

근관치료된 치아의 썬기형 치경부 병소에 대한 수복 방법에 따른 효과 Effect of Restoration Method on a Endodontically Treated tooth with a Notch-Shaped Noncarious Cervical Lesion

*김광훈¹, 박정길², #손권¹, 박정홍¹

*K.H.Kim¹, J. K. Park², #K. Son(kson@pusan.ac.kr)¹, J. H. Park¹

¹부산대학교 기계공학부, ²부산대학교 치과대학

Key words : Noncarious cervical lesion, Endodontic Treatment, Restoration, Abrfraction, Finite Element

1. 서론

치의학에서 비우식성 치경부 병소(noncarious cervical lesions: NCCLs)란 치아우식증과 상관없이 치경부의 백악질과 법랑질의 경계에서 치아구조가 상실되는 증상을 말한다. 이는 여러 가지 물질의 복합구조를 가진 치아에서 하중에 의해 역학적으로 치아 경조직이 상실되는 것으로 보고 있다. 비우식성 치경부 병소의 원인으로는 이악물기, 이갈이, 칫솔질습관, 침식 등 여러 가지가 있다. 이것의 복합적인 원인으로 다양한 형태의 치경부 병소가 발생한다는 연구가 보고되었다¹.

이에 비해 근관치료의 경우는 우식성이 그 원인이 되는 경우가 많다. 치아의 우식이 심해 신경이 있는 치수부위까지 손상을 입은 경우 혹은 크라운 치료를 해야 하는 경우 근관치료를 시술한다. 근관치료를 통해 치수관에 있는 동맥, 정맥 및 신경 등 연조직을 모두 제거된다. 이로 인해 치료 후 치수를 통해 공급되던 영양분의 부족 및 건조한 상태가 지속되어서 남은 치아 조직의 취성이 커지게 된다. 근관치료를 하지 않은 치아에 비해 인성은 낮고 취성이 높기 때문에 특발성 교합력에 대해 치아가 쉽게 상하는 경향이 있다.

우식성 여부와 관계없이 병소에 의해 치질이 상실되면 더 이상의 병소 확대를 방지하여 위해 병소를 수복하는 치료 방법을 이용한다². 병소의 수복은 형태상 응력이 집중되는 부분에 치과재료를 채워 응력을 분산시키는 역할을 한다. 치료한 치아 수복물의 수명은 평균 4~5 년으로 동일한 치료를 반복해야 하는 번거로움이 있고 경제적인 부담도 크다. 새로운 치료 방법이나 치료의 수명을 늘리는 연구가 필요하다.

초창기 치과 연구는 실험적인 방법을 대부분 사용하였다. 치아의 시편을 만들어 시험기를 이용한 치아나 수복재료의 기계적인 성질을 실험하였다. 이후 유한요소법을 통해 다양하고 폭넓은 연구가 가능하게 되었다. 치아 구조를 간단히 2 차원으로 모델링하여 치경부 병소의 발생과 와동진행에 관한 연구나 치과 재료에 관한 응력분포를 분석하

는 연구가 있었다³. 2 차원 모델은 데이터 처리량이 적고 모델링이 용이하여 해석이 빠르고 쉬운 반면 치아의 복합구조를 온전히 반영하지 못하는 단점이 있었다. 최근 다양한 영상 처리 기법과 데이터 처리 기술의 발전으로 치아의 3 차원 모델링이 가능하여 치조골의 형상까지도 구현한 보다 정확한 접근이 가능하여졌다.

치경부 병소의 가장 주요한 원인으로 여겨지는 것이 특발성 교합력인데 이는 약 500N 의 하중이 교합력으로 치아에 전달되게 된다. 본 연구에서는 정상인의 소구치를 3 차원으로 모델링하여 교합면에 수직한 방향으로 협측과 설측에 각각 500N 씩 하중을 가하여 치경부 병소가 있는 경우에 대해 해석하였다. 특히 근관치료부에는 글래스 아이오노머를 기저로 하여 교합부위에 수복되는 재료의 강도를 달리하여 그 영향이 어떠한지 분석하였다. 치아의 각 의미 있는 경계면에서의 응력 분포를 분석하여 응력분산이 효율적으로 일어나게 하는 수복방법을 확인하여 효과적인 시술과 재료를 알고자 하였다.

2. 모델링 및 해석

3 차원 치아 유한요소 모델을 만들기 위해 발치된 상악 제 2 소구치의 영상을 이용하였다. 미세단층촬영기(Micro-CT, SkyScan, Belgium)를 이용하여 치아의 장축에 수직한 평면으로 치아를 촬영하였다. 58 간격의 총 357 장의 영상 파일을 얻었다. 치아 내부의 법랑질, 상아질, 치수의 기하학적인 자료를 얻었다. 치아 영상을 적층하여 윤곽 자료를 추출하고 윤곽 노드를 이용하여 각 성분별 자유 곡면을 만들었다. 상용 3D CAD 프로그램(CATIA ver.5, Dassault System Inc., USA)을 이용하여 각 성분별로 폐곡면을 이루고 강체모형을 완성하였다. 강체모형을 유한요소 프로그램(HyperMesh, Altair Co. Ltd., USA)에서 3 차원 치아 유한요소 모델로 만들었다.

Fig. 1 은 3 차원으로 구성된 치아의 유한 요소 모델로 노드 29503 개와 요소 27704 개로 이루어져 있다. Table 1 은 구성된 치아모델의 물성치를 나타낸 것이다. 치경부 병소에 대한 수복물로는 Z100 으로 고정하고, 치아의 근관치료된 부분에는 글래스 아이오노머를 기저로 하여 그 위에 아말감부터 골드까지 강성이 다른 물질로 수복하였다.(Table 2)

Table 1 Mechanical properties of the tooth and supporting structure

Materials	Young's modulus(MPa)	Poisson's ratio(ν)
Enamel	84000 ^a	0.33 ^a
Dentine	18000 ^a	0.31 ^a
PDL	0.667 ^b	0.49 ^b
Cancellous bone	13700 ^b	0.38 ^b
Cortical bone	34000 ^b	0.26 ^b

a: Katona TR and Winkler MM.⁴
b: Geramy A and Sharafoddin F.⁵

Table 2 Mechanical properties used by restoration

Materials	Young's modulus(MPa)	Poisson's ratio(ν)
Amalgam	50000 ^a	0.24 ^a
Z100	15200 ^b	0.28 ^b
Ceramic	69000 ^a	0.25 ^a
Gold	93000 ^c	0.39 ^c
Glass ionomer	10800 ^d	0.30 ^d

a: Couegnat et al.⁶, b: Katona et al., c: Susansuwan et al., d: Ichim et al.

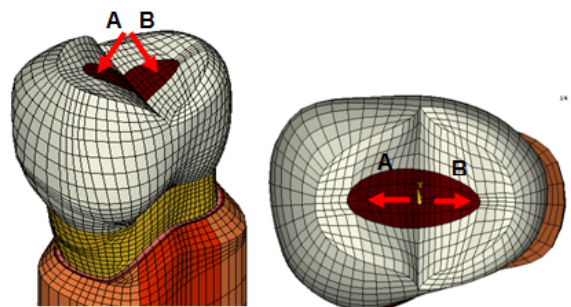


Fig. 1 The 3-D Finite Element tooth model with 39503 nodes and 37704 elements and loading positions of Load A and Load B

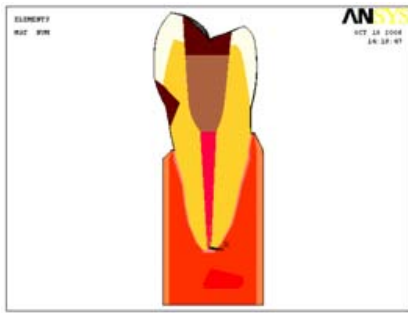


Fig. 2 Schematic representation of restored endodontically treated maxillary premolars
Dark brown; Restoration with changing material properties
Light brown; Glass ionomer cement base.

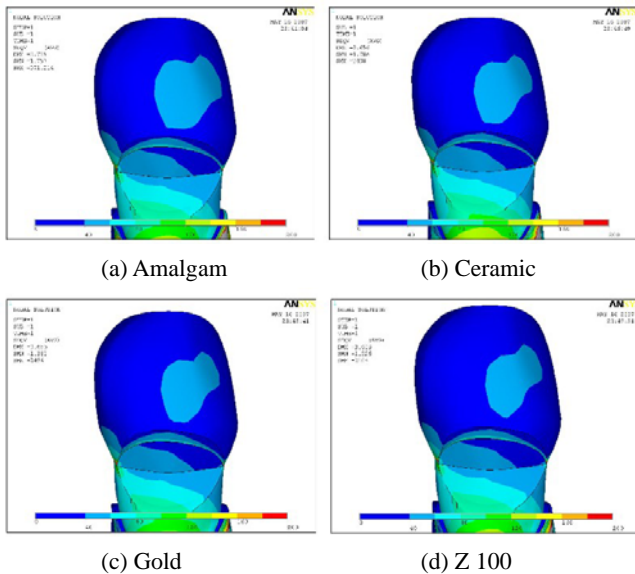


Fig. 3 Schematic representation of restored endodontically treated maxillary premolars

교합하중으로는 특별성 교합력인 500N 을 사용하였고, 하중의 위치는 협측교두부에서 1/3 지점에 경사면과 수직한 방향으로 적용한 것을 Load A, 설측교두부에서 1/3 지점에 경사면과 수직한 방향으로 적용한 것을 Load B 로 하여 적용하였다.

3. 결과

해석결과를 비교하기 위해 비교할 부분을 선정해야 한다. 일반적으로 응력은 서로 다른 물질들이 맞닿은 곳이나 기하학적 불연속성이 높은 곳에 집중한다. 본 연구에서는 각 재료에 따른 응력분포 곡선을 치경부 병소가 정면으로 보이는 면에서 도시하여 비교하였다(Fig. 3). 또한 경계면에서 발생하는 응력들의 차이를 알기 위해 Fig. 4 에 그래프로 도시하였다. 특별히 임상적으로 박리가 자주 발생하는 곳 중 하나인 buccal cavosurface margin 에서의 응력을 살펴보았다. 또한 치관부의 영향을 알아보기 위해 글래스 아이오노머와 치관부 수복물과의 경계에서의 응력을 함께 살펴보았다.

Fig. 3 은 치경부 병소의 수복물을 Z100 으로 고정하고 치관부 수복 재료를 바꾸면서 병소에 걸리는 응력을 그림으로 표시한것이다. 그림을 통해 치경부의 응력 분포는 치관부의 수복 재료와는 크게 관련이 없음을 알 수 있다. Fig. 4 는 치관부 수복물의 바닥 경계면에서의 응력분포를 그래프로 도시한 것이다. 레진 계열인 Z 100 으로 수복한 경우 제일 응력이 적게 걸렸다. 치관부의 수복시 내부에 발행하는 응력을 줄이기 위해서는 상대적으로 강성이 낮은 레진이 적합한 것으로 나타났다.

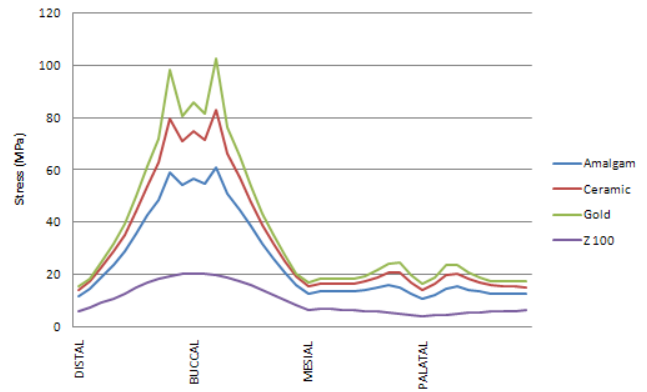


Fig. 4 Stress distribution along the bottom of inlayed restoration

4. 결론

다양한 교합하중 조건하에서 아말감, 복합레진, 세라믹 인레이, 그리고 금 인레이로 수복한 근관치료된 상악 제 2 소구치에서 치경부 병소가 있을 경우 치관부의 수복 방법에 따른 응력분포를 통해 적절한 수복법을 파악하는 것이 본 연구의 목적이었다. 치경부 병소는 레진계열인 Z 100 으로 일괄 수복하고 위에 열거된 재료들을 치관부에 수복한 결과를 분석하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 치관부는 수복 재료의 강성을 변화시키면서 수복하여도 치경부 병소 부분의 응력분포에는 직접적인 영향을 끼치지 않는다.
2. 치아 내부의 응력은 치관부의 수복 재료의 특성에 영향을 받으며, 강성이 치아의 상아질과 비슷한 Z 100 이 치아내부 경계의 응력집중을 가장 크게 감소시켰다.

참고문헌

1. Grippo, J. O., Simring, M. and Schreiner, S., "Attrition, abrasion, corrosion and abfraction revisited: A new perspective on tooth surface lesions," Journal of the American Dental Association, Vol. 135, No. 8, pp. 1109-1118, 2004
2. Grippo, J. O., "Non-carious cervical lesions: The decision to ignore or restore," Journal of Esthetic and Restorative Dentistry, Vol. 4, pp. 55-64, 1992.
3. Rees, J. S., "The role of cuspal flexure in the development of abfraction lesions: A finite element study," European Journal of Oral Sciences, Vol. 106, pp. 1028-1032, 1998.
4. Katona, T. R. and Winkler, M. M., "Stress analysis of a bulk-filled class V light-cured composite restoration," Journal of Dental Research, Vol. 73, No. 8, pp. 1470-1477, 1994.
5. Geramy, A. and Sharafoddin, F., "Abfraction: 3D analysis by means of the finite element method," Quintessence International, Vol. 34, No. 7, pp. 526-533, 2003.
6. Couegnat G., Fok S.L., and Cooper J.E., "Qualtrough AJ. Structural optimization of dental restorations using the principle of adaptive growth," Dent Mater 22:3-12, 2006