

지대치 형태에 따른 단일 임플란트의 삼차원 유한요소법적 응력분석

심덕보, 정재현 조선대학교 치과대학 보철학교실

연구목적

본 연구에서는 단일 임플란트 보철 수복시 심미적 이어나 조직두께 보상을 위해 다양한 상부구조물을 사용할 때 그 구조적 차이, 즉 임플란트 고정체와 최종 수복물을 위한 구조물 사이에 중간지대치를 사용한 경우, 중간 지대치의 구성상태에 따라 유한요소법적 응력분석을 이용한 생역학적 비교분석을 통해 보철물과 중간지대치, 그리고 고정체간에 가해지는 응력 및 변위를 평가하고자 하였다.

연구방법

단일 임플란트를 이용한 임플란트 보철수복시 중간지대치의 구성에 따른 응력의 변화를 규명하기 위해 external hex-lock 구조를 갖는 직경 4mm, 길이 14mm의 cylinder형 단일 임플란트 고정체 및 그 상부에 보철물이 제작된 경우를 기본 구조로 하여 중간 지대치 구성에 따라 A, B 두가지 유한요소 모형(모형 A : 중간지대치와 그 조임나사가 하나의 unit로 된 형태, 모형 B : 중간지대치와 그 조임나사가 분리된 segment로 된 형태)으로 설계하였다.

임플란트와 상부 보철물, 유지나사와 중간지대치 사이에는 일정한 간극요소(10°)를 두어 상부 보철물과 임플란트, 중간지대치 및 유지나사가 서로의 운동을 구속하지 않는 보다 실제와 유사한 모형이 되도록 설계하여 비선형 접촉분석이 가능하도록 하였다. 골조직의 형태는 하악의 실제구조를 모방하기 위해 외측은 피질골, 내측은 해면골로 구분하여 설계하였으며 임플란트와 골과의 접촉면은 완전히 골유착된 것으로 가정하여 절점을 공유토록 하였다. 피질골의 두께는 선학들의 실험을 근거로 2mm로 설정하였으며 상부 보철물은 ADA 규격의 Type III 금합금으로 하였고 유지나사 상부의 access hole은 resin으로 채워넣었다.

하중은 오른쪽 교두정에 200N의 수직하중(P1 load) 또는 100N의 30° 경사하중(P2 load)을 가하였다. 변위는 수직 및 수평방향으로의 이동량을 관찰하여 하중을 가하기전과 하중을 가한후 전체적인 변위 양상을 확대하여 알기쉽게 도식화 하였고, 응력의 종류로는 탄성학 분야에서 응력의 절대수치 상호비교시 사용되는 유효응력(등가응력)과 압축력, 인장력을 구하였으며, 이를 가시화하기 위하여 응력의 크기에 따라 색상의 차이로 표시하였다.

연구결과 및 결론

1. 200N의 수직하중(P1 load)시 최대 인장력은 모형 A에서 65.49kgF/mm², 모형 B에서는 60.64kgF/mm², 최대 압축력은 모형 A에서 (-)44.39, 모형 B에서는 (-)34.93kgF/mm², 등가응력은 모형 A에서 66.92kgF/mm², 모형 B에서는 60.05kgF/mm²로 모형 B보다 모형 A에서 더 많은 응력이 가해졌다.
2. 100N의 30° 경사하중(P2 load)시 최대 인장력은 모형 A에서 34.77kgF/mm², 모형 B에서는 26.74kgF/mm², 최대 압축력은 모형 A에서 (-)24.89kgF/mm², 모형 B에서는 (-)15.77kgF/mm², 등가응력은 모형 A에서 35.09kgF/mm², 모형 B에서는 26.38kgF/mm²로 모형 B보다 모형 A에서 더 많은 응력이 가해졌다.
3. 200N의 수직하중(P1 load)시 최대 변위는 모형 A에서 0.278146mm, 모형 B에서는 0.187339mm로 모형 A에 더 많은 변위가 일어났으며 변위의 방향은 하중축으로 일어났다.
4. 100N의 30° 경사하중(P2 load)시 최대 변위는 모형 A에서 0.336709mm, 모형 B에서는 0.260087mm로 모형 A에 더 많은 변위가 일어났으며 변위의 방향은 비하중축으로 일어났다.

이상의 유한요소법에 의한 분석결과 각각의 하중조건하에서 모형 A와 모형 B 간의 응력 및 변위를 비교할시 응력 및 변위 모두 모형 A에서 큰 값을 보였다. 이 결과로 모형 A와같이 중간지대치와 그 조임나사가 하나의 unit로 된 경우 조임나사의 풀림현상이나 파절, 그리고 고정체의 Hex 부분에서 파절이 더 잘 일어나리라 사료된다.