를 welding을 시행한 group과 fixture와 abutment가 screw에 의해 연결된 group에서의 marginal bone loss 변화를 비교하였다. 그 결과 micromovement를 제한한 경우, marginal bone loss가 적게 나타났으며, microgap size와는 관계가 없었다. 즉 microgap이 있더라도 그 micromovement를 제한할 수 있다면 bone loss를 줄일 수 있는 것으로 예상된다.

Soft tissue sealing

임플란트 주위 biologic width의 구성

Biologic width는 sulcular epithelium, junctional epithelium, underlying

ing connective tissue zone 으로 구성되어있다. Sulcular epithelium의 apical 부위는 매우 얇으며, 임플란트 표면에 hemi desmosome 과 유사한 구조로 접착이 된다. Connective tissue는 scar like tissue와 유사하며, 임플란트 표면에 다른 attachment 없이 직접 접촉한다. Underlying connective tissue zone에는 염증세포가 모여 있는 부분인 abutment infiltrated connective tissue가 존재한다.¹⁶ Implant에서의 biologic width에 대한 연구논문은 동물을 대상으로 한 경우가 대부분이며, 어느 정도의 distance를 가졌는지에 대하여 명확한 정의를 내리기는 어렵다. 그러나 치아에서의 biologic width보다 조금 더 큰 값을 갖는 것으로 생각되며, Cochran, Berglundh, Abrahamsson 등은 동물실험에서 각각 biologic width가 3.08 mm¹⁷/3.80 mm¹⁵/3.42 mm¹⁶로 언급하였다.

임플란트 주위 biologic width의 기능

Lindhe¹⁴와 Berglundh¹⁵ 등은 1992년, 동물실험을 하여 biologic width를 이루는 연조직은 leukocyte의 migration을 일으키며, infiltrated connective tissue zone을 형성하여 underlying bone에의 보호기능을 한다고 하였다. Zitzmann 등¹⁰은 사람에서 plaque accumulation에 대한 peri-implant mucosa와 gingiva의 반응을 연구하기 위해 12명의 부분무치악 환자를 대상으로 임상 검사 및 연조직 biopsy를 하여 immunohistochemical analysis를 시행하였다. Peri-implant mucosa와 gingiva 두 부위의 infiltrated connective tissue에서 염증세포가 모이게 되며 그 중에 B cell과 T cell의 비율이 높아진다고 하였다. 또한 Bullon 등²⁰은 2004년, healthy gingiva, peri implantitis mucosa, aggressive periodontitis gingiva 그룹으로 나뉘 각각의 그룹에서 Biopsy specimen을 제작하여 histological and immunohistochemical analysis가 시행했다. T cell에 대한 항체인 CD3과 B cell에 대한 항체인 CD20의 양이 healthy gingival 에서보다 peri-implantitis mucosa와 aggressive periodontitis gingiva에서 증가되었으며, 특히 T cell의 양이 많이 증가된다고 하였다.

임플란트 주위 biologic width에서의 mucosal thickness의 영향

Peri-implant mucosa의 두께는 적절한 epithelial connective tissue attachment를 이루기 위해 필요하며, 이러한 soft tissue dimension이 만족되지 않을 경우 골흡수가 일어나서 새로운 적절한 biologic width를 이룬다고 한다.²¹ Berglundh 등¹⁵은 동물실험을 통해 2nd surgery 시에 test group에서 mucosa를 2 mm 정도로 얇게 만들었고, control group에서는 조작하지 않았다. 두 group에서 total biologic width는 유의한 차이를 보이지 않았으며, test group에서 연조직 치유 기간 동안 점진적인 골흡수가 관찰되었다. Control group을 가진 사람에 대한 연구는 많지 않으나 peri-implant mucosa가 적절한 두께를 유지해야 좋은 임상적 결과를 얻을 수 있다고 사료된다.²²

Implant neck design for prevention of marginal bone loss and soft tissue sealing

Marginal bone loss를 줄이고 적절한 soft tissue sealing을 얻기

위해 implant neck 부위에 다양한 노력이 있어왔다. Smooth surface를 이용하던 것에 대해 stress distribution과 osseointegration을 위해 rough surface 나 rough surface with microthread 등을 이용하는 노력에서 형태, 연결부위의 변화 등 다양한 노력이 있어왔다. 여기서는 표면의 texture와 관련된 부분은 방대한 자료 관계로 제외하고 neck 부위 형태와 연결 형태와 관련하여 알아보려고 하였다.

One-piece or two piece implant

Hermann²³은 동물실험을 통해 같은 crest bone level에 임플란트를 식립한 경우 One piece 임플란트에서 two piece 임플란트보다 marginal bone loss의 양이 적다고 하였다. Heijdenrijk²⁴ 등은 Implant-abutment의 microgap이 존재하지 않는 one piece implant와 two piece implant non-submerged, two piece implant submerged 간의 5년간 bone loss를 관찰하였다. 5년간의 관찰결과 one piece와 two piece 간의 유의한 차이가 관찰되지 않았다고 하였다. 그러나 저자는 보철물에 implant overdenture를 사용한 것이었는데, two piece implant에서는 5 mm 높이의 bar type을 사용하여 splint하였고, one piece implant에서는 bar type을 사용하지 않았다. 그렇기 때문에 각 implant의 stress distribution에 차이를 일으켰을 것으로 생각되며, T0 - T12의 1년간의 기간에서는 one piece implant의 marginal bone loss가 다른 두 방식에 비해 적게 나타났다. 보철물이 적용되고 4주가 지난 기간을 T0로 설정하였으며, 이후의 개월 수에 따라 T12, T24, T36, T48, T60으로 설정하였다. One piece implant의 경우 abutment와 fixture가 일체형으로서 microgap이 없는 형태이며, 여기서는 보철물과 implant사이의 경계가 가장 apical 부위에 존재하는 microgap이다. Two piece implant에서는 abutment와 fixture 간의 microgap이 존재하는 형태이다. One-piece의 경우 일체형이기 때문에 microgap에서의 bacterial colonization이 방지될 수 있으며,²⁵ implant-abutment interface에서 일어날 수 있는 micromovement를 방지할 수 있다. 그러나 abutment의 taper 조절이 힘들다는 등 보철과 관련한 단점이 있다. 즉 marginal bone loss와 관련하였을 때 one piece implant가 two piece implant 보다 더 유리할 것으로 사료된다.

Internal hex abutment와 external hex abutment

Maeda 등²⁶은 2006년 실험에서 implant with external hex와 implant with internal hex에 vertical & horizontal load를 가하였는데 vertical load를 가하였을 때는 유의 차가 없는 범위에서 상대적으로 external hex에서 cervical 부위에 strain값이 컸고, internal hex에서는 apex에서 strain 값이 크게 나왔다. 특히 horizontal load를 가하였을 때 Internal hex system에서 cervical area에서의 상대적으로 적은 stress가 발생하였다. 이는 bone preservation에 긍정적으로 기여할 것이라고 하였다. 다만 tip 부위에서의 큰 stress가 fixture fracture에의 위험요소가 될 수 있다고 하였다. Table 1과 같이 external hex abutment와 internal hex abutment는 각각의 아래와 같은 장단점을 가진다.

Table 1. Advantages and disadvantages of external hex abutment and internal hex abutment

	External hex abutment	Internal hex abutment
Advantage	<ol style="list-style-type: none"> 1. Suitable for the two stage method 2. Anti-rotation mechanism and retrievability 3. Compatibility among different systems 4. Suited for multiple teeth restoration 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Suited for one stage implant installation 2. Ease in abutment connection 3. Wider area of connection 4. Suited for single tooth restoration 5. Lower center of rotation 6. Better force distribution 7. Reduced microgap because of usage of taper joint connection
Disadvantage	<ol style="list-style-type: none"> 1. Micro-movements 2. Higher center of rotation 3. Micro gap 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Thinner lateral fixture wall 2. Difficulty in adjusting divergences in angles between fixtures

Implant-abutment connection에서 Taper joint와 butt joint

Norton 등은 taper joint connection이 banding force에 저항하는 능력을 증가시킨다고 하였다. Levine 등²⁷은 임상적으로 보철수복과 관련한 문제가 taper joint connection의 경우가 butt joint보다 적게 일어난다고 하였다. 그 원인으로는 sutter 등이 언급한 내용으로 fixture와 abutment와의 gap이 10 um 보다 적은 경우 thread 부위에 functional load가 줄어들고, taper 부위에서 vibration을 완화시켜 thread 부위에 micromovement가 없는 것을 들었다. Merz 등²⁸은 2000년에 taper joint와 butt joint에 대해 유한요소분석을 시행하여 axis에 대한 load의 방향에 따른 응력분포를 알아보고자 하였다. Taper joint는 axis에 따라 작용하는 힘을 받았을 때 thread 대한 load가 완전히 상쇄되어 abutment loosening을 일으키지 않는다. Taper에서의 friction에 의해 implant와 abutment간의 안정적이고 회전이 없는 연결이 가능해진다. 이에 반해, butt joint는 load에 대해 부분적 혹은 완전히 상쇄시키게 되는데, 이는 시간이 지남에 따라 abutment loosening을 일으킬 것으로 여겨진다. Axis에서 15도 정도 벗어난 방향에서의 힘까지도 taper joint의 경우 thread는 거의 영향을 받지 않아 유리하다고 하였다. Axis에서 30도 벗어난 힘에 대해서는 yield point 보다 높은 압력을 보이게 되었으나, 매우 한정된 부분이었으며, stress의 경사가 높아 지지효과가 작용될 수 있다. Pieri 등²⁹은 2011년 abutment with taper joint와 abutment with conventional internal connection를 대상으로 12개월의 follow up을 시행한 결과, marginal bone loss가 abutment with taper joint에서 적게 일어났다고 하였다. 비록 pieri의 연구에서는 taper joint에서 platform switching의 개념이 함께 사용되었기 때문에 taper joint만의 영향으로 말할 수는 없다. 다만 taper joint가 butt joint에 비해 micromovement가 상대적으로 적고, 응력분포에 우수한 결과를 가지기 때문에 marginal bone loss에 유리할 것으로 사료된다.

Scalloped design abutment

Flat-top implant가 통상적으로 사용되었으나 연조직 치유 및 치조골형태를 심미적으로 하기 위한 design으로 scalloped design abutment이 나왔다. Interproximal bone의 보존에 도움이 될 것으로

사료되었다. Biologic width가 임플란트의 가장 apical 부위의 microgap부터 형성되게 되며, 그에 맞게 bone remodeling 된다고 하여 이러한 형태를 이용한 것이다.³⁰ Bradley³¹는 Scalloped design에 대한 interproximal bone level에 대한 영향을 평가하였고, scalloped implant는 수복 후 interproximal bone level이 first thread보다 coronal에 위치했다고 하였다. 유의미한 차이가 있는지 비교하지는 않았으나 scalloped implant가 interproximal bone level을 유지하는데 유리하다고 하였다. 그러나 Nowzari³²의 연구에서는 scalloped design의 marginal bone loss가 conventional의 경우보다 더 많게 나타나는 상반된 결과가 보고되기도 하였다. 현재 scalloped design abutment에 대한 연구는 case report가 대부분이며, 초기에는 implant shoulder 부위에서 2 mm 정도 하방에서 bone remodeling되지만 결국에는 평균적인 bone level은 임플란트의 first thread 수준이 된다고 하였다. 또한 임플란트 사이의 거리가 bone level과 soft tissue attachment에 중요한 요인인데 이것에 대한 고려가 함께 고려하여 연구가 진행되지 않았다. Scalloped design abutment이 interproximal bone level에 어떠한 영향을 끼칠지에 대해서는 더 많은 연구가 필요할 것으로 사료된다.

Platform switching

Platform switching의 기원

역사적으로 two-piece dental implant systems은 outer edge of the implant platform에서 prosthetic components이 위치하는 형태로 수복되어 왔다. 1991년에 wide-diameter implants with matching wide-diameter platforms이 소개되었다. 그러나 처음 소개되었을 때 matching-diameter prosthetic components가 사용할 수가 없었기 때문에 5.0 mm 나 6.0 mm의 wide diameter implant에 standard diameter (4.1 mm)의 healing abutments 와 prosthetic components가 이용되었다. 장기간의 방사선 사진을 통한 follow up에서 “platform-switched” 된 임플란트가 conventional 하게 사용된 platform matched prosthesis에서 보다 골의 수직적 변화가 더 적었다고 보고하였다.

Platform switching의 Rationale

첫번째로 biologic width와 관련되어있는 것으로 사료된다. Berglundh 등¹⁵은 1991년 implant-abutment의 interface 즉, microgap을 기준으로 apical, coronal로 각각 0.5 - 0.75 mm의 범위로 abutment infiltrated connective tissue가 존재하여 bacterial colonization을 이루게 된다고 하였다. 이를 기준으로 하방 1 mm의 부위에 bacterial colonization이 없는 CT가 존재하며, crestal bone이 위치한다고 하였다. 그렇기 때문에 two-stage implant에서는 biologic seal을 형성하기 위해 3 mm의 최소 두께가 필요하며, 그렇지 않으면 crestal bone resorption이 올 것이라고 하였다. Platform switching은 implant-abutment의 microgap을 안쪽으로 이동시키게 된다. Infiltrated connective tissue를 안쪽으로 이동시켜 microgap으로 부위의 microbacterial leakage를 crestal bone으로부터 멀리 위치시키게 하여 bone resorption을 줄여준다.³³ 두 번째는 잔류응력과 관련한 역학적인 원인이다. 2007년 Maeda³⁴는 3차원 유한요소 분석을 통해 Platform switching의 생역학적 분석을 하였다. Abutment의 stress distribution을 보면 Normal model에서는 implant top의 periphery에서 lateral surface를 따라 stress가 집중되었으나, platform switching model에서는 stress가 implant의 center로 이동하였다. Platform switching은 stress concentration area를 cervical bone implant interface에서 멀어지게 하는 장점이 있어 bone loss에 유리할 것으로 사료된다. 그러나 abutment or abutment screw로 증가된 load는 탄성한계를 넘어서게 될 경우 abutment screw의 변형을 일으킬 가능성이 있다고 하였다. 이러한 platform switching concept은 다양한 임상연구에서 marginal bone preservation에 유리한 결과를 보이고 있다. Table 2에서는 비록 단기간 연구들이지만 marginal bone preservation에 platform switching concept이 임상적으로 적합한 결과를 보여주고 있음을 알 수 있다. 또한 success rate와 관련하여서는 기존의 임플란트와 유사한 수준을 나타내고 있다.³⁵

Longitudinal study는 일반적으로 5년을 기준으로 삼고 있다. Platform switching에 대하여 5년 이상의 논문은 많지 않으나, Vigolo 등³⁶은 2009년에 발표한 논문에서 platform switching의 5년 동안의 crestal bone loss를 platform matching과 비교하고 임상적 평가를 하기 위해, 2000 - 2002년에 식립된 구치부 임플란트를 대상으로 Platform matching (85개)와 platform-switching (97개)를 방사선사진을 통해 5년간 crestal bone loss를 관찰하였다. 모두 External hex type을 사용하였고, 5 mm 지름의 fixture를 이용하였다. Platform switching concept이 platform matching에 비해 골 소실량이 초기 1년 동안 0.3 mm정도 적게 나타났으며 두 그룹 모두 1년이 지난 이후의 bone level은 안정적인 모습을 보였다. Wagenberg와 Froum³⁷은 2010년, platform switching concept에서 implant survival과 crest bone level을 평가하기 위해 1992년에서 2006년까지 76명의 환자에 대해 106개의 platform switched implant를 follow up 한 결과, marginal bone loss는 mesial에서 84%가 0.8 mm 이하, 98%가 2.0 mm 이하로 나타났으며, distal에서는 88%가 0.8 mm, 99%가 2.0 mm 이하로 나타났다. 비록 이 연구에서 control group이 없으나, platform switching concept이 interproximal crestal bone levels을 보존하는 것에 대해 효과적이라고 하였다. 여기서 사용된 것은 모두 external connections, no collar, thread가 fixture 최상부까지 있으며, 4 mm 지름의 abutments를 사용한 것이었다.

비록 아직 longitudinal study는 많지 않으나 현재까지 나와 있는 연구를 바탕으로 보았을 때 platform switching concept은 단기간뿐 아니라 장기간의 예후도 임상적으로 적합할 것으로 사료된다.

Soft tissue sealing & esthetic

Tarnow 등^{38,39}은 전치부에서 gingival papilla를 유지하는 중요한 것은 cervical bone around the neck of the implant를 가능한 보존하는 것이라고 하였다. 그러나 abutment가 implant에 연결될 때 fixture

Table 2. Clinical outcome of platform switching concept

Author	Marginal bone loss	Follow-up	Success rate	Implant length	Implant diameter	Surface	Connection	Type of implant	N* Implants	Human/Animal
Baumgarten. 2005	no data	2 months	no data	13 mm	5 mm	osseotite	internal	certain prevail	2	human
Gardner. 2005	1.3 - 1.4 mm	4 months	no data	13 mm	5 mm	osseotite	internal	certain	1	human
Vela-Nebot. 2006	Mesial 0.76 mm, Distal 0.77 mm	6 months	no data	10, 11.5, 13, 15 mm	5 mm	osseotite	internal	certain	60	human
Calvo Guirado. 2007	0.05 - 0.07 mm	6 months	100%	13, 15 mm	4/5/4 mm - 5/6/5 mm	osseotite	internal	certain prevail	10	human
Canullo L. 2007	0.78 ± 0.36 mm	22 months	no data	no data	6 mm	no data	no data	standard	10	human
Becker. 2007	0.52 ± 0.5 mm	3 years	94.40%	11 mm	5 mm	CAM, CPS	internal	camlog	54	animal
Hermann. 2007	no data	no data	no data	no data	no data	not specified	internal	revois	1	human
Degidi. 2007	no resorption	1 month	no data	8 mm	3.5 mm	sla	internal	straumann	3	human
Hurzeler. 2007	0.12 ± 0.40 mm	12 months	100%	no data	4-5 mm	osseotite	internal	certain	22	human
Weiner. 2008	no data	6 months	no data	8 mm	4 mm	laserlock	internal	biolock	36	animal
Calvo Guirado. 2008	0.6 mm	16 months	99%	13 - 15 mm	4/5/4 mm - 5/6/5 mm	osseotite	internal	certain prevail	105	human
Sarment et cols. 2008	no data	no data	no data	no data	no data	osseotite	internal	std/wide/xp	60	animal

Calvo Guirado et al. Med Oral Patol Oral Cir Bucal. 2009

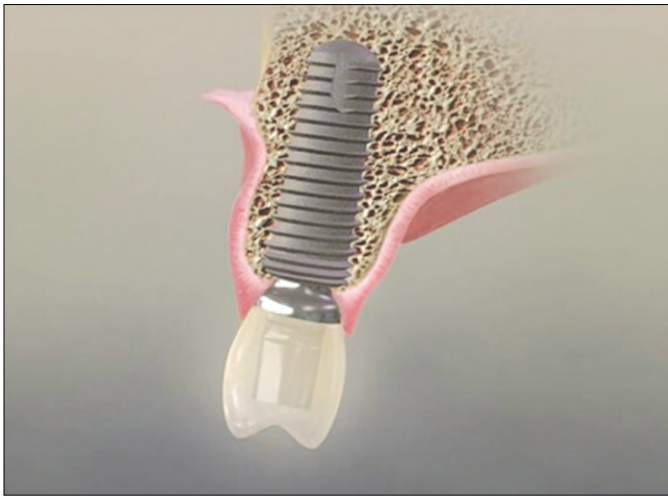


Fig. 2. Sealing around the soft tissue is excellent and adequate thickness could be maintained at the fixture-abutment interface in platform switching concept.

주위로 전형적인 골소실이 일어난다. 이 때의 골 소실은 micro-gap에서 골의 방향으로 수평적으로 1.3 - 1.4 mm 일어난다고 한다. 그러한 bone remodeling에 의해 연조직 역시 영향을 받는다고 하였다.

또한 biologic width를 위해 연조직의 적절한 두께가 유지되어야 하는데, Hermann 등⁴⁰은 2007년에 발표한 연구에서 Fig. 2에서 보듯 platform switching에서는 적절한 연조직 두께를 얻기에 용이하여 biologic width의 유지에 유리하다고 하였다. 2007년 Calvo⁴¹의 논문에서는 10명의 환자를 대상으로 platform switched implant를 식립하여 6개월간 follow up을 시행하였다. 심미적인 결과를 보였으며, platform switching concept이 crestal bone loss를 줄이고 gingiva papilla를 유지하는 것에 유리하다고 하였다(Fig. 2).

결론

현재까지 여러 연구 결과들을 분석 고찰해 본 결과 marginal bone loss를 유발하는 원인들은 명확하게 밝혀진 것은 없으나 occlusal overload와 biologic width 등이 중요한 원인들로 판단된다. 본 고찰에서 여러 가지 가능한 변연골 흡수 유발 원인들에 대처하기 위한 임플란트 경부 형태 및 특징들을 살펴 보았고 이런 임플란트 경부의 형태나 특성이 임플란트 주변 조직의 보존에 관련 있음을 판단할 수 있었다. One-piece implant가 two-piece implant와 비교하여 fixture-abutment microgap이 없어서 biologic width 측면이나 microgap으로 인한 micromovement, bacterial colonization에 유리하여 marginal bone preservation에 우수할 것으로 사료된다. 그러나 abutment taper를 조절하기 힘들고 자연스러운 emergency profile을 형성하기 힘들며, 전치부와 같은 부위에서 심미성을 고려할 때 사용하기 어려운 경우가 있다. Two-piece implant의 사용하는 경우 internal hex abutment가 external hex abutment

에 비하여 응력이 상대적으로 implant neck 부위에 적게 분포되기 때문에 상대적으로 유리할 것으로 사료된다. 또한 internal hex abutment에서 taper joint connection이 butt joint connection 보다 응력을 보다 균등하게 배분하며, micromovement를 적게 발생시키며, 측방력에 대해서도 thread 부위에 load가 적게 가해지게 된다. 그렇기 때문에 보다 marginal bone preservation에 우수할 것으로 사료된다. 그리고 scalloped design abutment는 Marginal bone preservation에 유리할지에 대해서는 아직 연구가 부족하기 때문에 근거는 충분하지 않다고 사료된다. Platform switching concept은 응력분포 및 microgap의 수평적 이동을 통한 biologic width & bacterial colonization 등에 관련하여 platform matching concept보다 유리한 것으로 사료된다. 또한 soft tissue의 적절한 두께를 유지하기 유리한 구조이기 때문에 soft tissue seal이 우수하며 심미적인 결과를 얻을 수 있을 것으로 보인다. 단기간 연구에서는 임상적으로 우수한 결과를 보이고 있으며, 장기간의 연구는 아직 많지 않으나 긍정적인 결과를 보여주고 있다. 본 고찰에서 밝힌 바와 같이 여러 선행 연구들이 확정적인 결과를 제시하고 있지는 못하지만 제한적인 결론은 one piece implant를 사용하기 적절한 부위에는 one-piece implant를 사용하고, 만약 심미나, 보철적인 문제와 관련하여 two piece implant를 사용한다면, internal hex abutment, taper joint connection, platform switching concept이 포함된 임플란트를 사용하는 것이 임플란트 주위 조직의 보존 관점에서는 유리할 수 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

1. Albrektsson T, Zarb G, Worthington P, Eriksson AR. The long-term efficacy of currently used dental implants: a review and proposed criteria of success. Int J Oral Maxillofac Implants 1986;1:11-25.
2. Misch CE, Perel ML, Wang HL, Sammartino G, Galindo-Moreno P, Trisi P, Steigmann M, Rebaudi A, Palti A, Pikos MA, Schwartz-Arad D, Choukroun J, Gutierrez-Perez JL, Marenzi G, Valavanis DK. Implant success, survival, and failure: the International Congress of Oral Implantologists (ICOI) Pisa Consensus Conference. Implant Dent 2008;17:5-15.
3. Davies JE. Mechanisms of endosseous integration. Int J Prosthodont 1998;11:391-401.
4. Wiskott HW, Belser UC. Lack of integration of smooth titanium surfaces: a working hypothesis based on strains generated in the surrounding bone. Clin Oral Implants Res 1999;10:429-44.
5. Kitamura E, Stegaroiu R, Nomura S, Miyakawa O. Biomechanical aspects of marginal bone resorption around osseointegrated implants: considerations based on a three-dimensional finite element analysis. Clin Oral Implants Res 2004;15:401-12.
6. Quirynen M, Naert I, van Steenberghe D. Fixture design and overload influence marginal bone loss and fixture success in the Brånemark system. Clin Oral Implants Res 1992;3:104-11.
7. Ericsson I, Persson LG, Berglundh T, Marinello CP, Lindhe J, Klinge B. Different types of inflammatory reactions in peri-implant soft tissues. J Clin Periodontol 1995;22:255-61.

8. Berglundh T, Lindhe J. Dimension of the periimplant mucosa. Biological width revisited. *J Clin Periodontol* 1996;23:971-3.
9. Hermann JS, Schoolfield JD, Schenk RK, Buser D, Cochran DL. Influence of the size of the microgap on crestal bone changes around titanium implants. A histometric evaluation of unloaded non-submerged implants in the canine mandible. *J Periodontol* 2001;72:1372-83.
10. Misch CE, Dietsh-Misch F, Hoar J, Beck G, Hazen R, Misch CM. A bone quality-based implant system: first year of prosthetic loading. *J Oral Implantol* 1999;25:185-97.
11. Isidor F. Histological evaluation of peri-implant bone at implants subjected to occlusal overload or plaque accumulation. *Clin Oral Implants Res* 1997;8:1-9.
12. Quirynen M, van Steenberghe D. Bacterial colonization of the internal part of two-stage implants. An in vivo study. *Clin Oral Implants Res* 1993;4:158-61.
13. Persson LG, Lekholm U, Leonhardt A, Dahlen G, Lindhe J. Bacterial colonization on internal surfaces of Brånemark system implant components. *Clin Oral Implants Res* 1996;7:90-5.
14. Lindhe J, Berglundh T, Ericsson I, Liljenberg B, Marinello C. Experimental breakdown of peri-implant and periodontal tissues. A study in the beagle dog. *Clin Oral Implants Res* 1992;3:9-16.
15. Berglundh T, Lindhe J, Ericsson I, Marinello CP, Liljenberg B, Thomsen P. The soft tissue barrier at implants and teeth. *Clin Oral Implants Res* 1991;2:81-90.
16. Abrahamsson I, Berglundh T, Wennström J, Lindhe J. The peri-implant hard and soft tissues at different implant systems. A comparative study in the dog. *Clin Oral Implants Res* 1996;7:212-9.
17. Cochran DL, Hermann JS, Schenk RK, Higginbottom FL, Buser D. Biologic width around titanium implants. A histometric analysis of the implant-to-gingival junction around unloaded and loaded nonsubmerged implants in the canine mandible. *J Periodontol* 1997;68:186-98.
18. Berglundh T, Lindhe J, Marinello C, Ericsson I, Liljenberg B. Soft tissue reaction to de novo plaque formation on implants and teeth. An experimental study in the dog. *Clin Oral Implants Res* 1992;3:1-8.
19. Zitzmann NU, Berglundh T, Marinello CP, Lindhe J. Experimental peri-implant mucositis in man. *J Clin Periodontol* 2001;28:517-23.
20. Bullon P, Fioroni M, Goteri G, Rubini C, Battino M. Immunohistochemical analysis of soft tissues in implants with healthy and peri-implantitis condition, and aggressive periodontitis. *Clin Oral Implants Res* 2004;15:553-9.
21. Iacono VJ; Committee on Research, Science and Therapy, the American Academy of Periodontology. Dental implants in periodontal therapy. *J Periodontol* 2000;71:1934-42.
22. Berglundh T, Abrahamsson I, Welander M, Lang NP, Lindhe J. Morphogenesis of the peri-implant mucosa: an experimental study in dogs. *Clin Oral Implants Res* 2007;18:1-8.
23. Hermann JS, Buser D, Schenk RK, Cochran DL. Crestal bone changes around titanium implants. A histometric evaluation of unloaded non-submerged and submerged implants in the canine mandible. *J Periodontol* 2000;71:1412-24.
24. Heijdenrijk K, Raghoobar GM, Meijer HJ, Stegenga B, van der Reijden WA. Feasibility and influence of the microgap of two implants placed in a non-submerged procedure: a five-year follow-up clinical trial. *J Periodontol* 2006;77:1051-60.
25. Brogini N, McManus LM, Hermann JS, Medina RU, Oates TW, Schenk RK, Buser D, Mellonig JT, Cochran DL. Persistent acute inflammation at the implant-abutment interface. *J Dent Res* 2003;82:232-7.
26. Maeda Y, Satoh T, Sogo M. In vitro differences of stress concentrations for internal and external hex implant-abutment connections: a short communication. *J Oral Rehabil* 2006;33:75-8.
27. Levine RA, Clem DS 3rd, Wilson TG Jr, Higginbottom F, Solnit G. Multicenter retrospective analysis of the ITI implant system used for single-tooth replacements: results of loading for 2 or more years. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1999;14:516-20.
28. Merz BR, Hunenbart S, Belser UC. Mechanics of the implant-abutment connection: an 8-degree taper compared to a butt joint connection. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2000;15:519-26.
29. Pieri F, Aldini NN, Marchetti C, Corinaldesi G. Influence of implant-abutment interface design on bone and soft tissue levels around immediately placed and restored single-tooth implants: a randomized controlled clinical trial. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2011;26:169-78.
30. Wöhrle PS. Nobel Perfect esthetic scalloped implant: rationale for a new design. *Clin Implant Dent Relat Res* 2003;5:64-73.
31. McAllister BS. Scalloped implant designs enhance interproximal bone levels. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2007;27:9-15.
32. Nowzari H, Chee W, Yi K, Pak M, Chung WH, Rich S. Scalloped dental implants: a retrospective analysis of radiographic and clinical outcomes of 17 NobelPerfect implants in 6 patients. *Clin Implant Dent Relat Res* 2006;8:1-10.
33. Jansen VK, Conrads G, Richter EJ. Microbial leakage and marginal fit of the implant-abutment interface. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1997;12:527-40.
34. Maeda Y, Miura J, Taki I, Sogo M. Biomechanical analysis on platform switching: is there any biomechanical rationale? *Clin Oral Implants Res* 2007;18:581-4.
35. López-Marí L, Calvo-Guirado JL, Martín-Castellote B, Gomez-Moreno G, López-Marí M. Implant platform switching concept: an updated review. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2009;14:e450-4.
36. Vigolo P, Givani A. Platform-switched restorations on wide-diameter implants: a 5-year clinical prospective study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2009;24:103-9.
37. Wagenberg B, Froum SJ. Prospective study of 94 platform-switched implants observed from 1992 to 2006. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2010;30:9-17.
38. Tarnow DP, Cho SC, Wallace SS. The effect of inter-implant distance on the height of inter-implant bone crest. *J Periodontol* 2000;71:546-9.
39. Tarnow D, Elian N, Fletcher P, Froum S, Magner A, Cho SC, Salama M, Salama H, Garber DA. Vertical distance from the crest of bone to the height of the interproximal papilla between adjacent implants. *J Periodontol* 2003;74:1785-8.
40. Hermann F, Lerner H, Palti A. Factors influencing the preservation of the periimplant marginal bone. *Implant Dent* 2007;16:165-75.
41. Calvo Guirado JL, Saez Yuguero MR, Pardo Zamora G, Muñoz Barrio E. Immediate provisionalization on a new implant design for esthetic restoration and preserving crestal bone. *Implant Dent* 2007;16:155-64.

Considerations in implant crestal module to preserve peri-implant tissue

Hong- Jun Kim, DDS, Jee-Hwan Kim, DDS, PhD, Sung-Tae Kim, DDS, PhD,
Jae-Hoon Lee, DDS, PhD, Young-Bum Park*, DDS, MS, PhD

Department of Prosthodontics, Yonsei University College of Dentistry, Seoul, Korea

Purpose: The peri-implant soft tissue is remodeled by the initial marginal bone resorption affecting the prognosis and esthetic result of treatment. Thus various designs on implant neck design are studied to preserve peri-implant bone. The purpose of this study is to review on the causes of initial marginal bone resorption, the configuration of peri-implant soft tissue, and the implant crestal module favorable in preserving peri-implant tissue. **Materials and methods:** The studies on the causes of initial marginal bone resorption and the implant crestal modules are researched and reviewed using Pubmed database. The implant crestal modules including one piece and two-piece implant, internal and external hex abutment, taper and butt joint connection, scalloped design abutment, and platform switching concept are reviewed. **Results:** A number of clinical and experimental studies preferred one piece implant to two-piece in preserving initial peri-implant tissue. For two piece implants, internal hex abutment and taper joint connection appear more favorable than external hex abutment and butt joint connection relatively. Controversial issues still exist on scalloped design requiring more studies on it. Although the rationale is not certain, the concept of platform switching seems favorable in preserving initial peri-implant tissue based on clinical and experimental studies. **Conclusion:** Each implant crestal module contains its own advantages and disadvantages with various controversial issues. In the aspect of preservation of initial peri-implant tissue, however, one-piece implant seems beneficial. In cases when two-piece implant is more appropriate due to prosthodontic concerns or any other problems, the application of platform switching concept, internal connection abutment, and taper joint connection may be favorable for the preservation of peri-implant tissues. (*J Korean Acad Prosthodont* 2011;49:346-53)

Key words: Implant crestal module, Implant neck design, One piece implant, Internal hex abutment, Taper joint connection, Platform switching concept

*Corresponding Author: **Young-Bum Park**

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

+82 2 2228 3164; e-mail, drypark@yuhs.ac

Article history

Received July 9, 2011 / Last Revision October 17, 2011 / Accepted October 24, 2011