

압축하중시 RPI clasp의 3가지 다른 proximal plate 형태에 따른 지대치 주위조직의 광탄성 응력 분석

최 정 수, 김 부 섭*

부산 원 치과기공(주), 부산가톨릭대학교 치기공학과*

Photoelastic Stress Analysis of the Abutment Surrounding Tissue According to Shape of the Proximal Plate of the RPI Clasp

Choi, Jung Soo, Kim, Busob*

Busan one dental Lab(Co)

Dept. Dental Laboratory Science, College of Health Science, Catholic University of Pusan*

[Abstract]

Purpose: The purpose of this study was to investigate the stress distribution of the surrounding tissues according to 3 proximal plate types of the RPI clasp.

Methods: The removeable partial denture which mandibular right and left second premolars and mandibular molars were lost was attached to a three dimensional photo elastic epoxy resin model. Then 120N of vertical load was applied. After 3-dimensional photoelastic stress analysis was used to record the isochromatic fringe patterns.

Results: Kratochvil type guiding plane exhibited little uniform stress distribution on load center and alveolar ridge, but higher stress concentration on buccal surface of second premolar. Krol type guiding plane exhibited the stress concentration on the front of load center and relatively higher stress concentration on buccal surface of first premolar. However, this type had no effect on canine. Researcher type guiding plane showed the stress concentration on second premolar and molar, but the little stress distribution on first premolar.

Conclusion: In all types, excessive stress concentration was appeared and three types were not significant different.

◉Key words : proximal plate, RPI clasp, photoelasticity stress analysis, abutment distribution of stresses

교신저자	성명	김 부 섭	전화	051-510-0593	E-mail	bskim@cup.ac.kr	
	주소	부산광역시 금정구 오륜대로 57 (부곡3동 9번지) 부산가톨릭대학교					
접수일	2012. 9. 6		수정일	2012. 12. 10		확정일	2012. 12. 24

I. 서론

유리단 부분무치악 환자의 치료 술식으로는 임플란트, 연장가공의치 및 가철성 국소의치 등의 방법이 있으며, 모든 조건이 좋으면 부분 무치악 환자들을 위한 치료라고 정성 국소의치를 선택하고 implant 치료법을 도입함으로써 새로운 치료 방법들이 나타났다(김경원, 2009). 그러나, 모든 환자에게 implant 치료를 할 수 있는 것은 아니며, 환자의 전신 건강의 상태, 구강내 치조골 상태, 정신적 선호도 그리고 경제적 원인 등의 이유로 인하여 임플란트를 이용하는 치료법보다는 전통적인 방법이 여전히 많이 사용되고 있다(차필선, 2007).

유리단 국소의치에 적용하기 좋은 스트레스분산형(stress release) clasp의 대표적인 RPI clasp에 대해 Kratochvil과 Krol은 근심 교합면 rest의 경우 회전점이 원심 교합면 rest보다 전방에 위치하게 되어 힘의 방향이 의치상 하부의 각 부위에서 점막표면에 거의 수직에 가깝게 되므로 연조직의 지지를 증가시킨다고 하였으며 최후방 지대치를 근심으로 경사지게 하는 힘이 발생하여 인접치아로부터 지지와 안정을 기대할 수 있다고 하였다. 이처럼 이들은 rest위치에 대한 이견은 없었으나 proximal plate의 형태에 있어서 상이한 견해를 나타내었다(김양교 등, 1999). Kratochvil(1963)은 proximal plate를 치관의 전체길이와 접촉하게 하면 식편 압입과 조직의 과증식을 막으며 구조적으로 견고해지며 청정이 용이해진다고 보고하였다. 반면 Krol(1973)은 지대치 원심면의 유도면을 치관의 교합측 1/3에 국한하고 proximal plate가 유도면의 하단 약 1mm에 접촉되게 하면 유리단에 힘이 가해질 때 치아에 torque를 가하지 않고 조직 쪽으로 이동하게 된다고 하였다(Kratochvil, 1963; Krol, 1973).

공통변위로는 기능하는 동안 의치가 탈락하는 대부분의 경로를 지칭하는데, 끈적거리는 음식을 저작할 때나 상악 의치에 가해지는 중력에 의해 의치가 교합면에 수직인 방향으로 탈락되는 경로이다(Davenport 등, 1988). 삽입철거로는 의치가 장착되거나 철거되는 경로를 말하며 유도면, 유지, 장애, 심미성 등의 요인을 고려하여 결정된다.

삽입철거로는 의치가 설계되기 전에 결정되어야 한다. Ralph는 삽입로(path of insertion)란 의치가 차아와 처음 접촉된 때부터 완전히 장착될 때까지의 경로라고 하면서 철거로(path of withdrawal)와는 일치하지만, 기능시 탈락하는 공통변위로와는 다르다고 했다. Davenport와 Baker(1988)는 이상적인 유지는 공통변위로와 삽입철거로에 따른 탈락에 저항함으로써 얻어진다고 하면서, 삽입철거로에 대한 저항은 단지 클래스프에 의해 얻어지는 반면, 공통변위로에 대한 저항은 언더컷에 위치한 유도면과 클래스프의 유지력에 의해서 얻어질 수 있다고 했다(계기성과 권혁신, 1999). Class I, II 후방연장 국소의치에서 모형을 전방 경사시킨다면 소구치 원심면 언더컷으로 의치의 금속 구조물(유도판과 부 연결장치)이 놓이게 되고, 이탈영역이 감소되어 기능시 탈락에 저항할 수 있어 유지에 도움이 된다. 모형의 전방경사는 특히 항상 중력방향으로 이탈력이 작용하는 상악 후방연장 국소의치에 유용하다.

본 연구자는 위와 같은 이론에 입각하여 전방 경사시켜 치경부에 경사진 유도면을 형성, 금속구조물을 완전히 밀착시켜 소구치 원심면 언더컷을 이용하여 유지에 도움을 줄 수 있는 연구자가 고안한 형태의 proximal plate를 제안하고 이를 Kratochvil과 Krol의 proximal plate와 비교하여 지대치와 주위조직에 미치는 응력분포의 정도가 어떠한 결과를 초래하는지를 알아보고자 한다. 삼차원 광탄성 응력분석법을 이용하여 유리단 국소의치의 응력 분포를 해석하고, 실험적 검증을 통해 의치유지안정에 우수한 공통변위로에 저장하는 유도면 형태를 임상적 치과기공에 적용하고자 하는 것이 본 연구의 목적이다.

II. 연구 방법

Kratochvil, Krol 및 연구자 제안의 세 가지 proximal plate의 형태(Fig. 1)로 제작된 RPI clasp를 가진 국소의치를 완성하여 압축하중을 주어 치아와 치조제에 나타난 응력을 3차원 응력분석방법을 이용하여 비교·분석하였다.

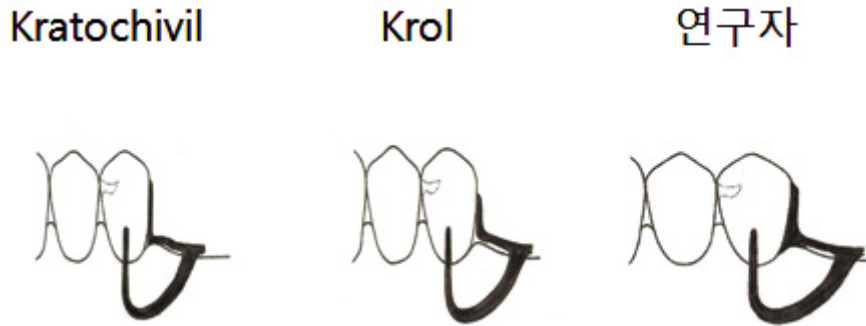


Fig. 1. The comparison of three proximal plate types

1. 왁스 모형 제작

실리콘 치은과 해부학적 형태의 치근을 가진 치아로 구성된 dental study model(Hanil dental, Korea)을 선택하고 좌우측 제 2 소구치, 제 1, 2 대구치를 제거한 후 그 부위를 왁스로 채워서 Kennedy 분류 I 급인 하악 양측성 유리단 결손모형을 준비하였다. 실리콘 인상재로 인상을 채득하여 음형을 만들고 석고(Die Keen, Heraeus Kulzer INC., U. S. A) 주입 후 모형 제작, 치조제 부위 형성 후 모형의 기저부에 약 3cm 정도의 높이로 base 형성 후 석고 모형을 완성, 실리콘으로 복제, 음형에 왁스(Kim's International, INC.) 주입 후 실온 24시간 방치 후 제거하여 왁스 모형을 완성하였다.

2. 광탄성 연구모형 제작

하악 왁스 모형을 실리콘(Dublis 15, Dreve, Germany)과 경화제(Dublis 15, Dreve, Germany)를 1:1로 혼합하여 인상을 채득한 상태로 20℃에서 12시간 동안 경화시켜서 음형을 만들었다. 에폭시 레진(CY 230, Nagase Chemtex Co., Japan)과 경화제(HY 956, Nagase Chemtex Co., Japan)를 5:1로 기포가 생기지 않도록 잘 혼합하여 실리콘 음형에 붓고 20℃에서 24시간을 유지하며 경화시킨 다음 실리콘 음형과 에폭시 레진을 분리하였다. 위와 같은 방법으로 모두 세 개의 광탄성 에폭시 레진 모형을 제작하였다.

3. 양측성 유리단 가철성 국소의치의 제작

양측성 유리단 가철성 국소의치 설계에 따라 제 1소구치의 근심 교합면에 레스트를 위치시키고, 직접 유지장치로

써 근심 협측치경부의 0.25mm 언더컷을 이용하여 RPI clasp를 설계하였고 간접 유지장치로서 견치와 제 1소구치 사이에 minor connector를 설계하였다. 광탄성 모형에 치조점막을 재현하기 위한 공간을 부여하기 위해서 주 모형의 잔존 치조제 부위에 2mm의 왁스로 균일하게 relief한 후, 주모형을 agar로 복제해서 매몰재(Ticonium™ Investic investment, Ticonium Co., U. S. A.)를 부여 매몰재 모형을 제작하였다. 금속 구조물은 Ni-Cr 합금(Ticonium premium 100 hard partial denture alloy)을 사용하여 제작하였다. 2mm relief 된 주모형에 장착, 광중합 레진(Lightplast-platten, Dreve Dentamid)으로 resin base를 완성 하였고 치조점막을 재현하기 위해서 레진 의치상에 실리콘 인상재인 Examixfine (GC Co., Japan)를 도포하고 좌우측 제 2소구치 제 1, 2대구치를 복제용 실리콘(Reproform, DETAX Ettlingen, Germany)으로 복제, 음형을 만든 후 교정용 레진(Orthodontic resin, Dentsply International Inc., U. S. A.)으로 복제하여 배열, 자가 중합 레진(Vertex-Dental B, V, Netherland)으로 중합하여 연마, 완성하였다.

4. 하중 조건 및 응력 동결방법

광탄성 연구모형을 투과형 광탄성 실험장치(Photoelastic Division 060 Series, Measurements group, U.S.A.)에 위치시켜서 잔류응력의 발생유무를 조사하여 잔류응력이 발생한 모형은 응력 동결시킨 후 발생한 무늬차수에서 잔류응력의 무늬차수를 뺀 뒤 응력을 분석하기 위하여 동결 전 잔류응력을 사진 촬영하였다. 완성된 세 가지의 양측성 가철성 국소의치를 각각의 광탄성 연구모형에 장

착하여 안정적으로 지속적인 하중을 가할 수 있는 하중장치에 위치시킨 후 응력 동결로(PA-2S, Riken Keiki Fine Instrument Co., Japan)에 넣었다. 응력 동결로 내의 온도를 서서히 상승시켜 110℃가 되면 하중점인 하악 좌우측 제 1대구치의 중심와에 적정 무늬차수를 얻을 수 있는 120N의 수직하중을 가한 채로 30분 지속시킨 후 시간당 4℃로 30℃까지 서냉시켜 총 8시간 동안 동결주기에 따라서 응력을 동결시켰다.

5. 무늬차수 계측 실험

응력 동결이 끝난 광탄성 에폭시 레진 모형에서 가철성 국소의치를 제거한 후 금속 절단용 톱을 이용하여 약 6mm 정도의 폭으로 우측 (a)은 근원심 방향으로 우측 견치, 제 1 소구치와 유리단이 포함되도록 절단하였고, 좌측은 하중점(b: 제 1대구치 부위), 제 1소구치 (c), 견치 (d)부위를 협설로 절단하였다(Fig. 2). 세 개의 광탄성 모형에서 얻어진 12개의 절단시편을 절단면이 활택하게 되도록 연마기를 이용하여 연마한 후 α -bromonaphththalene과 유동 파라핀을 1:0.585로 섞은 혼합액에 침전시키고 투과형 광탄성 실험 장치에 장착하였다. 절단시편의 견치, 제 1소구치와 잔존 치조제에 근원심 방향으로 생긴 무늬차수를 측정하기 위하여 협측에서 관찰, 견치, 제 1소구치와 잔존 치조제에 협설 방향으로 생긴 무늬차수를 측정하기 위하여 인접면에서 관찰한 후 180mm macro 렌즈가 장착된 디지털 카메라(EOS 20D, Canon, Japan)로 사진 촬영 하였다.

촬영된 사진은 육안 및 광학확대기로 분석하였고 절단 시편에서 우측 (a)은 원심유리단 (e), 제 2소구치 부위 (f), 제 1소구치 원심 (g), 견치 원심 (h), 좌측은 하중점 (b), 제 1

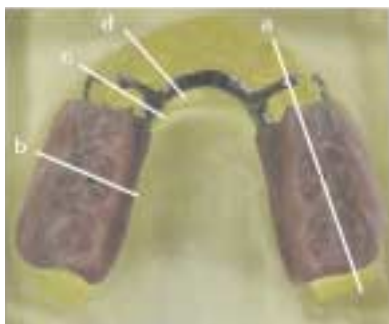


Fig. 2. Slice position a: anterior to posterior b: 1st molar(loading point)

소구치 (c), 견치 (d) 등 7개의 측정점을 정하여 무늬차수를 측정하였다.

III. 결 과

1. 무늬차수 계측 결과

1) 광탄성 이미지 분석 결과

(1) Kratochvil, slice position(1-a model)

근원심 방향으로 절단한 절단 시편에 나타난 최대 무늬차수는 10차이며 하중작용점과 치조제에는 균일하고 적은 응력분포를 보이나 제 1소구치 부위에 응력집중을 나타냈다. 측정점에 따른 무늬차수는 잔존 치조제의 제 2대구치 직하방 (e)에서 4차, 보철물 앞부분 (f)에서 8차, 제 2소구치 뒷부분 (g)에서 7차, 제 1소구치 앞부분 (h)에서 10차를 나타내었다(Fig. 3).



Fig. 3. Kratochvil, slice position (1-a model) e: 2nd molar, f: anterior of load point, g: 2nd premolar, h: 1st premolar

(2) Kratochvil, slice position(1-b model)

하중작용점에서 협설 방향으로 절단한 절단 시편에 나타난 무늬차수는 17차를 나타내었다(Fig. 4).

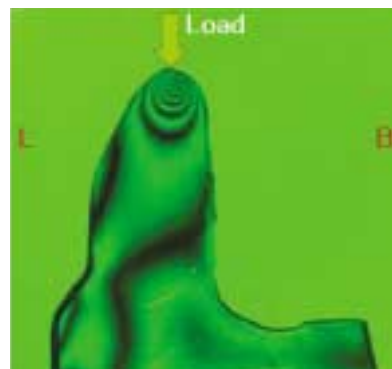


Fig. 4. Kratochvil, slice position(1-b model)

(3) Kratochvil, slice position(1-c model)

제 1소구치 협설 방향으로 절단한 절단 시편에 나타난 무늬차수는 협측이 6차, 설측이 1차를 나타내었다(Fig. 5).

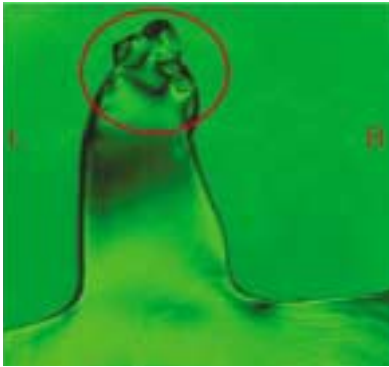


Fig. 5. Kratochvil, slice position(1-c model)

(4) Kratochvil, slice position (1-d model)

견치 협설 방향으로 절단한 절단 시편에 나타난 무늬차수는 협측이 1차, 설측이 2.5차를 나타내었다(Fig.6).

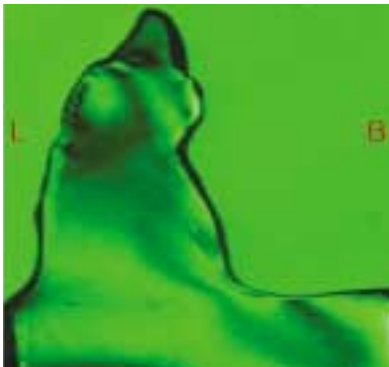


Fig. 6. Kratochvil, slice position(1-d model)

(5) Krol, slice position (2-a model)

근원심 방향으로 절단한 절단 시편에 나타난 최대 무늬차수는 12차이며 하중작용점보다 앞쪽에 응력 집중을 보이고 견치에 영향이 미치지 않으나 제 1소구치에 영향이



Fig. 7. Krol, slice position(2-a model)

나타났다. 측정점에 따른 무늬차수는 잔존 치조제의 제 2대구치 직하방 (e)에서 4차, 보철물 앞부분 (f)에서 12차, 제 2 소구치 뒷부분 (g)에서 6차, 제 1소구치 앞부분 (h)에서 5차를 나타내었다(Fig. 7).

(6) Krol, slice position (2-b model)

하중작용점 협설 방향으로 절단한 절단 시편에 나타난 무늬차수는 17차를 나타내었다(Fig. 8).

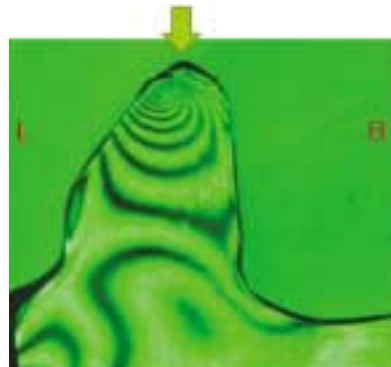


Fig. 8. Krol, slice position(2-b model)

(7) Krol, slice position(2-c model)

제 1소구치 협설 방향으로 절단한 절단 시편에 나타난 무늬차수는 협측이 10차, 설측이 3차를 나타내었다(Fig. 9).

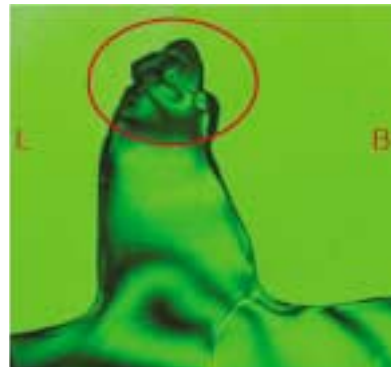


Fig. 9. Krol, slice position(2-c model)

(8) Krol, slice position (2-d model)

견치 협설 방향으로 절단한 절단 시편에 나타난 무늬차수는 협측이 0.5차, 설측도 0.5차를 나타내었다(Fig. 10).

(9) Researcher, slice position(3-a model)

근원심 방향으로 절단한 절단 시편에 나타난 최대 무늬차수는 25차이며 하중작용점보다 전후에 응력 집중을 보



Fig. 10. Krol, slice position(2-d model)

이고 제 1소구치에 영향이 가장 적게 미치지만, 제 1소구치 설측에 응력 집중을 보이고 제 2대구치 치조제 부위에 큰 응력 집중을 나타냈다.

측정점에 따른 무늬차수는 잔존 치조제의 제 2대구치 직하방 (e)에서 25차, 보철물 앞부분 (f)에서 16차, 제 2 소구치 뒷부분 (g)에서 4차, 제 1소구치 앞부분 (h)에서 3차를 나타내었다(Fig. 11).

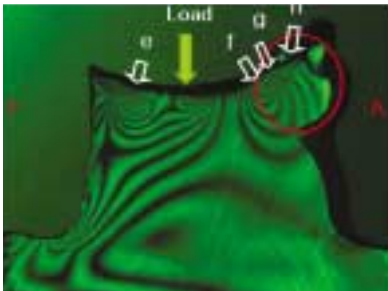


Fig. 11. Researcher, slice position(3-a model)

(10) Researcher, slice position (3-b model)

하중작용점 협설 방향으로 절단한 절단 시편에 나타난 무늬차수는 17차를 나타내었다(Fig. 12).

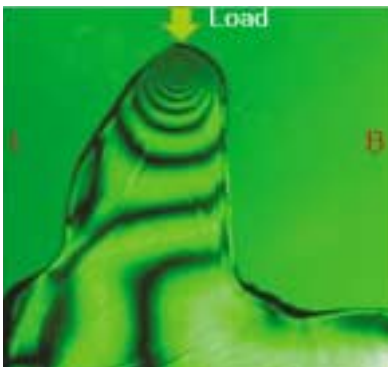


Fig. 12. Researcher, slice position(3-b model)

(11) Researcher, slice position (3-c model)

제 1소구치 협설 방향으로 절단한 절단 시편에 나타난 무늬차수는 협측이 2차, 설측이 3차를 나타내었다(Fig. 13).



Fig. 13. Researcher, slice position(3-c model)

(12) Researcher, slice position(3-d model)

견치 협설 방향으로 절단한 절단 시편에 나타난 무늬차수는 협측이 1차, 설측도 1차를 나타내었다(Fig.14).

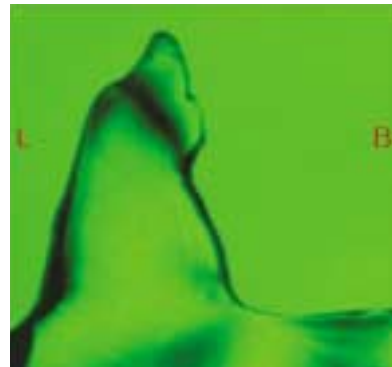


Fig. 14. Researcher, slice position (3-d model)

2) 압축하중에 대한 응력 분석 결과

Table 1. Fringe order number at each measuring point in the 3 sliced specimens (B: buccal, L: lingual, b · f: loading point, c · h: 1st premolar, d: canine, e: 2nd molar, g: 2nd premolar)

P.P.Type	Section view	Buccal to lingual				Anterior to posterior				
		b	c	d	e	f	g	h		
	B	L	B	L						
Kratochvil		17	6	1	1.0	2.5	4	8	7	10
Krol		17	10	3	0.5	0.5	4	12	6	5
Researcher		17	2	3	1.0	1.0	25	16	4	3

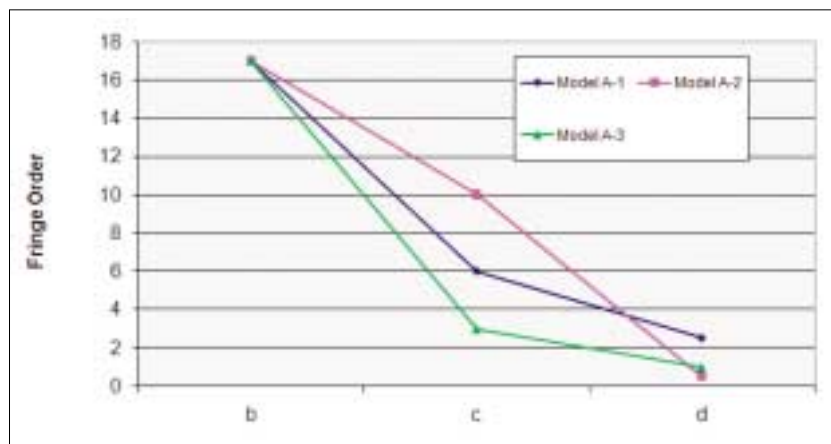


Fig. 15. Fringe order of location. b: loading point, c: 1st premolar, d: canine

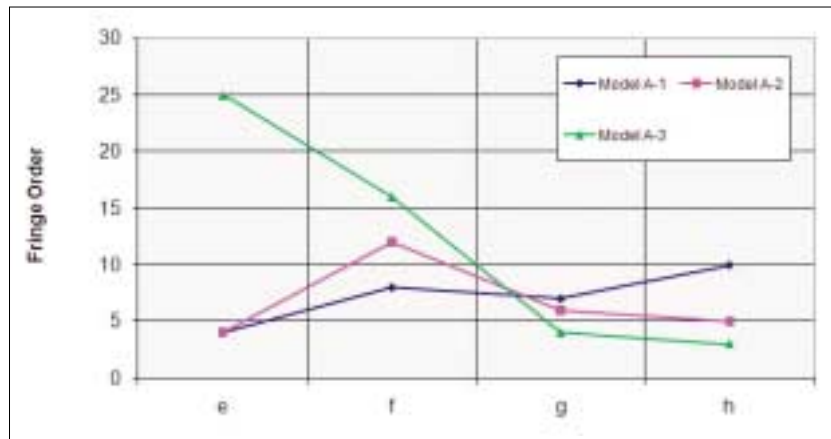


Fig. 16. Fringe order of location. e: 2nd molar, f: loading point, g: 2nd premolar, h: 1st premolar

IV. 고 찰

후방연장 국소의치를 장착한 환자가 저작기능을 할 때 발생하는 교합압은 지대치의 치근막과 잔존치조제 연조직의 탄력성 차이로 인하여 균일하게 지대치와 잔존 지조

점막에 전달되지 않고 지대치에 과도한 응력으로 작용될 수 있으므로 후방연장 국소의치 제작시 의치로부터 지대치에 전달되는 외력이 지대치의 적응한계를 초과하지 않도록 설계하는 것이 기능회복은 물론, 국소의치의 예후에 매우 중요한 역할을 미친다(이창호 등, 1992). 따라서 잔

존치조제 및 지대치의 보존을 위하여 응력을 적절하게 분산하는 설계가 필요하고 어떤 부위에 응력이 얼마나 영향을 주는지 아는 것은 중요하다. 2차원 유한요소법을 이용한 유도면의 기울기에 따른 지지조직의 응력분석에서 응력은 유도면의 기울기에 관계없이 무치악 부위에서는 후방으로 갈수록 증가하며 또한 지대치의 치근의 치근단쪽 근심에 높은 응력이 나타났으며 지대치 치근의 치관쪽 원심면에도 높은 응력이 나타났으나 원심면 치조골과 만나는 치근 부위에 가장 높은 응력의 집중이 있었다고 하였다(이청희, 1998). 또한 유도면의 기울기가 증가함에 따라 지대치 치근과 치근을 둘러싼 치밀골에 나타났던 응력의 형태가 증가된 양상으로 나타났으며 잔존치조제의 치밀골에는 큰 영향이 없다고 하였는데 이것은 2차원 유한요소법에 따른 원심레스트를 형성한 관계로 인접판의 하방의 한 지점을 중심으로 지대치를 회전운동 시키는 힘이 작용하였기 때문으로 판단된다(김양교 등, 1999).

이에 유리단 국소의치에 적용하기 좋은 스트레스분산형(stress release) clasp의 대표적인 RPI clasp에 대해 Kratochvil과 Krol은 근심 교합면 rest의 경우 회전점이 원심 교합면 rest보다 전방에 위치하게 되어 힘의 방향이 의치상 하부의 각 부위에서 점막표면에 거의 수직에 가깝게 되므로 연조직의 지지를 증가시킨다고 하였으며 최후방 지대치를 근심으로 경사지게 하는 힘이 발생하여 인접치아로부터 지지와 안정을 기대할 수 있다고 하였고 Davenport와 Baker(1988)는 이상적인 유지는 공통변위로와 삽입철거로에 따른 탈락에 저항함으로써 얻어진다고 하면서, 삽입철거로에 대한 저항은 단지 클래스프에 의해 얻어지는 반면, 공통변위로에 대한 저항은 언더컷에 위치한 유도면과 클래스프의 유지력에 의해서 얻어질 수 있다고 했다.

이러한 이론에 대한 실험적 규명을 위해 Kratochvil의 proximal plate(치관의 전체길이와 접촉, 식편 삽입과 조직의 과증식을 막으며 구조적으로 견고해지며 청정이 용이), Krol의 proximal plate(지대치 원심면의 유도면을 치관의 교합측 1/3에 국한, proximal plate를 유도면의 하단 약 1mm에 접촉되게 하면 유리단에 힘이 가해질 때 치아에 torque를 가하지 않고 조직 쪽으로 이동)와 연구자의 proximal plate(언더컷에 위치한 유도면)를 제작하여

삼차원 모형 상에서 응력을 가했을 때 실제 내부에 발생한 응력의 차이를 비교 관찰하고 분석할 수 있는 삼차원 광탄성 응력분석법을 이용하여 응력분석을 하였다.

Kratochvil의 proximal plate는 응력집중과 구속력이 많을 것이라고 예상되었으나, 실험결과는 제 1 소구치 협측에 응력이 집중되었고 하중작용점과 치조제에는 균일하고 적은 응력분포를 보였으며 제 1 소구치 부위와 하중작용점보다 앞쪽에 응력집중이 나타났다. Krol의 proximal plate는 많은 응력분산의 발생과 지대치에 무리한 힘을 가하지 않을 것이라 예상되었으나, 실험결과는 제 1 소구치 협측에 응력이 집중되었고 견치에는 영향이 미치지 않으나 제 1 소구치와 하중작용점의 전후에 응력이 집중되었다. 치아와 조직에서 의치의 지지를 얻는 후방연장 국소의치는 치아지지 국소의치에서와 달리 기능시 가해지는 능력이 치아와 지지조직으로 분산된다. 따라서 임순호와 장익태(1987)의 연구에서 유리단 국소의치는 지대치에 큰 외력을 전달하므로 최후방 지대치는 적어도 두 개 이상을 splinting하여 응력을 분산시킬 필요가 있으며 주의 깊게 계획되고 설계, 제작된 국소의치를 통해 지대치 운동을 효과적으로 줄일 수 있다고 하였고, 치아에 응력이 집중되는 Kratochvil과 Krol의 proximal plate형태도 지대치를 두 개 이상을 splinting하여 응력을 분산시킬 필요가 있다. 연구자의 proximal plate는 지대치에 다소 무리한 힘을 주지만 안정성은 높을 것이라 예상되었으나, 실험결과는 제 1 소구치 설측에 응력이 집중되었지만 응력집중의 영향이 가장 적었고 제 2 대구치 치조제 부위에 큰 응력집중을 보였다.

안희영 등(2001)의 연구에서 해부학적 인상을 채득한 경우 RPI 클래스프의 의치에서 기능인상을 채득한 경우보다 작은 응력이 나타났고 하중의 증가에 따른 응력의 증가가 크지 않았으며 안정적이었다고 하였다. 치조제 부위에 큰 응력집중을 보인 연구자의 proximal plate는 해부학적 인상을 채득하여 응력을 분산시킬 필요가 있다고 판단된다.

정리해 보면 120N 하중에서는 proximal plate에 과도한 응력집중 경향을 나타냈으며 형태별 차이가 크지 않음을 알 수 있었고 실제 예상만큼 proximal plate의 기여도가 크지 않음을 알 수 있었다. Hummel(2002)은 미국 제

3차 국민건강영양조사(NHANES III)의 자료를 바탕으로 가철성 국소의치와 관련된 결합을 보고하였는데 안정성의 부족이 가장 보편적 결합이었다. 치아와 조직에서 의치의 지지를 얻는 후방연장 국소의치는 치아 또는 주위조직에 생리적 허용범위 내에서 응력이 부하된다면 의치의 안정성이 가장 먼저 고려되어야 할 요소라 생각된다.

따라서 국소의치 제작 시 임상에서 유지와 안정성을 더욱 증가시키는 공통 변위론에 저항하는 유도면 형태의 proximal plate를 적용하는 것이 무리한 것이 아님을 알 수 있다.

본 연구의 실험에서 응력 동결로 내의 온도가 110℃가 되면 하중점인 하악 좌우측 제 1대구치의 중심와에 적정 무늬차수를 얻을 수 있는 120N의 수직하중을 가한 채로 30분 지속시킨 상황에서 의치상의 변위가 관찰되므로 차후의 연구에서는 의치상을 금속으로 대체하여 더 안정적인 상태에서 실험을 할 필요가 있다고 사료된다.

V. 결 론

본 연구에서는 Kratochvil의 proximal plate형, Krol의 proximal plate형 및 연구자의 proximal plate형(치경측 undercut 속으로 연장한 유도면 형)의 3가지의 하악 양측성 유리단 RPI clasp 국소의치를 제작하여 광탄성 연구모형에 장착하고 120N의 수직하중을 제 1대구치 부위에 부하하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. Kratochvil이 제안한 proximal plate는 하중작용점과 치조제에는 균일하고 적은 응력분포를 보이고 있으나 제 2 소구치 협측 방향에는 많은 응력이 집중되었다.

2. Krol이 제안한 proximal plate는 하중작용점보다 약간 앞쪽에 응력이 집중되고 있으며, 견치에는 거의 영향을 미치지 않으나 제 1소구치 협측에 비교적 많은 응력 집중이 나타나고 있다.

3. 연구자가 제안한 proximal plate는 제 2대구치 방향과 제 2 소구치 방향으로 응력이 집중되는 것을 알 수 있

으며, 제 1소구치에는 상대적으로 적은 응력이 발생하였다. 즉 보철물의 영향이 제 1소구치에 주는 영향이 가장 적었으나 치조제에는 과도한 응력이 집중되었다.

4. 120N 하중에서는 3가지 형의 clasp에서 모두 과도한 응력집중 경향이 나타났으며 proximal plate형태별 차이가 크지 않음을 알 수 있었고 실제 예상만큼 proximal plate의 기여도가 크지 않음을 알 수 있었다.

REFERENCES

계기성, 권혁신. 가철성 국소의치학. 제3판, 서울나래출판사, 1999.

김경원. 임플란트 시술환자의 시술 전·후의 저작능력과 삶의 질 비교. 대한치과보철학회지, 47(2), 215-221, 2009.

김양교, 이청희, 조광현. 국소의치 최후방 지대치 유도면의 기울기와 형태가 지대치 및 지지조직의 응력분산에 미치는 영향. 대한치과보철학회지, 37(5), 581-595, 1999.

안희영, 김광준, 조혜원, 진태호. 편측후방연장 국소의치에서 인상채득 방법과 클라스프 설계에 따른 지대치의 응력분석에 관한 연구. 대한치과보철학회지, 35(5), 제호, 1-8, 2001.

이창호, 김광남, 장익태. 직접유지장치 설계변화에 따른 하악 후방연장 국소의치 지지조직의 광탄성 응력 분석. 대한치과보철학회지. 30(2), 1-37, 1992.

이청희. 지대치 유도면의 기울기에 따른 응력 분포에 대한 연구. 대한치과보철학회지, 36(2), 1-18, 1998.

임순호, 장익태. 유리단 국소의치의 Clasp설계가 지대치 운동에 미치는 영향. 대한치과보철학회지, 25(1), 1-25, (1987).

차필선. 최근 국소의치를 장착한 환자의 kennedy 분류에 따른 분포상황 및 그 설계특성에 관한 연구. 경북대학교 일반대학원 석사학위논문, (2007).

Davenport JC, Baker RM, Health JR, Ralph JP. A colour atlas of removable partial dentures.

Wolfe Medical Publications Ltd, 1988.

Hummel SK, Wilson MA, Marker VA, Nunn ME.
Quality of removable partial dentures worn
by the adult U.S. population. *J Prosthetic
Dent*, 88(1), 37-43, 2002.

Kratochvil FJ. Influence of occlusal rest position
and clasp design on movement of abutment
teeth. *J Prosthetic Dent*, 13(1), January-
February, 114-124, 1963.

Krol AJ. Clasp design for extensionbase RPD. *J
Prosthetic Dent*, 29, 408-415, 1973.