Ⅳ형 골질로 재생된 골에 식립된 원통형의 넓은 임플란트에 관한 유한요소법적 연구

Finite element analysis of cylinder wide type implant placed into the regenerated bone with type IV bone quality

2005년 8월 일

조선대학교 대학원

- 치 의 학 과
- 조 영 수

Ⅳ형 골질로 재생된 골에 식립된 원통형의 넓은 임플란트에 관한 유한요소법적 연구

지도교수 김 병 옥

이 논문을 치의학 석사학위신청 논문으로 제출함.

2005년 4월 일

조선대학교 대학원

치 의 학 과

조 영 수

조영수의 석사학위 논문을 인준함.

위원	신장	조선대학교	교수	정	재	헌	인
위	원	조선대학교	교수	장	현	선	인
위	원	조선대학교	교수	김	병	옥	인

2005년 5월 일

조선대학교 대학원

목 차

영문초록
I.서 론1
Ⅱ. 연구재료 및 방법
Ⅲ. 연구결과
Ⅳ. 총괄 및 고안
V.결론······18
참고문헌

표 목 차

Table	1.	Material	Property		6
-------	----	----------	----------	--	---

- Table 2. Maximum value of the Von-Mises stress according to load points and surrounding bone quality under the vertical load (unit: MPa) ------9

도목차

Fig.	1.	The two dimensional section of the full body
Fig.	2.	The three dimensional geometry of full body
Fig.	3.	The three dimensional geometry of first molar4
Fig.	4.	The three dimensional geometry of resin
Fig.	5.	The dimension of implant screw
Fig.	6.	The dimension of gold screw4
Fig.	7.	Three-dimensional finite element model
Fig.	8.	Loading condition
Fig.	9.	Maximum value of the Von-Mises stress according to load point (A, B, C) and surrounding bone quality (type I) under the vertical load
Fig.	10.	Maximum value of the Von-Mises stress according to load point (A, B, C) and surrounding bone quality (type III) under the vertical load
Fig.	11.	Maximum value of the Von-Mises stress according to load point (A, B, C) and surrounding bone quality (type I) under the lateral load
Fig.	12.	Maximum value of the Von-Mises stress according to load point (A, B, C) and surrounding bone quality (type III) under the lateral load

ABSTRACT

Finite element analysis of cylinder wide type implant placed into the regenerated bone with type IV bone qualityz

Cho Young-Su, D.D.S. Advisor: Prof. Kim Byung-Ock, D.D.S. Ph.D Department of Dentistry Graduate School of Chosun University

The purpose of this study was to investigate the distribution and concentration of stresses at the regenerated bone - implant interface using three-dimensional finite element stress analysis method.

The 5.0 X 10-mm cylinder type implant (3*i*, USA) was used for this study and was assumed to be 100% osseointegrated, placed in mandibular 1st molar area and restored with a cast gold crown. Using ANSYS software revision 6.0, a program was written to generate a model simulating a cylindrical block section of the mandible 20 mm in height and 10 mm in diameter. The present study used a fine grid model incorporating elements between 184,309 and 222,567 and nodal points between 35,067 and 42,777. This study was simulated loads of 200N at the central fossa (A), at the outside point of the central fossa with resin filling into screw hole (B), and at the buccal cusp (C), in a vertical and 30° lateral loading, respectively. The results were as follows:

1. Stress concentrations at the regenerated bone-implant interface were greater under a 30-degree lateral loading than under an equal

- iv -

vertical loading.

- 2. In case the regenerated bone was surrounded by bone quality type I and II, stresses were increased from loading point A toward C under vertical loading. And stresses according to the depth of regenerated bone were evenly distributed along the implant at loading point A, and concentrated on the crestal bone area at loading point B and C under vertical loading. However, in case the regenerated bone was surrounded by bone quality type III, stresses were increased from loading point A toward C under vertical loading. And stresses according to the depth of regenerated bone were evenly distributed along the implant axis at loading point A, B and C under vertical loading.
- 3. In case the regenerated bone was surrounded by bone quality type I and II, stresses were decreased from loading point A toward C under lateral loading. Stresses according to the depth of regenerated bone were concentrated on the crestal and implant apex area at loading point A, concentrated on the crestal bone area at loading point B, and evenly distributed along the implant axis at loading point C under lateral loading. However, in case the regenerated bone was surrounded by bone quality type III, stresses were decreased from loading point A toward C under lateral loading. And stresses according to the depth of regenerated bone were evenly distributed along the implant axis at loading point A, B and C under lateral loading.

In summary, these data indicate that the distribution and

concentration of stress at the regenerated bone - cylindrical type implant fixture interface could be influenced by both the natural bone quality surrounding the regenerated bone and the loading point applied on the prosthesis.

I. 서 론

21세기에 들어 치과용 골내 임플란트는 보존 가능한 치아도 발치하고 임플란트 식립를 고려²⁴⁾ 할 정도로 치의학의 치료개념을 변화시키는 중요한 분야로 자리를 잡고 있다. 그러나 이러한 치료방법이 성공하기 위해서는 임플란트를 식립할 부 위에 이용가능한 골이 양적인 면과 질적인 면에서 적절하게 존재해야 하며 임플 란트 주위에서 발생되는 생역학적인 하중을 적절하게 분산시키는 치료계획이 포함되 어야 한다.

골내 임플란트가 식립될 부위는 여러 원인에 의해 충분한 골이 존재하지 않을 수 있다. 이러한 경우에 임상가들은 골유도재생술 개념을 이용하여 골결손부를 재건하고 있는데, 골결손부를 회복시키는 방법으로서 각종 골이식재를 사용하는 방법, 조직공학을 이용하는 방법, 그리고 개선된 수술법을 이용하는 방법 등이 ^{15,19,29,30)}소개되어 임플란트가 보다 심미적이며 기능적인 치료술식이 되도록 하고 있다.

골질에 따른 임플란트 성공률에 관한 연구들을 살펴보면, 일반적으로 골질이 좋지 않은 부위에 식립된 경우 그 성공률은 낮다고 보고되었는데, Jaffin과 Berman은²³⁾ Branemark 임플란트를 IV형 골질에 식립한 경우 65%의 성공률 을 보고하면서 수술 전에 IV형 골질을 측정하는 것이 필요하다고 하였으며, Mish²⁷⁾는 골질에 따라 표면처리가 다른 임플란트를 식립하여 D4인 경우에도 100%의 성공률을 보고한 바 있다.

무치악부위에 임플란트를 식립하기 위한 치료계획을 설정할 때 수술부위에 대 한 기구 접근이 어렵거나 골질이 좋지 않은 무치악부위에서 임플란트를 식립할 경우 임상의는 원통형의 임플란트를 선택할 수 있다. 원통형 임플란트는 나사를 형성할 필요가 없기 때문에 수술시간이 짧으며 비교적 쉬우나, 기능적인 표면부 위가 나사형에 비해 최대 30%까지 작다. 따라서 이런 임플란트를 식립할 경우에 는 다른 요인들이 같다면 임플란트의 폭이나 길이를 증가시키거나, 또는 생물학

- 1 -

적으로 활성이 있는 물질로 표면처리를 하여 작은 표면적을 보상해야 한다^{3,27)}. 한편, 이 연구에서는 재생된 골과 임플란트 계면에 발생된 응력을 분석하기 위하 여 유한요소법을 이용하였는데. 특히 3차원적 유한요소법 분석 방법은 기계 움직 임을 예측하기 위해 사용되고 있다. 치과용 임플란트 영역에서는 골질과 임플란 트 나사형태에 따른 임플란트 고정체에 가해진 하중에 따른 응력분포에 관한 연 구^{8,9,11,13)}, 골유착성 임플란트 보철물 수복방법에 따른 응력분포^{1,2)}, 골절과 관련 된 응력분포에 관한 연구^{5,10)}, 그리고 임플란트내에 있는 응력 분산장치가 주위골 내에서 압축응력수준에 끼치는 효과에 관한 연구¹⁴⁾ 등에서 이용되고 있다.

골질과 응력에 관련된 연구를 살펴보면, Lavernia 등²⁵⁾은 골주에 따른 응력차 이를 보고하였고, 김 등⁷⁾은 골질, 임플란트 직경에 따라 응력분포가 틀리게 나타 난다고 보고하였으며, 최근 김 등⁴⁾, 김 등⁶⁾, 지 등¹²⁾도 골질과 하중방향에 따라 응력분포가 달라진다고 보고하였다. 김 등⁸⁾은 피질골의 두께를 3단계로 구분하 고 원통형의 임플란트 고정체 모형을 제작한 후 유한요소법적으로 응력을 분석한 결과 피질골의 두께와 피질골의 탄성적 성질이 임플란트 주위 골조직에 발생하는 응력분포에 상당한 영향을 끼치는 변수라고 보고한 바 있다.

이와같이 임플란트를 골내에 식립하였을 때 골의 특성에 따라 그 응력이 다르게 분포한다고 보고되었는데, 이 연구에서는 원통형의 넓은 임플란트가 Ⅳ형 골질로 재생된 골내에 식립되었을 때 보철물에 가해진 하중에 따른 응력분포를 3차원 유 한요소법적으로 평가하는 것이다.

Ⅱ. 연구재료 및 방법

1. 연구재료

1) 실험모형

이 연구는 Ⅳ형 골질로 재생된 골과 원통형 임플란트 고정체 계면에서 발생되 는 응력분포 양상을 분석하기 위하여 직경 5 mm, 길이 10 mm의 Osseotite (3i, USA)와 유사한 임플란트 모형을 제작하였다.

임플란트와 골의 모형은 3차원 CAD 프로그램인 Iron CAD Ver 6.0. (IronCAD LLC, USA)를 이용하여 모델링하였다. 모형은 임플란트를 중심으로 좌우 10 mm, 그리고 전체 길이 20 mm의 하악골 형태를, 그리고 치관은 제1대구치 형태와 유사하게 제작하였는데, 임플란트와 골, 치관, 레진 그리고 gold screw의 세부적인 수치는 Fig. 1에서 6까지 제시되어 있다 (Fig 1 - 6).



Fig. 1 The two dimensional section Fig.2 The three dimensional of the full body * native bone



geometry of full body



Fig. 3 The three dimensional geometry of first molar



Fig. 4 The three dimensional geometry resin



Fig. 5 The dimension of implant screw Fig. 6 The dimension of gold screw

2) 골의 형상

임플란트 주위 골은 수평방향으로 임플란트의 최상단 platform 주위 4 mm까지, 그리고 임플란트 장축을 따라 근단쪽으로 임플란트의 측면을 따라 1 ㎜에서 7 ㎜ 까지 Ⅳ형 골질로 재생된 것으로 가정하였고, 재생된 골은 각각 Ⅰ형 (type I), Ⅱ 형 (type II), Ⅲ형 (type III)의 골질로 둘러싸여 있다고 가정하고 모델링하였 다.

2. 연구방법

1) 유한요소 모델의 형성

Iron Cad에서 모델링한 3D Geometry를 ANSYS Program Ver7.0 (Ansys, Inc, USA)로 받아들여 격자를 생성하였다. 격자 형성시 각각의 모델에 대하여 요소와 절점의 수가 크게 벗어나지 않게 하여 일렬성을 같게 하였다. 또한 유한요 소는 8절점의 삼각뿔 요소를 사용하였다 (Fig. 7).

그리고 이 연구에서 절점은 35,067개에서 42,777개로, 요소는 184,309개에서 222,567개로 하였다.



Fig. 7 Three-dimensional finite element model

2) 물성치

유한요소분석을 수행하는데 필요한 재료의 물성치인 탄성계수 (Young's modulus: E)와 포와송의 비 (Poisson's ratio: v)는 선학의 자료를 참고하여 이용하였는데, 골질은 나무 재질에 따른 4가지 분류법⁴⁾ 즉, 골질 D1은 참나무 또는 단풍나무 재질, 골질 D2는 침엽수, 골질 D3은 열대성 방사목 그리고, 골질 D4는 스티로폼 또는 부드러운 열대성 방사목과 같은 재질로 가정하여 각각의 물 성 및 탄성을 컴퓨터에 입력하여 응력분포를 평가하였다 (Table 1).

Table 1. Material property

Materials	Young's Modulus	Possion's Ratio
Type 1 (Oak Tree)	12,560	0.3
Type 2 (Needle-leaf Tree)	12,400	0.3
Type 3 (Balsa Wood)	3,170	0.3
Type 4 (Styroform)	2,550	0.3
Ti ₆ Al ₄ V (Implant)	115,000	0.35
Crown	96,600	0.35
Composite Resin	9,700	0.35
Abutment Screw	115,000	0.35

3) 하중조건

임플란트 보철물에 가해진 하중은 치관 중심와에 해당하는 부위 (A), 치관 중 심와에 있는 나사산 입구를 채운 콤포지트 레진부위에 하중이 가해지는 것을 피 하기 위하여 레진을 벗어난 바로 바깥 부위의 금교합면에 해당하는 부위(B), 그 리고 협측교두에 해당하는 부위(C)에 200N의 수직하중과 200N의 30° 경사하 중이 각각 가해지도록 하였다 (Fig. 8).





Fig. 8 Loading condition. a: 3 loading points of loading condition A, B, C: b. Axial force applied each loading condition A, B, C : c. Lateral force applied each loading condition A, B, C.

Ⅲ. 연구 결과

이 연구에서는 원통형 임플란트 고정체와 IV형의 골질로 재생된 골 계면에서의 응력분포 양상을 평가하기 위하여 직경 5 mm, 길이 10 mm의 Osseotite (3*i*, USA)와 유사한 임플란트 모형을 이용하였다. 하중은 치관 중심와에 해당되는 부 위 (A점), 레진을 벗어난 바로 바깥부위의 금교합면 (B점), 그리고 협측교두에 해당되는 부위 (C점) 까지 교합면상의 3 부위에 200N의 수직하중과 200N의 30° 경사하중을 각각 가하였다.

1) 수직하중을 가한 경우의 응력분포 (Table 2, Fig. 9~10)

재생된 골 (Ⅳ형 골)이 I 형과 Ⅱ형의 자연골로 둘러싸인 경우, 하중점에 따른 응력은 A점에서 C점으로 향할수록 응력은 커졌으며, 재생된 골의 깊이에 따른 응력은 A점에서는 임플란트의 길이를 따라 골고루 분포하였으나 B점과 C점에서 는 주로 치조정부위에 집중되는 것으로 관찰되었는데, 재생된 골 주위의 자연골 의 골질이 I 형과 Ⅱ형인 경우에는 응력분포가 유사하게 나타났다.

반면, 재생된 골이 Ⅲ형의 자연골로 둘러싸인 경우, 하중점에 따른 응력은 A점 에서 C점으로 향할수록 응력은 커졌으며, 재생된 골의 깊이에 따른 응력은 A점, B점, 그리고 C점 모두에서 임플란트의 길이를 따라 골고루 분포되는 것으로 관 찰되었다.

Bone quality	Surrounding bone quality									
Load	type I				type II			type III		
Measurement	А	В	С	А	В	С	А	В	С	
1 mm below MB	4.24	9.41	21.113	4.205	9.317	20.894	2.892	4.679	10.064	
2 mm below MB	4.011	7.958	17.535	3.981	7.877	17.345	2.903	4.735	10.1	
3 mm below MB	4.141	5.282	11.24	4.109	5.237	11.13	2.755	4.638	9.954	
4 mm below MB	3.851	5.05	9.961	3.851	5.05	9.961	2.836	4.667	9.941	
5 mm below MB	4.191	5.796	10.895	4.161	5.738	10.776	2.889	4.837	10.302	
6 mm below MB	3.216	4.05	9.381	3.2	4.055	9.385	2.935	4.676	9.916	
7 mm below MB	4.103	4.629	9.599	4.077	4.597	9.603	2.862	4.729	10.095	

Table 2. Maximum value of the Von-Mises stress according to load points and
surrounding bone quality under the vertical load.(unit: MPa)

MB: Marginal bone, A: at the central fossa, B: at the outside point of the central fossa with resin filling into screw hole, C: at the buccal cusp.

2) 30° 하중을 가한 경우의 응력분포 (Table 3, Fig. 11~12)

재생된 골 (IV형 골)이 I 형의 자연골로 둘러싸인 경우, 하중점에 따른 응력은 A점에서 C점으로 향할수록 응력은 감소되었으며, 재생된 골의 깊이에 따른 응력 은 A점에서는 치조정부위와 임플란트의 끝부위에서 집중되는 양상을 나타냈으나, B점에서는 치조정부위에 집중되는 양상을, 그리고 C점에서는 임플란트 길이를 따라 감소되는 경향을 나타냈다. 그리고, 재생된 골이 Ⅱ형의 자연골로 둘러싸인 경우, 하중점에 따른 응력은 A점에서 C점으로 향할수록 응력은 감소되었으며, 재 생된 골의 깊이에 따른 응력은 A점과 B점에서는 주로 치조정부위에 집중되었으 나, C점에서는 임플란트 길이를 따라 감소되는 경향을 나타냈다.

반면, 재생된 골이 Ⅲ형의 자연골로 둘러싸인 경우, 하중점에 따른 응력은 A점 에서 C점으로 향할수록 감소되었으며, 재생된 골의 깊이에 따른 응력은 하중 A 점, B점, 그리고 C점 모두에서 임플란트의 길이를 따라 골고루 분포되는 것으로 관찰되었다.

Bone quality	Surrounding bone quality								
Load	type I			type II			type III		
Measurement	А	В	С	А	В	С	А	В	С
1 mm below MB	19.138	15.019	7.253	19.008	14.886	7.209	10.47	8.339	4.689
2 mm below MB	17.74	14.275	7.359	17.557	14.131	7.294	10.505	8.381	4.776
3 mm below MB	16.06	13.127	7.36	15.889	12.99	7.296	10.342	8.244	4.556
4 mm below MB	11.413	9.423	6.174	11.299	9.331	6.132	10.511	8.41	4.802
5 mm below MB	12.575	10.721	7.09	12.443	10.608	7.02	10.797	8.609	4.884
6 mm below MB	19.112	7.956	4.927	10.115	7.96	4.889	10.526	8.43	4.777
7 mm below MB	10.045	7.929	5.765	10.947	7.932	5.715	10.355	8.273	4.883

Table 3. Maximum value of the Von-Mises stress according to load points and
surrounding bone quality under the lateral load.(unit: MPa)

MB: marginal bone, A: at the central fossa, B: at the outside point of the central fossa with resin filling into screw hole, C: at the buccal cusp.



(2) Stress distribution at 4 mm below marginal bone





Fig. 9. Maximum value of the Von-Mises stress according to load point (A, B, C) and surrounding bone quality (type I) under the vertical load.



(2) Stress distribution at 4 mm below marginal bone





Fig. 10. Maximum value of the Von-Mises stress according to load point (A, B, C) and surrounding bone quality (type III) under the vertical load.



(2) Stress distribution at 4 mm below marginal bone





Fig. 11. Maximum value of the Von-Mises stress according to load point (A, B, C) and surrounding bone quality (type I) under the lateral load.



(2) Stress distribution at 4 mm below marginal bone





Fig. 12. Maximum value of the Von-Mises stress according to load point (A, B, C) and surrounding bone quality (type III) under the lateral load.

Ⅳ. 총괄 및 고안

치과용 골내 임플란트가 오랜기간 동안 성공적으로 사용되기 위한 조건으로서 임플란트 수술에 관련된 조건과 보철에 관련된 조건 등으로 대별해 볼 수 있는 데, 수술과 관련된 조건에 대하여 Clift 등¹⁷⁾은 임플란트를 둘러싸고 있는 골질이 좋아야 하며 골과 생체재료 사이에 견고한 계면이 존재해야 한다고 하였다.

실제 임상에서 사용되고 있는 임플란트와 골과의 접촉률에 관한 연구를 살펴보 면, 동물실험에서 Gottlander 등²¹⁾은 hydroxyapatite-coated implant에서는 75.9%, 그리고 titanium implant에서는 59.9%, Weinlander 등³¹⁾은 titanium screw implant에서는 45.66%, titanium cylinder implant에서는 54.96%, hydroxyapatite-coated cylinder implant 에서는 71.35%였다고 보고하였고, Wilson 등³²⁾은 인간을 대상으로 한 임플란트와 골과의 접촉에 관한 연구에서, 임플 란트와 골과의 간격의 크기와 수술방법을 달리하여 17%에서 72%까지 다양하게 나 타남을 보고하였다.

임상에서 임플란트 진료를 행할 경우 치주질환을 비롯한 여러 원인에 의하여 발생된 골결손부를 골유도재생술을 시행하여 골을 재생시키고 있다. 골유도재생 술에 의해 재생된 골의 골질에 대해서 Proussaefs 등²⁸⁾은 재생된 골은 일반적으 로 Ⅱ형 골질에서부터 Ⅳ형 골질까지 다양한 골질로 재생된다고 보고하였다. 또 한, Buser 등¹⁶⁾과 Fugazzotto²⁰⁾는 재생된 골에 매식된 임플란트의 임상적 결 과는 자연골내에 매식된 임플란트의 결과와 견줄만하다고 보고하였다.

현재, 재생된 골내에 식립된 나사형 임플란트는 임상적으로 안정하다고 입증되 었으나 원통형 임플란트의 경우에는 그 임상적 안정성에 대한 연구가 미미한 바 유한요소법적 분석을 통하여 이 연구를 시행하게 되었다.

유한요소법은 공학적인 문제를 해결하기 위하여 이용된 이론기법으로 여러 분 야에서 이용되고 있는데, 절점과 요소가 중요한 요소라고 보고되었다²²⁾. 모델을 분석할 때 모델의 단순화와 응력의 수치적 계산을 위해 모형의 물리적 특성은 재료 의 기계적 특성이 균일하다는 균질성, 재료의 특성은 3방향으로 동일하다는 등방

- 15 -

성, 구조의 변형이나 변위는 적용된 힘에 비례하고 변위정도에는 무관하다는 선 형 탄성을 갖는 것으로 가정하였는데, 이 연구에서는 절점은 35,067개에서 42,777개로, 요소는 184,309개에서 222,567개로 세밀하게 하였다. 그러나, 유 한요소법을 이용한 연구의 문제점은 골과 임플란트 사이의 골융합이 100%되었 다는 가정하에서 분석된다는 점은 연구결과를 분석할 때 고려되어야 할 사항이 다.

이 연구에서는 직경이 넓은 임플란트를 이용하여 연구하였는데 이런 임플란트 는 골질이 불량하며 수직고경이 한정되어 있는 후방부위에 적당하며, 임플란트-골 접촉률을 높이며, 안정성을 증가시키며, 스트레스를 감소시키며, 그리고 emergency profile을 향상시킨다고 보고되었다.^{18,26)}

재생된 골에 직경이 넓은 임플란트를 식립한 경우 응력을 3차원적으로 분석한 결과, 재생된 골을 둘러싸고 있는 자연골의 골질과 하중방향에 좌우되어 분포양상이 다르게 나타났다.

하중의 방향에 따른 응력치를 살펴보면, 경사하중이 가해졌을 때의 응력은 수직하 중이 가해졌을 때보다 전체적으로 더 크게 나타났다. 그리고 교합면에 수직하중이 가해졌을 때 응력은 하중점이 측방으로 향할수록 증가되었으나 경사하중이 가해졌을 때는 하중점이 측방으로 갈수록 감소되는 양상을 나타냈는데, 이러한 양상은 원통형 의 임플란트를 이용하여 유한요소법적으로 분석한 김 등⁴⁾과 Holmes 등²²⁾의 연구결 과와 유사하였다.

재생된 골을 둘러싸고 있는 자연골의 특징에 따른 응력분포를 살펴보면. 하중점의 위치에 따라 다르게 분포되는 것으로 나타났다. 재생된 골을 둘러싸고 있는 자연골 의 골질이 I 형과 Ⅱ형인 경우에서 수직하중이 가해졌을 때, 재생된 골의 깊이에 따 른 응력은 중심와 부위에 가해졌을 경우 임플란트 길이를 따라 골고루 분포되었으 며, 중심와 부위이외의 측방에 가해졌을 경우 fastening screw와 관련된 치조정부 위에 집중되는 양상을 나타냈다. 그리고, 자연골의 골질이 Ⅲ형인 경우 재생된 골의 깊이에 따른 응력은 하중점에 상관없이 임플란트 길이를 따라 골고루 분포되는 양상 을 나타냈다.

반면, 경사하중이 가해졌을 때의 응력은 자연골이 단단할수록 그리고 하중이 중심

와부위에 가해졌을 때는 치조정부위에 집중되었으나 골질이 나쁘거나 심한 측방경사 하중이 가해졌을 때는 임플란트 길이를 따라 골고루 분포되는 것으로 나타났다. 이 러한 양상도 김 등⁴⁾의 결과와 유사하였으나, IMZ 임플란트에 수직하중과 경사하중 을 가했을 때 응력이 주로 치조정부위에서 집중된다고 보고한 Holmes 등²²⁾의 연구 결과와 상이하였다. 이러한 이유로는 Holmes 등²²⁾은 intramobile element를 사 용하였으며 이 연구에서는 fastening screw를 사용하여 실험방법의 차이 때문인 것 으로 생각되었다.

이 연구는 직경 5 mm의 원통형의 임플란트를 이용하여 응력을 분석하였는데, 직경 4 mm의 원통형의 임플란트를 이용하고 이 연구와 동일한 연구방법으로 했던 김 등⁴⁾의 연구와 비교해 보면, 표준형의 임플란트를 사용했을 때와 비교해서 직 경이 큰 임플란트에서 응력은 전반적으로 1.5배 정도 감소되어 나타났으며 응력 분포 양상은 비슷하게 나타났다. 응력분포라는 측면에서 김 등⁴⁾의 연구결과와 비 교해 본다면 후방부위에서는 직경이 넓은 임플란트를 사용하는 것이 타당하다고 하겠다.

원통형의 임플란트의 경우 임플란트의 장축을 따라 가해지는 교합압하에서는 골과 임플란트 계면에 전단하중이 가해져서 위험하다고 보고²⁷⁾되었는데, 이 연구 에서도 골질이 약할 경우나 경사하중이 가해졌을 때는 임플란트 길이를 따라 골 고로 분포되는 양상이 관찰된 바, 원통형의 임플란트를 식립할 경우 직경이 넓은 임플란트를 선택하고 식립각도와 교합하중의 위치 등에 보다 더 세심한 고려가 필요하다고 생각되었다. 그러나, 유한요소법에서는 치조골의 생리적인 골 반응을 초과하여 골흡수를 초래하는 하중력에 대해서는 알 수 없는 바 향후에는 보다 더 임상적인 상태를 고려한 연구가 필요하리라 생각되었다.

결론적으로, 하악 대구치 부위에 재생된 골내에 식립된 직경이 넓은 원통형 임 플란트를 이용하여 응력분포를 평가한 결과, 표준형 임플란트를 식립한 경우에 비해 응력은 감소되었는데, 재생된 골을 둘러싸고 있는 자연골의 골질과 보철물 에 가해지는 하중의 방향따라 응력분포 양상이 다르게 나타남이 관찰되었다. 따 라서, 임상에서는 환자가 가지고 있는 자연골의 골질과 교합양상을 고려한 치료 계획이 필요하리라 생각되었다.

- 17 -

V.결 론

이 연구는 Ⅳ형의 골질로 재생된 골내에 식립된 원통형 임플란트 (직경 5 mm, 길이, 10 mmm)와 골과의 계면에서 응력분포 양상을 평가하기 위하여 임플란트 주위 골은 수평방향으로 임플란트의 최상단 platform 주위 4 mm까지, 그리고 임 플란트 장축을 따라 근단쪽으로 임플란트의 측면을 따라 7 mm까지 Ⅳ형의 골질로 재생된 것으로 가정하였고, 재생된 골은 각각 I 형, Ⅲ형, Ⅲ형의 골질로 둘러싸 여 있다고 가정하고 모델링하였다. 임플란트와 골의 모형은 3차원 CAD 프로그 램인 Iron CAD Ver 6.0, (IronCAD LLC, USA)를 이용하여 모델링하였다.

하중은 치관 중심와에 해당하는 A점, 치관 중심와에 있는 나사산 입구를 채운 콤포지트 레진부위에 하중이 가해지는 것을 피하기 위하여 레진을 벗어난 바로 바깥 부위의 금교합면에 해당하는 B점, 그리고 협측교두에 해당하는 C점에 200N의 수직하중과 200N의 30°경사하중을 각각 작용하도록 한 후 응력을 분 석하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

- 재생된 골과 임플란트 계면에서의 응력은 수직하중이 가해졌을 때 보다 경사 하중이 가해졌을 때 더 컸다.
- 2. 재생된 골이 I 형과 Ⅱ형의 자연골로 둘러싸인 경우, 수직하중이 가해졌을 때 하중점에 따른 응력은 하중 A점에서 C점으로 향할수록 응력은 커졌으며, 재 생된 골의 깊이에 따른 응력은 하중 A점에서는 임플란트의 길이를 따라 골고 루 분포하였으나 하중 B점과 C점에서는 주로 치조정부위에 집중되는 것으로 관찰되었다. 반면, 재생된 골이 Ⅲ형의 골질로 둘러싸인 경우, 하중점에 따른 응력은 하중 A점에서 C점으로 향할수록 응력은 커졌으며, 재생된 골의 깊이 에 따른 응력은 하중 A점, B점, 그리고 C점 모두에서 임플란트의 길이를 따 라 골고루 분포되는 것으로 관찰되었다.
- 3. 재생된 골이 I형의 자연골로 둘러싸인 경우, 경사하중이 가해졌을 때 하중점

에 따른 응력은 하중 A점에서 C점으로 향할수록 응력은 감소되었으며, 재생 된 골의 깊이에 따른 응력은 하중 A점에서는 치조정부위와 임플란트의 끝부위 에 집중되는 양상을 나타냈으며, B점에서는 치조정부위에 집중되는 양상을, 그리고 하중 C점에서는 임플란트 길이를 따라 골고루 분포되는 것으로 관찰되 었다. Π형의 자연골로 둘러싸인 경우, 하중점에 따른 응력은 하중 A점에서 C점으로 향할수록 응력은 감소되었으며, 재생된 골의 깊이에 따른 응력은 하 중 A점과 B점에서는 주로 치조정부위에 집중되었으나 하중 C점에서는 임플 란트 길이를 따라 골고루 분포되는 것으로 관찰되었다. 반면, 재생된 골이 Ⅲ 형의 자연골로 둘러싸인 경우, 하중점에 따른 응력은 하중 A점에서 C점으로 향할수록 감소되었으며, 재생된 골의 깊이에 따른 응력은 하중 A점, B점, 그 리고 C점 모두에서 임플란트의 길이를 따라 골고루 분포되는 것으로 관찰되었 다.

결론적으로, IV형으로 재생된 골과 이 부위에 식립된 실린더 형태의 임플란트 의 계면에 발생되는 응력은 재생된 골을 둘러싸고 있는 자연골의 골질과 보철물 에 가해지는 하중의 방향이 응력분포에 영향을 준다고 생각된다.

참고문 헌

- 고헌주·정재헌. "골유착성 임프란트 보철수복시 자연 지대치와의 고정유무에 따른 유한요소법적 응력분석." 『대한치과보철학회지』 29:147-160, 1991.
- 김동원·김영수. "골유착성 보철물에 관한 삼차원 유한요소 분석적 연구." 『 대한치과보철학회지』 29:167-213, 1991.
- 3. 김명래·한중석·최장우·최용창·김용식. 『최신 임플란트 치과학』, 2판, 서 울:나래출판사, 2000, pp. 339~353, 381~396.
- 4. 김병옥·홍국선·김수관."IV형의 골질로 재생된 골내에 식립된 원통형 임플 란트의 유한요소법적 연구." 『대한구강악안면외과학회지』 30:331-338, 2004.
- 김성철·이윤상·이민영·이건주·박준우·한호진·윤병모·박상훈. "하악 골 체부 골절시 소형 금속판의 위치에 따른 응력분포의 유한요소적 해석." 『대한 구강악안면외과학회지』 21(3):346-354, 1995.
- 김수관·박병기·심형순·김종관·김병옥. "제4형 골질로 재생된 골에 식립 한 나사형 임플란트에 대한 유한요소법적 분석." 『대한악안면성형재건외과학 회지』 26(6):542-550, 2004.
- 7. 김수관·전창길·황갑운·김병옥. "Fin type 임플랜트 고정체의 유한요소법
 적 응력분석." 『대한구강악안면외과학회지』 29(1):14-25,2003.
- 김우택·차용두·오세종·박상수·김현우·박양호·박준우·이건주. "수직력 하에서 임프란트 나사형태에 따른 응력의 3차원 유한요소법적 분석." 『대한 구강악안면외과학회지』 27(2):111-117, 2001.
- 9. 김희주·이재훈·계기성·조규종. "골변화에 따른 치근형 임플랜트의 유한요 소법적 응력분석." 『구강생물학연구』 20(1):87-105, 1996.
- 10. 박기덕·류선열. "하악골 우각부 골절시 교합력에 대한 소형금속판 내고정의
 삼차원적 응력분석." 『대한구강악안면외과학회지』 19(4):499-513, 1993.

- 11. 서구종·류선열. "골유착성 임프란트의 유한요소법적 응력분석." 『전남치대
 논문집』 3(1):183-193, 1991.
- 12. 지 숙・이상화・김수관・김병옥. "재생된 골과 자연골 사이의 계면에 대한 유한요소법적 분석." 『대한악안면성형재건외과학회지』 26:24-33, 2004.
- 13. 지창주·조인호. "골밀도, 피질골, 이용법 및 보철물 설계에 따른 하악 임플 랜트의 삼차원적 유한요소 분석." 『대한구강악안면임프란트학회지』 4(1):
 6-46, 2000.
- 14. Abu-Hammad, O. A. Harrison, A. Williams, D.. "The Effect of a Hydroxyapatite-Reinfored Polyethylene Stress Distributor in a Dental Implant on Compressive Stress Levels in Surrounding Bone." Int J Oral Maxillofac Implants 15:559-564, 2000.
- 15. Becker, W. Becker, B. E. Polizzi, G. et al.. "Autogenous bone grafting of bone defects adjacent to implants placed into immediate extraction sockets in patients: A prospective study." Int J Oral Maxillofax Implants 9:389-396, 1994.
- 16. Buser, D. Ingimarsson, S. Dula, K. et al.. "Long-term Stability of Osseointegrated Implants in Augmented Bone: A 5-Years Prospective Study in Partially Edentulous Patients." Int J Periodontics Restorative Dent 22:108-117, 2002.
- 17. Clift, S. E. Fisher, J. Watson, C. J.. "Finite element stress and strain analysis of the bone surrounding a dental implant: effect of variations in bone modulus." *Proc Instn Mech Engrs* 206:233-241, 1992.
- Davarpanah, M. Martinez, H. Kebir, M. et al.. "Wide-Diameter Implants: New Concepts." Int J Periodontics Restorative Dent 21:149-159, 2001.
- 19. Davarpanah, M. Martinez, H. Tecucianu, J. F. et al.. "Modified

osteotome technique." Int J Periodontics Restorative Dent 21:599-607, 2001.

- 20. Fugazzotto, P.A.. "Success and failure rates of osseointegrated implants in function in regenerated bone for 72 to 133 months." Int J Oral Maxillofac Implants 20:77-83, 2005.
- 21. Gottlander, M. Albrektsson, T. Carlsson, L.V.. "A histomorphometric study of unthreaded hydroxyapatite-coated and titanium-coated implants in rabbit bone," Int J Oral Maxillofac Implants 7:485-490, 1992.
- 22. Holmes, D. C. Grigsby, W. R. Goel, V. K. et al.. "Comparison of Stress Transmission in the IMZ Implant System With Polyoxymethylene or Titanium Intramobile Element: A Finite Element Stress Analysis." Int J Oral Maxillofac Implants 7:450-458, 1992.
- 23. Jaffin, R. A. Berman, C. L. "The excessive loss of Branemark fixtures in type IV bone: a 5-year analysis." J Periodontol 62:2-4, 1991.
- 24. Klokkevold, P. R. Newman, M. G. "Current Status of Dental Implants: A Periodontal Perspective." Int J Oral Maxillofac Implants 15(1):56-65, 2000.
- 25. Lavernia, C. J. Cppk, S. D. Weinstein, A. M. et al. "An analysis of stresses in a dental implant system." J Biomed 14:555, 1981 (Cited from 15).
- 26. Lazzara, R. J.. "Criteria for implant selection: Surgical and prosthetic considerations." Practical Periodontics and Aesthetic Dentistry, 6(9): 55-62, 1994.
- 27. Misch, C. E., CONTEMPORARY IMPLANT DENTISTRY 2nd ed. Mosby 1999. pp89-108, pp303-316, St Louis, London, Philadelphia, Sydney, Toronto.
- 28. Proussaefs, P. Lozada, J. Kleinman, A. et al.. "The Use of

Titanium-Mesh in Conjunction with Autogenous Bone Graft and Inorganic Bovine Bone Mineral (Bio-Oss) for Localized Alveolar Ridge Augmentation: A Human Study." Int J Periodontics Restorative Dent 23:185-195, 2003.

- 29. Rose, L. F. Mealey, B. L. Genco, R. J. et al.. "PERIODONTICS: Medicine, Surgery, and Implants, 2004, pp 572-609, ELSEVIER MOSBY
- 30. Sclar, A. G., "Soft Tissue and Esthetic Considerations in Implant Therapy, 2003, pp 75-112, QUINTESSSENCE.
- 31. Weinlander, M. Kenney, E. B. Lekovic, V. et al.. "Histomorphometry of bone apposition around three types of endosseous dental implants." Int J Oral Maxillofac Implants 7:491-596, 1992.
- 32. Wilson, Jr, T. G. Schenk R. Buser, D. et al.. "Implants Placed in Immediate Extraction Sites: A Report of Histologic and Histometric Analyses of Human Biopsies." Int J Oral Maxillofac Implants 13:333-341, 1998.

저작물 이용 허락서

학 과	치의학과	학 번	20037079	과 정	석 사				
성 명	한글: 조 영 수 한문 : 曺 永 秀 영문 : Cho Young-Su								
주 소	광주 북구 매	광주 북구 매곡동 95-7 2층 밝은 치과의원							
연락처 E-MAIL : ysmile35@hotmail.com									
한글 : Ⅳ형 골질로 재생된 골에 식립된 원통형의 넓은 임 에 관한 유한요소법적 연구									
논문제목	type implant ype IV bone								

본인이 저작한 위의 저작물에 대하여 다음과 같은 조건아래 조선대학교가 저작물을 이용할 수 있도록 허락하고 동의합니다.

- 다 음 -

- 1. 저작물의 DB구축 및 인터넷을 포함한 정보통신망에의 공개를 위한 저작물의 복제, 기억장치에의 저장, 전송 등을 허락함
- 위의 목적을 위하여 필요한 범위 내에서의 편집·형식상의 변경을 허락함.
 다만, 저작물의 내용변경은 금지함.
- 3. 배포·전송된 저작물의 영리적 목적을 위한 복제, 저장, 전송 등은 금지함.
- 4. 저작물에 대한 이용기간은 5년으로 하고, 기간종료 3개월 이내에 별도의 의 사표시가 없을 경우에는 저작물의 이용기간을 계속 연장함.
- 해당 저작물의 저작권을 타인에게 양도하거나 또는 출판을 허락을 하였을 경 우에는 1개월 이내에 대학에 이를 통보함.
- 6. 조선대학교는 저작물의 이용허락 이후 해당 저작물로 인하여 발생하는 타인에 의한 권리 침해에 대하여 일체의 법적 책임을 지지 않음
- 소속대학의 협정기관에 저작물의 제공 및 인터넷 등 정보통신망을 이용한 저 작물의 전송·출력을 허락함.

2005 년 월 일

저작자 : 조 영 수 (서명 또는 인)

조선대학교 총장 귀하