

유한요소법을 이용한 치과용 임플란트의 마이크로쓰레드에 의한 영향 분석

Investigation of the Effect of Micro Thread of Dental Implant by Finite Element Analysis

*이재훈¹, 손승배¹, 최경수², 정창모², 박성훈¹

*J. Lee¹, S. Son¹, K. Choi², C. Jeong², S. Park(paks@pusan.ac.kr)¹

¹부산대학교 기계공학부, ²부산대학교 치의학과

Key words : Dental Implant, Finite Element Analysis, Micro Threads

1. 서론

치과용 임플란트(dental implant)의 설계는 임플란트의 시술 후의 심미적 개선 효과와 더불어 환자의 만족도와 건강에 영향을 주는 중요한 역할을 한다. 산업발전과 노령화와 더불어 다양한 치과용 임플란트가 개발되고 있으며 그 구조와 형상에 대해서도 시술 효과와 편의성 및 기계적 안정성을 만족시키기 위해 많은 시도들이 이루어지고 있다.^{1,3}

본 연구에서 치과용 임플란트가 상악골에 이식되어 저작 시에 마이크로 쓰레드(micro thread)의 설계 간격이 피상골(cortical bone)에 미치는 영향을 분석하고자 한다. 직접적인 임상 실험은 많은 시간이 소요되고 측정의 어려움이 따르므로 유한요소법을 이용한 구조해석기법을 적용하여 효과적인 실험을 수행할 것이다.

2. 치과용 임플란트 및 설계 변수

연구대상은 Fig. 1과 같이 세 부분 구성되어 있다. 임플란트의 상부인 어버트먼트(abutment)는 실제적으로 외부에 노출되어 인공치아가 씌워지는 부분이며, 하부에 해당하는 픽스처(fixture)는 골(bone) 부위에 삽입되며, 나사(screw)에 의해 두 부분이 고정되는 방식이다. 이 때 마이크로 쓰레드는 피상골 부위와 접합되어 임플란트를 지지하는데 피상골은 해면골(cancellous bone)보다 높은 기

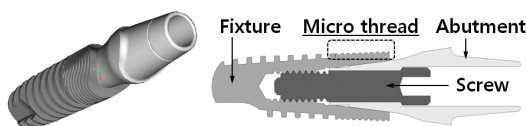


Fig. 1 Dental implant

계적 강도를 지녔으므로 피상골과 접합되는 마이크로 쓰레드의 형상은 임플란트의 이식에 있어서 중요한 요소이다. 더불어 마이크로 쓰레드에 의해 전달되는 하중으로 인해 피상골에 발생하는 응력은 골 소실에 영향을 미치므로 마이크로 쓰레드의 형상설계에 의한 효과를 알아볼 필요가 있다.

이에 따라 Fig. 2와 같이 마이크로 쓰레드를 나선 방식으로 피치 간격을 0.4, 0.5, 0.6, 0.7mm로 변경하여 픽스처 모델을 생성하였고 뼈 모델은 Fig. 3과 같이 상악골과 유사한 형상으로 생성하였다. 이 때 대략 1mm 내외의 두께를 가지는 피상골은

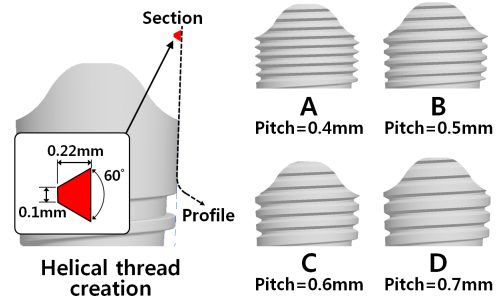


Fig. 2 Micro thread design of fixture

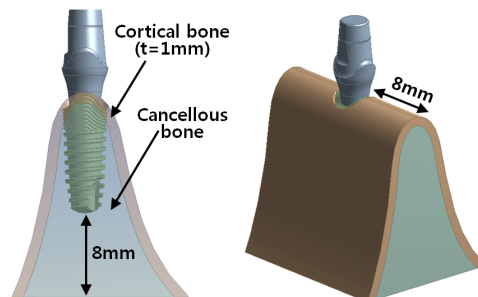


Fig. 3 Bone modeling

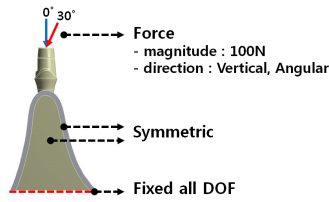


Fig. 4 Load and boundary conditions

Table 1 Material properties

Materials	Young's modulus (GPa)	Poisson's ratio
Titanium grade ELI (abutment)	113.8	0.34
Titanium grade IV (implant)	114.0	0.37
Cortical bone	14.0	0.30
Cancellous bone	1.5	0.30

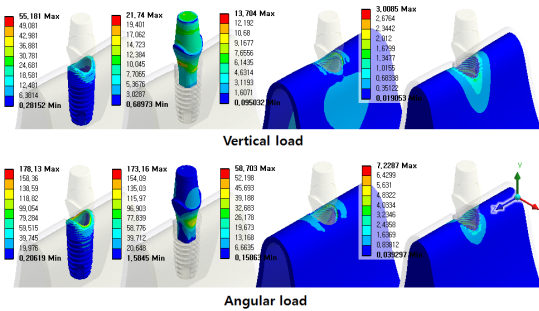


Fig. 5 FE analysis results of A model (MPa)

Table 2 Maximum stress (MPa)

Condition	Component	Micro thread model			
		A	B	C	D
Vertical load	Cortical bone	13.7	14.6	18.0	19.7
	Cancellous bone	3.01	3.30	2.79	3.04
Angular load	Cortical bone	58.7	66.1	74.8	73.0
	Cancellous bone	7.23	6.87	9.60	8.32

1mm로 해면골을 감싸도록 최외곽에 위치시켰으며 픽스처 부분이 삽입될 수 있도록 모델을 생성하였다.

3. 유한요소해석 방법

신속하고 효과적인 유한요소해석을 위해 스크류부위와 어버트먼트 부위를 결합하고 간략히 모델을 수정하였으며 경계조건은 Fig. 4와 같이 하단을 고정하고 피상골과 해면골이 절단된 부분에 대칭조건을 부여하였다. 그리고 일반적으로 치과용 임플란트의 저작에 의한 하중조건으로 사용되는 크기인 100N을 수직하중과 30°의 경사하중으로

적용시켰다. Table 1에는 해석을 위해 사용된 각 부위의 재료와 탄성계수와 포아송비를 나타내었다. 해석은 전처리 및 후처리가 가능한 상용 유한요소코드인 ANSYS를 이용하여 수행되었다.

4. 해석결과 및 결론

A모델(Fig. 2 참고)에 대한 해석결과가 Fig. 5에 나타나있으며 수직하중과 경사하중 사이에 응력분포와 최대값에서 상당한 차이가 발생하는 것을 알 수 있다. 경사각도와 더불어 어버트먼트의 길이와 픽스처의 길이가 변화할 때, 그에 따른 모멘트효과에 의해 더 상이한 결과가 나타날 것으로 판단된다. 수직하중과 경사하중상에서 A, B, C, D 마이크로 쓰레드모델에서의 피상골과 해면골의 최대응력을 Table 2에 나타내었다. 수직하중에서 피상골은 A모델, 해면골은 C모델에서 가장 낮은 최대응력값이 나타났으며, 경사하중에서는 피상골과 해면골 모두 A모델에서 가장 낮은 최대응력값이 나타났다. 수직 및 경사하중에서 대체적으로 피치가 작은 A모델이 안정적인 특성을 보여주었다.

하지만 피치가 작은 모델이 항상 피상골과 해면골에서 낮은 응력효과를 발휘하는 것은 아니며, 픽스처와 어버트먼트의 응력상태도 고려해야 하므로 최적의 마이크로 쓰레드 형태를 설계하기 위해서는 더욱 다양한 실험이 수행되어야 할 것이다.

참고문헌

1. Quirynen, M., Naert, I. and van Steenberghe, D., "Fixture design and overload influence marginal bone loss and fixture success in the brånemark system," *Clinical oral implants research*, **3**, 104-111, 1992.
2. Shimada, E., Pilliar, R.M., Deporter, D.A., Schroering, R. and Atenafu, E., "A pilot study to assess the performance of a partially threaded sintered porous-surfaced dental implant in the dog mandible," *The Int J of oral & maxillofacial implants*, **22**, 948-954, 2007.
3. Holt, R.L., Rosenberg, M.M., Zinser, P.J. and Ganeles, J., "A concept for a biologically derived, parabolic implant design," *Int J Periodontics Restorative Dent*, **22**, 473-481, 2002.