

하악 견치 잔존시 의치 설계에 따른 치아 지지조직 및 잔존치조제의 광탄성 응력분석

원광대학교 치과대학 보철학교실

김일평 · 고준원 · 진태호

I. 서 론

치과보철학 분야에서 하악의 양측 견치가 남아있을 때 이를 이용한 보철물의 설계는 다양하며 이에 따라 잔존치조제와 지대치에 가해지는 응력은 달라질 수 있다. 잔존치조제와 지대치에 가해지는 부담을 최소화할 수 있는 이상적인 보철물의 설계가 필요하며^{1,2)} 견치 주위 지지조직의 상태, 잔존치조제의 양과 질, 대합치와의 관계등에 따라 여러가지 치료계획을 세울 수 있다³⁾. 소수 치아잔존시의 보철치료의 목적은 지대치 및 잔존치조제에 외력을 적절히 분산시켜서 무치악 상태로 되는 것을 최대한으로 지연시킴으로써 구강내의 기능을 가능한 오래 보존할 수 있게 해주는 것이다^{4,5,6)}. 특히 견치는 마지막까지 잔존할 수 있는 높은 가능성을 지닌 치아로서 견치를 유지 보존하는 것은 무치악으로의 이행을 방지하면서 하악골의 퇴행성 변화를 막는데 있어서 중요한 의미를 지니게 된다⁷⁾.

양측 견치를 이용한 경우의 보철물의 설계는 국소의치와 피개의치(overdenture)로 나눌 수 있고⁸⁾, 지대치에서의 연결고정 장치의 유무와 지대치에 어태치먼트 등의 부가적 장치의 사용에 의해서 다시 분류되어질 수 있다⁹⁾. 국소의치의 경우 제작의 간편성과 경제적인 이유 등으로 인해서 많이 사용되어져 왔으며 국소

의치에 가해지는 외력을 지대치와 잔존치조제에 효율적으로 분산시키고 지대치의 건강을 유지하기 위한 많은 연구가 이루어져 왔다¹⁰⁾. Hirschtritt¹¹⁾, Nally¹²⁾, Reitz¹³⁾ 등은 국소의치 설계시 연결장치의 변화를 통해서 지대치를 보호하는 방법을 연구하였고 Bergman¹⁴⁾은 국소의치 지대치의 연결고정의 유용성을 강조하였으며 Bickley¹⁵⁾는 응력의 분산을 위해서는 지대치의 연결고정이 필요하다고 주장하였다. 연결고정은 측방력을 수직력으로 유도하고 교합력을 분산시키며 과맹출이나 근심 경사를 막아주는 장점을 가진 반면에, 제작 및 시술이 복잡해지고 치아의 삭제가 많으며 치은에 해로운 단점이 있다¹⁶⁾.

최근에는 잔존치근을 남겨둔 채 그 위에 제작하는 overdenture가 임상에서 널리 이용되고 있다¹⁷⁾. overdenture의 장점으로는 골 흡수의 속도를 지연시킬 수 있다는 점과 잔존치조골의 보존, 수직지지와 유지, 수평 안정, 잔존치근에 의한 고유 감각수용기의 유지, 환자의 심미성 증진등이 있으며 단점으로는 지대치 주위의 치주질환, 치아우식증, 지대치에의 과도한 하중등이 지적된 바 있다^{18,19,20,21)}. White등²²⁾은 기능시 overdenture에 의한 하중이 어떻게 적절히 점막과 지대치에 의해 분산될 수 있는가를 파악하는 것이 임상에서 무엇보다 중요하다고 하였으며 Warren등²³⁾은 overdenture의 지대치

의 형태에 다른 치조골의 하층의 분산 양상을 광탄성 응력분석을 이용하여 이미 연구 보고한 바 있다. 최근 Dolder²⁴⁾, Ettinger²⁵⁾ 등은 overdenture로 회복해 준 환자를 관찰해 본 결과 임상적으로 양호한 예후를 보였다고 발표한 바 있다. 반면 Brewer등²⁶⁾은 overdenture에서 지대치 주위의 치주질환 및 치아 우식증에 의한 실패 이외에도 의치상의 파절이 임상에서 자주 직면하는 문제라고 주장하였다.

19세기말 어태치먼트가 처음 소개된 이후 overdenture에도 유지력 및 안정성을 개선하기 위해서 어태치먼트 또는 부가적 유지장치 사용에 대한 관심이 높아졌고 Gerber²⁷⁾, Dolder²⁴⁾, Augsburg²⁸⁾ 등이 overdenture에 어태치먼트나 특별히 고안한 유지 장치를 사용했고, 1970년대에는 Kabcenell²⁹⁾, Gindea³⁰⁾ 등 여러 선택들이 어태치먼트 또는 유지장치를 사용하여 overdenture의 유지력과 안정성을 얻고자 노력하였다.

치의학에 연관된 응력 분석에 관한 방법은 Muhlemann³¹⁾이 다이얼 게이지를 이용한 이래 기계적 혹은 전기적 응력 측정 게이지(strain gauge)를 응용한 방법³²⁾으로 시작되어서, Kratochvil등³³⁾, Thompson등³⁴⁾ 및 White³⁵⁾에 의한 광탄성 응력 분석법, Craig등⁶⁾, Takahashi등³⁷⁾에 의한 유한 요소법으로 이어져 오고 있다. 특히 광탄성 응력분석 방법은 구강 구조물과 같은 복잡한 구조물의 응력 분석이 가능하고, 저작력과 수복 장치물에 의해 생기는 복잡한 하중 조건에 따른 응력을 해석할 수 있으며 실험모형 전체에 생기는 응력 집중의 양과 위치의 분석을 쉽게 할 수 있다는 장점이 있다³⁶⁾.

본 연구에서는 양측 견치를 지대치로 사용한 국소의치와 양측 견치를 고정성 의치로 연결 고정한 후 제작한 국소의치, 유지장치 없이 이중관관을 이용한 overdenture, stud형과 바형 어태치먼트를 이용한 overdenture를 각각 제작하여 의치의 종류, 유지장치의 특성, 지대치의 연결고정 장치의 유무에 따른 지대치 및 후방 잔존치조제로의 응력분포 및 정도를 광탄성학적 방법으로 비교 관찰하여 보철물 설계와 이와 관련된 임상적 응용에 지침으로 삼고자 한 바

다소의 지견을 얻었기에 이에 보고하는 바이다.

II. 연구재료 및 방법

1. 연구 재료

1) 광탄성 모형의 제작

피라핀 왁스를 이용하여 하악골의 모형을 만들고 치근이 있는 기성 레진치아(Dental study model, Shin Dental Co., Korea)중 하악 견치를 선택하여 좌, 우측 견치 부위에 배열하여 양측 견치만이 남은 파라핀 왁스 하악모형을 제작하였다. 이때 하악의 하악지 부위는 과두 돌기의 형태를 재현하지 않고 응력을 가할 때 모형을 잡아주기 위해서 제2대구치의 교합면의 높이로 후방쪽으로 연장하여 모형을 제작하였다. 치아가 배열된 파라핀 왁스 하악모형을 실리콘 이상재(Shin-Etsu, Chemical Co., Ltd., Japan. KE-12)를 이용하여 광탄성모형 제작을 위한 음형을 만들었다. 치아의 치근부위에는 실리콘 인상재를 2~3회 도포하여 약 0.2mm 두께의 치주 인대를 재현하였다. 끓는 물로 왁스를 제거하고 생긴 인상체의 공간에 광탄성에폭시 레진(PL-8, Measurement group, photoelastic division, U.S.A)을 경화제(PLH-8. Hardner)와 100 : 17의 비율로 혼합하여 주입하였다. 이렇게 광탄성 실험모형을 완성한 후 (Fig. 1.) 반사형 응력 측정법으로 관찰하기 위해서 은색 분말 페인트를 광%성 실험모형의 설측부에 도포하였다.

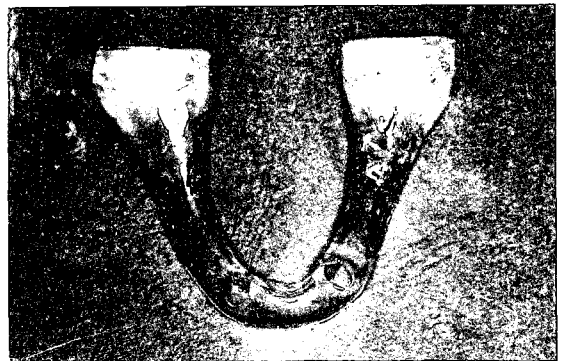


Fig. 1. Photoelastic model

2. 보철물의 제작

(가) 실험 국소의치의 제작

광탄성 실험 모형상에서 양측 견치를 지대치 형성한 후 각각에 금관을 제작한 경우와 양측 견치를 연결고정한 6본 고정성 가공의치를 제작한 경우인 2가지로 분리하였다. 각각의 경우 치조제 점막을 재현하기 위해서 치조 점막 부위에 약 2mm 두께의 베이스 플레이트 왁스를 한겹 덮은 후 고무 인상재를 사용해서 인상을 채득하였다. 복제된 매몰제 모형상에서 지대치인 양측 견치에는 C-클래스프가 장착되도록 설계하고 견치의 설측면에는 설측 레스트를 형성했으며 하악 주연결 장치는 6개이지의 반이형의 납형으로 설측바 금속 구조물을 각각 주조 제작하였고 의치상의 유지부 금속 구조물은 12개이지 반원형의 형태로 열려진 격자 모형으로 제작하였다. 그 다음 무치약 부위에 자가 중합 레진을 이용하여 레진 의치상을 만든 후 치아 배열을 완성한 실험 국소의치를 내면의 빈 공간에 실리콘 인상재(Exaflex, G. C, Japan.)를 이장하여 일정한 두께의 탄력성 있는 연조직 점막을 재현시켰다.

(나) Overdenture의 제작

광탄성 실험 모형상에서 양측 견치를 치은 변연에서 6mm 높이로 치아를 삭제했고 치경부 1/2은 5°정도 경사지게 했고 절단부 1/2은 각도를 급격히 줄여 둥글게 연마한 후 overdenture를 만들기 위한 이중판을 제작했다.

두번째로 양측 견치상에 오 링 어태치먼트의 플라스틱 패턴을 왁스 코핑의 설측면에 위치시켜 오 링 어태치먼트의 납형을 완성한 후 매몰 소환하여 Type IV gold alloy(Engelhard co., Korea)을 사용하여 원심주조기로 주조하여서

오 링 어태치먼트가 부착된 골드 코핑을 제작했다. 혼합 바형 어태치먼트를 제작하기 위해서 오 링 어태치먼트가 부착되어 있는 골드 코핑 상에서 Dolder 바를 납착시켜 연결고정된 보철물을 제작했다. 바형 어태치먼트의 높이는 치은변연에서 3mm가 되도록 제작했다.

세종류의 overdenture의 제작을 위하여 각각을 알지네이트로 일차 인상을 채득하여 예비모형을 만들고 자가 중합형 레진으로 트레이를 제작하여 실리콘 인상재로 정밀 인상을 채득하였다. 세 종류의 overdenture는 이중판에 맞추어 제작한 overdenture와 오 링 어태치먼트의 요부(female part)가 부착되어 있는 overdenture, 혼합 바형 어태치먼트의 요부에 해당되는 sleeve가 의치내면에 부착된 overdenture등이다. Overdenture는 경질레진치(Endura artificial teeth, Shofu, Co, Japen)를 배열하여 통법에 따라 레진(Acron MC denture base resin, GC dental industrial Co, Japan)을 온성하여 제작하였다.

본 연구에 사용된 의치의 설계는 다음 표와 같다(Table 1.)

2. 연구방법

1) 하중장치의 설치

하중장치(Fig. 2.)의 좌, 우 평형을 맞춘 후 광탄성 모형을 고정시켰고, 상호 비교할 수 있는 응력이 발생되도록 좌측 제1대구치 중심과 부위에 12kg의 편측수직 집중 하중을 가한후, 응력 분포 상태를 관측하였다.

2) 광탄성 응력 분석

반사형 원평광기를 사용하여 응력을 측정하였으며 광탄성 분석의 원리는 광원에서 나오는

Table 1. Denture designs

Code	Denture designR
PD-NS	Removable partial denture with non-splinted abutment
PD-S	Removable partial denture with splinted abutment
OD-TE	Overdenture with telescopic crown
OD-OR	Overdenture with O-Ring attachment
OD-CB	Overdenture with combination bar attachment

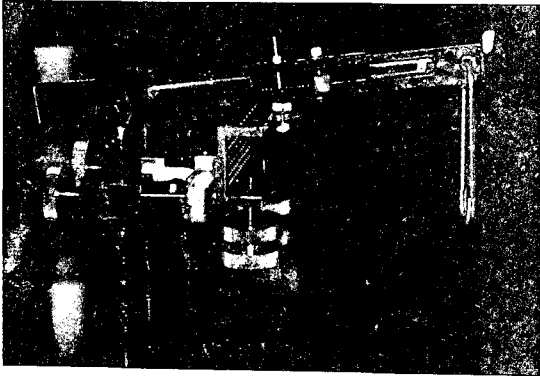


Fig. 2. Loading appliance for clamping photoelastic model

모든 방향으로 진동하는 광파가 편광판을 지나면서 한쪽 방향으로만 진동하는 직선 편광이 되고 이것이 다시 1/4파장판을 지나면서 원편광이 시편을 통과하면서 이중 굴절현상을 일으켜 시편에 가해진 힘에 의해 생긴 주응력 방향으로 진동하면서 주응력면에 직각으로 진동하는 두 편광이 되어 시편내를 통과하면서 광속도가 달라져 시편 통과후 상대적 위상차를 나타내게 되는데 이 위상차에 의해서 무늬를 나타내게 되는 것이다. 즉 주응력차가 증가함에 따라 순차적으로 파장이 긴 광선이 소멸되어 여러 가지 색깔 무늬의 띠로서 나타나게 되므로

Table 2. Isochromatic fringe characteristics

Color	Aproximate relative retardation(nm)	Fringe order (NO.)	Strain (μE)
Black	0	0	0
Gray	160	0.28	265
White	260	0.45	425
Pale yellow	345	0.60	570
Orange	460	0.80	760
Dull red	520	0.90	855
Purple	575	1.00	950
(Tint of passage)			
Deep blue	620	1.08	1025
Blue green	700	1.22	1160
Green yellow	800	1.39	1320
Orange	935	1.63	1550
Rose red	1050	1.82	1730
Purple	1150	2.00	1900
(Tint of passage)			
Green	1350	2.35	2230
Green yellow	1440	2.50	2380
Red	1520	2.65	2520
Red/green Transition	1730	3.00	2850
Green	1800	3.10	2950
Pink	2100	3.65	3470
Pink/green Transition	2300	4.00	3800
Green	2400	4.15	3940

Type PL-8 Photoelastic plastic, 0.080in(2mm)
thickness $f=950\mu E/\text{fringe}(\text{reflection})$

이러한 무늬차수가 주응력차의 크기를 나타내게 된다. 하중을 가하기 전과 가한 후의 상태를 각각 첫째 하중측 구치부 잔존치조제 부위, 둘째 하중측 견치 부위, 셋째 전치부 잔존치조제 부위, 넷째 비하중측 견치 부위, 다섯째 비하중측 구치부 잔존 치조제 부위의 다섯 군데의 일정한 방향에서 사진 촬영한 후 다음 조건표를 기준으로 삼아 무늬차수를 결정하였다(Table 2).

III. 연구성적

1. 지대치를 연결고정하지 않은 가철성 국소의 치

좌측 제1대구치에 12kg의 편측 수직 하중을 가한 후의 응력 분포상태를 보면 하중측의 제1대구치와 2대구치의 후하방 방향으로 2.0-2.2차의 굵은 무늬띠를 볼 수 있으며(사진1), 하중측 견치 치근의 근심으로 0.6차, 치근단 부위로 0.8차, 원심으로 0.5차의 응력 집중상태가 관찰되어진다(사진2). 비하중측의 견치 치근의 근심으로는 0.2차, 치근단 부위로 0.4차, 원심으로 0.5차의 응력 무늬가 나타나고 치근 원심과 연결되어져서 비하중측 대구치의 의치 하방까지도 0.8-1.0차의 붉은 무늬띠가 나타났다(사진3).

2. 지대치를 연결고정한 가철성 국소의치

하중이 가해진 후 하중측의 제2대구치 쪽으로 치우쳐 후하방으로 2.0-2.2차의 굵은 응력띠가 나타나며(사진4), 하중측 견치 치근의 근심, 치근단, 원심부위에 0.5차의 응력무늬가 보여진다(사진5). 비하중측의 견치에서도 마찬가지로 근심, 치근단, 원심부위에 0.5차의 응력무늬가 나타나고 0.8차 정도의 무늬띠가 비하중측의 대구치 하방쪽까지 연이어져 나타남을 볼 수 있다(사진6).

3. 이중관을 이용한 Overdenture

하중측 잔존치조제 하방으로는 1.8-2.0차의 붉은 무늬띠가 고르게 분포되어 나타남을 볼 수 있고(사진7), 하중측 견치 치근의 근심과 치근단으로 0.8차, 원심으로 0.6차의 응력무늬가 나타났다(사진8). 비하중측 견치의 치근 근심과 치근단으로는 0.2차, 원심으로는 0.4차의 응력 무늬가 나타나며 구치부 하방의 잔존치조제에는 0.8-1.0차 정도의 응력무늬가 나타남을 볼 수 있었다(사진9).

4. 오 링 어태치먼트를 이용한 Overdenture

하중이 가해지는 제1대구치 후방에서부터 제2대구치 하후방 고정단으로 1.5-1.8차의 넓은 응력띠가 형성되어 있으며(사진10), 하중측 견치의 치근 근심부위와 치근단에 1.0차의 응력 무늬가 보여졌고 원심 부위에는 0.8차의 응력 무늬가 나타났다(사진11). 비하중측 견치부의 근심부위에 0.6차, 치근단에 0.8차, 원심부위에 0.6차의 응력무늬가 나타나며 비하중측 대구치 부위의 잔존치조제에서 0.8-1.0차 정도의 응력무늬를 볼 수 있었다(사진12).

5. 혼합 바형 어태치먼트를 이용한 Overdenture

하중측 제1대구치의 후하방으로 1.2-1.5차의 넓은 응력무늬띠가 나타났으며(사진13), 하중측 견치부 치근의 근심측과 치근단 부위에 1.2차, 원심측에 1.0차의 응력무늬가 생겨 있고(사진14), 비하중측의 견치 치근 근심측과 치근단에 1.0차, 원심부위에 1.2차의 응력무늬가 발생함을 볼 수 있으며 비하중측 대구치 하방에는 0.6-0.8차 정도의 비교적 적은 응력 무늬가 보여졌다(사진15)

Table 3. The fringe order at the loaded side

	PD-NS	PD-S	OD-TE	OD-OR	OD-CB
Edentulous ridge	2.0-2.2	2.0-2.2	1.8-2.0	1.5-1.8	1.2-1.5
Root area(mesial)	0.6	0.5	0.8	1.0	1.2
Root area(apex)	0.6	0.5	0.8	1.0	1.2
Root area(distal)	0.5	0.5	0.6	0.8	1.0

Table 4. The fringe order at the unloaded side

	PD-NS	PD-S	OD-TE	OD-OR	OD-CB
Edentulous ridge	0.8-1.0	0.8	0.8-1.0	0.8-1.0	0.6-0.8
Root area(mesial)	0.2	0.5	0.2	0.6	1.0
Root area(apex)	0.4	0.5	0.2	0.8	1.0
Root area(distal)	0.5	0.5	0.4	0.6	1.2

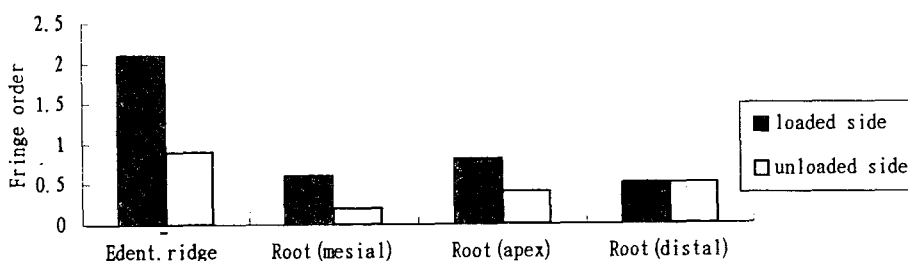


Fig. 3. Fringe order of removable partial denture with non-splinted abutment.

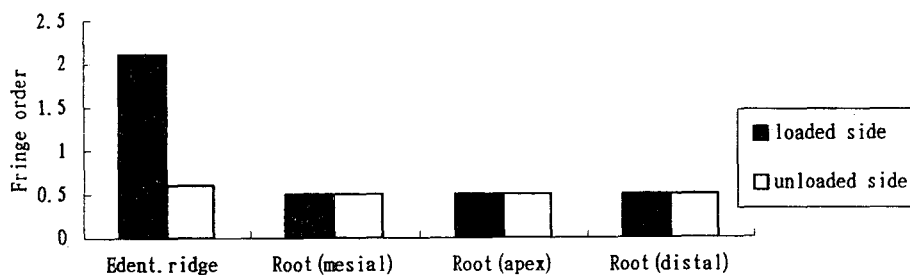


Fig. 4. Fringe order of removable partial denture with splinted abutment.

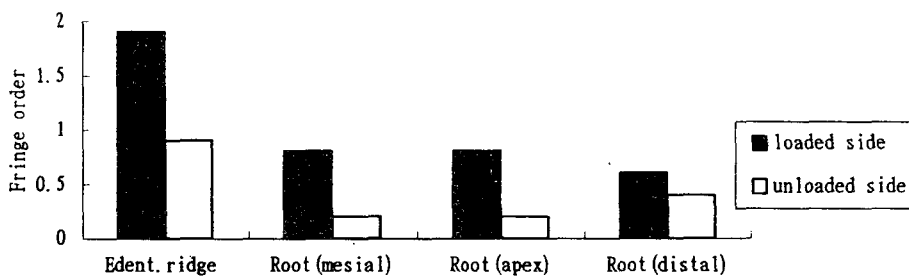


Fig. 5. Fringe order of overdenture with telescopic crown.

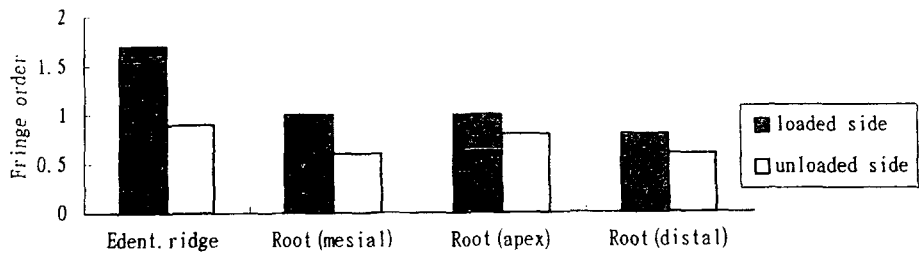


Fig. 6. Fringe order of overdenture with ORing attachment.

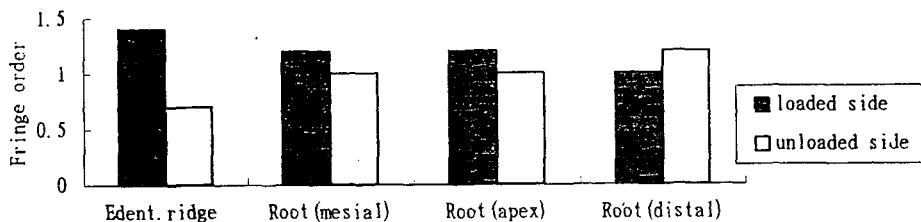


Fig. 7. Fringe order of overdenture with combination bar attachment.

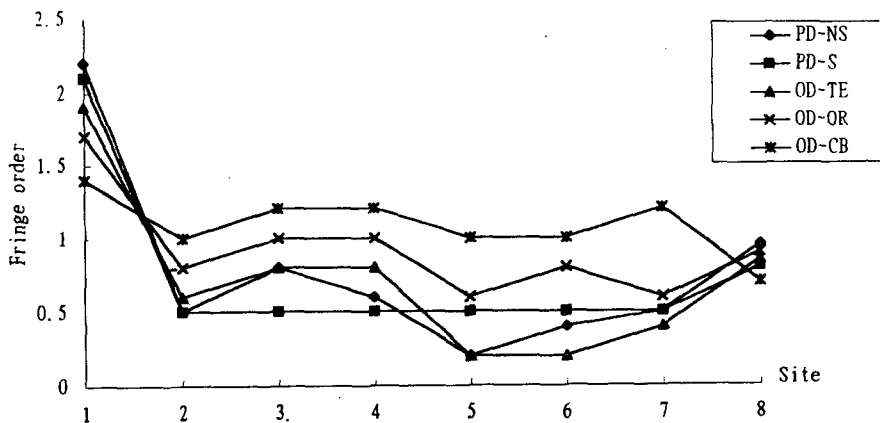


Fig. 8. Comparison of fringe order of five type dentures.

- | | |
|------------------------------------|--------------------------------------|
| 1. Edentulous ridge of loaded side | 5. Root mesial area of unloaded side |
| 2. Root distal area of loaded side | 6. Root apex area of unloaded side |
| 3. Root apex area of loaded side | 7. Root distal area of unloaded side |
| 4. Root mesial area of loaded side | 8. Edentulous ridge of unloaded side |

IV. 총괄 및 고찰

의치에 가해지는 하중은 지대치 및 주위 치조골, 의치상 하방의 잔존치조 조직에 전달되는데, 치근막과 치조 점막의 탄성의 차이로 인해서 의치 하방에서 발생하는 응력의 분포는 다양하며 의치 설계의 변화에 따른 응력의 분석은 매우 복잡하다³⁹⁾. 기능 운동시 의치의 설계에 따른 의치 하방의 응력분포의 변화를 분석하므로써, 지대치 및 치아 주위 조직등과 기타 구강악계에 위해 작용없이 기능을 발휘할 수 있는 이상적인 의치의 설계가 고려되어야 한다⁴⁰⁾. 일반적으로 물체에 외력이 가해지면 가해진 힘의 방향, 외력을 받는 물체의 형태 및 재질 종류에 따라 분산되는 내부응력의 양상이 달라지며, 이러한 내부응력은 물체내의 변형을 야기시키고, 그 크기가 클 때는 영구적인 변형 또는 파괴등을 초래할 수 있다. 치아 및 그 주위조직, 치과 보철물 등에서도 이러한 기본 원칙은 그대로 적용된다⁴¹⁾. 특히 하악은 이러한 응력에 아주 민감하여 퇴행성 변화를 일으키기 쉽다고 보고되고 있으며⁴²⁾ 그 이유로는 하악 지지면적은 상악 지지면적에 비해 상당히 감소되어 있으며 무치악 하악은 상악에 비해 형태 및 구조적으로 하중을 잘 견디어 낼 수 없게 되어 있기 때문이다⁴³⁾. 따라서 하악의 양측 견치가 잔존하는 경우 치아를 유지 보존하는 개념은 매우 중요한 의미를 지니게 된다. 본 연구에서는 하악 양측 견치를 지대치로 이용한 다섯 종류의 의치 설계를 통해 지대치와 잔존치조제에 가해지는 응력의 분포 및 정도를 비교 분석하여 보다 효율적인 응력의 분산을 얻고자 하였다.

의치의응력 분석 방법은 다이얼 게이지, 응력 측정 게이지, 광탄성 응력 분석법, 유한 요소법등이 이용되어 왔으며 최근에는 레이저를 이용한 방법도 개발되고 있다. 광탄성 응력 분석법은 크게 두가지 방법이 이용되고 있는데 첫번째 방법은 투과형 방법으로서 해석 대상의 물체를 빛이 투과할 수 있는 투명한 광탄성 재료로 모델을 제작하여 편광판 사이에 위치시키면 광원으로부터 나온 빛이 첫번째 편광판

(polarizer)를 통과함으로써 편광판의 방향과 일치하는 편광만 빠져 나오게 되며, 이 편광이 모델에 입사하게 되면 모델에 작용하고 있는 주 변형율의 차에 비례하여 빛이 굴절하면서 위상 지연(phase retardation)이 일어나게 되고 주 응력 방향으로 굴절된 빛이 두번째 놓인 편광판에 입사되면, 편광축 방향의 빛만 통과되면서 빛의 간섭을 일으키게 되며 응력무늬가 생기게 된다. 이 무늬를 이용해서 응력의 분포 및 정도를 알아내게 되는 것이다. 두번째 방법은 반사형 광탄성 실험 방법으로서 광탄성 재료의 반대편에 은색 분말 페인트를 도포하여 빛의 투과를 막고 광탄성 재료의 표면에서 생기는 간섭 무늬를 반사시켜 관찰하는 방법인데 기본 원리는 투과형 방법과 동일하나 빛이 광탄성 재료에 입사되었다가 다시 반사되어 나오기 때문에 2회의 위상 지연이 생긴다⁴⁴⁾. 본 연구에서는 두번째 방법인 반사형 광탄성 응력 측정법을 이용하여 3차원적인 하악골 모형의 설측면에 반사가 가능한 은색 분말 페인트를 도포하여 모형내에서 발생한 응력 무늬가 손쉽게 반사될 수 있게 하므로써 표면의 응력 분포 양상을 쉽게 관찰할 수 있었다. 원래 3차원적 모형의 응력 분석을 할때는 응력 동결법을 사용하여 각 모형의 입체 형상을 절개해가면서 응력 분포를 측정 분석하는 것이 원칙이나 이러한 경우에는 실험조건의 수만큼 광탄성 하악골 모형을 제작하여 일정 하중과 동결과정을 거쳐야 하는데, 실제 실험을 수행할 때는 각 모형에 동일조건을 부여한다는 것은 매우 힘든 일이다. 따라서 본 연구에서처럼 하나의 광탄성 하악골 모형을 만들어 그 모형에 잘 적합되는 의치를 여러개 제작하면, 실험조건을 일정하게 유지할 수 있다는 장점이 있어 의치 사이의 상대 비교가 가능하므로 실제 광탄성 모형의 형태는 3차원이나, 입체모형의 각 부위에 발생하는 응력을 손쉽게 관찰하기 위하여 2차원적인 반사형 응력측정 방법을 선택하였다.

본 연구에서는 의치의 설계를 크게 국소의 치와 overdenture로 나누었으며 각각의 경우에서 연결고정 장치를 부여한 쪽과 그렇지 않은 쪽으로 나누었다. 또한 overdenture에서 이중

관과 어태치먼트를 사용해서 지대치와 잔존치조제에 나타나는 응력의 변화를 관찰하였다.

국소의치의 경우, 의치를 장착한 환자에 있어서 지대치의 동요도가 증가되고 치주조직의 변화를 초래할 수 있다는 사실은 여러 연구를 통해서 보고되어져 왔다. Fenner⁴⁵⁾는 환자에게 국소의치를 장착시킨 후 7개월동안 관찰한 결과 점차 지대치의 동요도가 유발되었다고 하였으며, Goodkind⁴⁶⁾도 국소의치의 유도면과 파지부에 의해 지대치의 동요도가 증가되었다고 주장하였고, Bergman⁴⁷⁾은 국소의치에 가해지는 교합력과 이에 따른 치주조직의 변화에 대해서 언급하면서 연결고정의 유용성을 강조하였다. Hindel⁴⁷⁾은 국소의치에 의한 저작압은 환자 개인의 근육의 힘과 인공치의 수 및 크기등에 의해 결정되어지는데 이러한 힘은 기능 인상을 통해서 잔존치조제와 지대치에 골고루 분산되어야 하며 잔존치조제 혼자서 감당해서는 안 된다고 하였다. Bickley⁴⁵⁾는 응력의 분산을 위해서 견고한 주 연결장치와 %연결고정 장치를 제시하였으며, Applegate⁴⁸⁾는 후방연장 국소의치가 치주 인대를 통한 치조골 뿐만 아니라 치조점막을 통한 잔존치조제의 골조직으로도 지지되는데 과도한 하중집중을 막기 위해서는 지대치의 연결고정과 교합면의 크기를 줄여 주는 것이 필요하다고 하였다. Kratochvil⁴⁹⁾은 여러 가지 정밀 부착형 유지장치를 사용한 후방연장 국소의치를 장착시에 지대치를 연결고정할 경우 응력이 크게 감소했다고 하였으며, Glickman⁵⁰⁾은 연결고정시 응력이 더욱 치아 장축으로 전달된다고 하였다. Ferencz⁵¹⁾도 수직력에 대해서는 치주 인대 전체가 저항할 수 있으나 측방력에 대해서는 치주 인대중 일부만이 저항하므로 측방력이 지대치에 불리하게 작용하지만 연결고정을 해주면 치아의 회전 중심이 각 치아의 장축 위에서 두 치아 사이의 골 충격으로 이동하게 되어 이러한 측방력이 수직력으로 바뀐다고 하였다. Wright⁵²⁾는 후방연장 고정성 의치의 연구에서 기계역학적으로 볼 때 연결고정을 해주면 지대치의 회전 중심이 개개 치아의 장축상에서 두 치아간의 골충격으로 이동하게 되어 연결된 두 치아는 후방 치아의

교합면에 가해지는 수직력에 대해서 회전력으로 작용하나 이러한 회전 중심의 이동량은 크지 않아 회전력은 상대적으로 작으며 따라서 연결고정은 바람직하다고 하였다. 그러나 치주염 등의 결과로 골 흡수가 진행되어 지지조직이 전반적으로 감소한 경우 연결고정의 효과가 달라지게 된다. Waerhaug⁵³⁾은 연결고정이 치주 치료에 보조적 역할을 한다는 것을 부정하고, 연결고정은 단지 저작 기능의 회복이나 보철적인 목적으로만 행해져야 한다고 하였다. Nyman⁵⁴⁾은 염증이 없고 지지 조직의 감소로 지대치의 동요가 있는 경우 연결고정으로 안정화될 수 있다고 하였고 이때 균형 교합이 필요하다고 하였다. 수평적 골 흡수가 있는 경우의 응력에 대해서도 이미 연구가 있었는데, Sulik⁵⁵⁾은 고정성 가공 의치에서 20%, 40%의 골 흡수를 가산하여 광탄성으로 실험한 결과 20%의 골 흡수가 일어날 때 응력이 급격히 증가하였으나 40%로 골 흡수가 더 진행되어도 20%보다 조금 더 응력이 증가하는데 그쳤으며 이때 연결고정된 보철물을 장착해주면 응력의 분산을 볼 수 있어 효과적이었다고 하였다. 골 흡수가 진행된 경우에는 연결고정이 효과적이라는 사실은 이상의 연구에서 일치되어진다. 본 연구에서는 국소의치에서 하악 양측 견치를 연결고정한 경우 하중측과 비하중측의 겨니에 가해지는 응력의 무늬차수가 0.5차로써 비교적 고르게 분포됨을 알 수 있었다. 반면에 연결고정을 하지 않은 경우 하중측 견치에는 0.5-0.8차의 비교적 높은 응력이 나타났고 비하중측 견치에는 0.2-0.5차의 낮은 응력이 보여졌다. 국소의치나 overdenture의 경우 모두에서 연결고정을 한 경우 지대치로의 응력의 분산이 효과적이었으며 이는 선학들의 연구 결과와 일치되는 것으로 사료된다.

Overdenture는 1856년 Ledger⁵⁶⁾가 처음 소개한 이래, 치아나 치근을 이용하는 방법으로 술식은 다소 상이하나 이중관을 이용한 의치, 어태치먼트를 이용한 의치, 치아지지형 의치등으로 보고되었다. 치아를 잔존시킴으로서 치조골의 흡수를 감소시키는 것 이외에 의치의 안정 및 유지를 증가시킬 수 있다. Loisel⁵⁷⁾과 Ri-

sin등⁵⁸⁾은 의치하방에 치근을 보존함으로써 잔존치조골의 손실을 지연시키며 치근막 감각수용기의 기능을 유지시킴으로서 음식을 보다 효율적으로 저작할 수 있고 상, 하악 관계 및 고경에 대해서 인지할 수 있는 능력을 증가시켜 준다고 하였다. 또한 Miller⁵⁹⁾는 치아를 생물학적 안정기로 이용함으로써 치조제의 형태유지, 치근막의 감각수용기에 의한 신경근 기구의 조절로 정상적인 저작운동 기능을 이행할 수 있다고 보고하였다. 소수 치아만 잔존하여 치아를 발거하고 총의치로 해 주는 경우 치조제의 과도한 흡수가 문제점으로 지적되는데 Atwood⁶⁰⁾와 Tallgren⁶¹⁾은 의치 기능하에서 상악보다 하악의 경우에 4배정도 치조골의 흡수가 심하다고 보고하였다. Reitz등⁶²⁾은 overdenture를 오랫동안 장착했을 경우 치주 질환의 발생빈도가 주요 문제점이라고 지적했고 Toolson등⁶³⁾은 overdenture의 장착시 지대치의 우식증이 현저히 증가했다고 보고하였으며 Ettiger등⁶⁴⁾은 구강의 청결유지가 overdenture의 성패를 좌우한다고 보고하였다. 본 연구에서는 overdenture를 사용한 경우 국소의치를 사용한 경우에 비해서 구치부 잔존치조제에 가해지는 응력은 작았으며 지대치에 가해지는 응력은 컸다. 이는 국소의치가 대부분의 응력을 구치부 잔존치조제가 감당하는 것에 비해서 overdenture의 경우에서 지대치로의 응력 분산이 이루어진 것으로 생각된다.

overdenture를 만들기 위해 양측 견치에 사용되는 어태치먼트는 두 치아를 연결하여 연결고정 효과를 기대하는 바형 어태치먼트와 독립적으로 치아에 사용되는 stud형 어태치먼트로 나눌 수 있으며 바형 어태치먼트가 보다 유지력이 좋고 안정성을 부여한다는 많은 선학들의 보고⁶⁵⁾를 참고하면 바형 어태치먼트의 사용이 효과적이라고 할 수도 있으나 stud형 어태치먼트에 비하여 부피를 많이 차지하여 혀에 이물감을 줄 수 있고 술식이 복잡하며 비용이 추가되는 단점이 있다. 임상적으로 바형 어태치먼트로는 Dolder 바, Hader 바등이 많이 사용되고 있다. 일반적으로 stud형 어태치먼트는 바형 어태치먼트에 비하여 술식이 간단하고

구강 위생의 유지가 쉬운 장점이 있다. 따라서 동일한 구강 조건시 바형 어태치먼트와 stud형 어태치먼트의 응력 분포를 비교하여 바에 의한 연결고정 효과와 각 어태치먼트가 지니고 있는 생체 역학적 특성을 검토하는 것이 필요하리라 사료되어진다. 본 연구에서도 바에 의한 연결고정 효과를 고찰해 보면 하중시 비하중측에서 오링 어태치먼트보다 혼합 바형 어태치먼트에서 근단부의 응력이 큰 경향을 보였는데 이것은 연결된 바에 의하여 하중의 수직 요소가 비하중측으로 더 많이 전달되어 나타나는 것으로 사료된다. 혼합 바형 어태치먼트로 연결고정한 경우 지대치의 하중측과 비하중측에 나타나는 응력의 무늬차수가 1.0-1.2차로 차이를 보이지 않으므로 지대치의 응력의 분산에는 효과적이라 사료된다. 이것은 혼합 바형 어태치먼트를 사용한 의치가 보다 안정적이고 유지력이 강하다는 선학들의 주장과 일치하는 것으로 사료된다⁶⁶⁾. Overdenture의 주된 목적은 잔존지지 조직을 보존하며 구강내 기능들을 장기간 효율적으로 유지할 수 있도록 하는데 있고 이를 위해서 교합압을 가능한 한 지대치 장축 방향으로 전달되게 하고 후방 잔존치조제로 적절히 분산해 주어야 한다. Morrow등⁶⁷⁾은 생활치아를 지대치로 사용하기보다는 근관치료를 시행한 후 치관부위를 제거한 치근을 사용함으로써 치관대 치근비를 개선하여 지대치로 집중되는 응력을 감소시킬 수 있다고 하였고, Sulik⁶⁸⁾은 광탄성 실험으로 치관대 치근비가 클수록 지대치의응력이 커짐을 증명한 바 있다. 즉 치관이 작을수록 지대치에는 응력이 작게 가해진다는 것을 주장하였다. 본 연구에서는 이중관을 상%한 overdenture에서 어태치먼트를 사용한 overdenture에서보다 지대치로의 응력분산이 작게 되었으며 유지력에 있어서도 작게 나타났다. Dolder등⁶⁹⁾은 바형 어태치먼트 사용시 고립된 약한 지대치에 연결고정 효과를 기대할 수 있다고 했는데, Mensor등은 오히려 강한 지대치를 약하게 하고 별 효과를 기대할 수 없다고 했다. 본 연구에서도 혼합 바형 어태치먼트를 사용한 overdenture의 경우에서 오링 어태치먼트나 이중관을 사용한 overden-

ture와 비교했을 때 비하중측 지대치에 응력분산 효과를 보였으며 양측 지대치에 가해지는 응력의 양은 가장 컸다. 지대치에 수직성분의 외력이 가해지는 것이 측방력보다는 치주조직을 보존하는데 유리하다는 것은 잘 알려진 사실이며 연결고정은 측방력을 수직력으로 바꾸어 준다는 의미에서 지대치에 유리하게 작용을 했다. 오 링 어태치먼트를 설계한 경우 이중관에 비해 지대치에 보다 많은 응력이 가해졌는데 Warren의 경우도 비슷한 결과를 보고한 바 있다. Overdenture에서 유지력이나 안정성이 문제되지 않는다면 이중관을 사용한 경우가 지대치에 대해 가장 작은 응력을 나타냈으므로 지대치에는 가장 유리하다고 생각된다.

본 연구는 국소의치와 overdenture에서의 연결고정의 역할과 어태치먼트의 종류에 따른 치아 지지부의 응력 분포의 변화를 살펴 보았다. 실험모형에 치밀골이 설정되지 않고 하악골의 생리적 휨 현상이 부여되지 않아 한계성은 있지만 한정된 범위내에서 개략적이고 전체적인 현상을 파악하고자 하였으므로 의치사이의 상대적 비교는 가능하리라 사료된다. 광탄성 모형의 제작 과정 중 생기는 잔류 응력과 하중 장치에 광탄성 모형을 고정시킬 때 후방에서 잡아주는 힘에 의해 생기는 잔류 응력들이 실험상의 오차를 만들 수 있는 소인들이었으며 하중을 가한 후 나타난 응력무늬를 사진 촬영하는 데 있어서 일정한 방향과 동일한 조건을 유지하는 것도 실험상의 오차를 줄이는 데 중요하리라 생각되었다. 견치 잔존의 증례에서 본 연구에서 언급한 의치의 설계외에도 다른 많은 의치의 설계가 존재할 것이고 궁극적으로 추구하고자 하는 지대치와 잔존치조제에 가해지는 응력의 분산을 위해서는 향후에도 더 많은 연구가 필요하리라 사료된다.

V. 결 론

본 연구는 하악 견치 잔존시 의치의 설계에 따라 지대치 지지조직 및 잔존치조제에 가해지는 응력의 분포 및 크기를 연구하기 위하여 광탄성 모형을 제작하고 그 위에 5종의 의치를

제작하여 장착시킨 다음 12kg의 수직 하중을 제1대구치 부위에 가한 후 나타나는 응력을 광탄성 분석법으로 연구한 결과 아래와 같은 결론을 얻었다.

1. 국소의치에서 지대치 주위 조직에 나타나는 응력의 양은 연결고정하지 않은 국소의치의 하중측에서 가장 크게 나타났고, 연결고정한 두 견치, 연결고정하지 않은 비하중측 견치의 순으로 나타났으며, 연결고정한 두 견치에서의 응력의 양은 차이를 보이지 않았다.
2. 하중측 잔존치조제에 나타나는 응력의 양은 견치를 연결고정한 국소의치와 연결고정하지 않은 국소의치에서 차이를 보이지 않았다.
3. 혼합 바 어태치먼트를 이용한 overdenture의 경우 양측 견치로의 응력 집중이 가장 컸고 이중관을 이용한 overdenture의 경우 가장 작았다.
4. 어태치먼트를 사용한 overdenture의 경우 국소의치에 비해서 잔존치조제에 가해지는 응력은 작았고 지대치에 가해지는 응력은 컸다.

참 고 문 헌

1. 윤성일, 장익태 : 양측성 유리단 국소의치의 설계 변화에 따른 광탄성응력 분석에 관한 연구, 대한치과의사협회지, 23 : 45, 1985.
2. 이호용 : clasp의 형태의 변화에 따라 지대치에 가해지는 수평압력에 관한 연구. 대한치과의사협회지, 11 : 811, 1970.
3. Atwood DA : Some clinical factors related to rate of resorption of residual ridges, J Prosthet Dent 12 : 441, 1962.
4. Atwood DA, and Coy WA : Clinical, cephalometric, and densitometric study of reduction of residual ridges, j Prosthet Dent 26 : 280, 1971.
5. Carlsson GE : Changes in the jaws and facial profile after extractions and prosthetic treatment, Trans. Roy.Sch.Dent.Series 2 : 12, 1967.

6. Pacer FJ : An evaluation of occlusal force discrimination by denture wearers, M.S. thesis. Matwood, III., Loyola Univ. School of Dentistry. 1971.
7. Morrow RM, et al : Tooth-supported complete dentures. An approach to preventive prosthodontics, J Prosthet Dent 21 : 513, 1969.
8. Bunting RW : Oral hygiene. ed. 2. Lea & Febiger. Philadelphia, 1954.
9. Craig RG, Farah JW, and El-Tahawi HM : Three-dimensional photoelastic stress analysis of maxillary complete dentures, J Prosthet Dent 31 : 122, 1974.
10. Glickman I et al : Photoelastic analysis of internal stresses in the periodontium created by occlusal forces, Photoelastic analysis periodontium, J Periodontol 41 : 30, 1970.
11. Hirschtritt E : Removable partial dentures with stress-broken extension bases. J Prosthet Dent 7 : 318, 1957.
12. Nally JN : Method of handling abutment teeth in Class I partial dentures. J Prosthet Dent 0 : 561, 1973.
13. Reitz PV, Sanders JL, and Caputo AA : A photoelastic study of split palatal major connector. J Prosthet Dent 41 : 19, 1984.
14. Bergman B : Periodontal reactions related to removable partial dentures : A literature review. J Prosthet Dent 58 : 454, 1987.
15. Bickley RW : Combined splint-stress breaker removable partial denture. J Prosthet Dent 21 : 509, 1969.
16. Zinner ID, Panno FV : The Dental clinics of North America : WB Saunders, CO., 31 : 383, 1987.
17. Thayer HH, and Caputo AA : Photoelastic stress analysis of overdenture attachments. J Prosthet Dent 43 : 611-617, 1980.
18. Crum Rg, and Rooney GE : Alveolar bone loss in overdentures : A five year study. J Prosthet Dent 2 : 210, 1952.
19. Kabcenell JL : Tooth-supported complete dentures J Prosthet Dent 26 : 251-257, 1971.
20. Kay WD, and Abes MS : Sensory perception in overdenture patients. J Prosthet Dent 35 : 615-169, 1976.
21. Zamikoff II : Overdentures-theory and technique. J Am Dent Assoc 86 : 853-857, 1973.
22. White KC, and Ramus DL : Two-stage impression technique for overdentures. J Prosthet Dent 61 : 452-457, 1989.
23. Warren AB, and Caputo AA : Load transfer to alveolar bone as influenced by abutment designs for tooth-supported dentures. J Prosthet Dent 33 : 137-148, 1975.
24. Dolder EJ : The bar joint mandibular denture. J Prosthet Dent 11 : 689, 1961.
25. Ettinger RL, Taylor TD, and Scandrett FR : Treatment needs of overdenture patients in a longitudinal study : Five year results. J Prosthet Dent 52 : 532, 1987.
26. Brewer AA, and Morrow RM : Overdentures. St. Louis, 1980. 2th. ed, The C.v.Mosby CO.
27. Gerber A, and Muhlemann HR : Tooth mobility changes during treatment with partial denture prosthesis. J Prosthet Dent 6 : 520, 1956.
28. Augsburger RH : The Gilmore attachment. J Prosthet Dent 16 : 1090, 1966.
29. Kabcenell JL : Stress breaking for partial dentures. J Am Dent Assoc 18 : 593, 1961.
30. Gindea AE : A retentive device for removable dentures. J Prosthet Dent 27 : 501, 1972.
31. Muhlemann HR : Periodontometry, a method measuring tooth mobility. Oral Surg 4 : 1220, 1951.
32. Frechette AR : The influence of partial de-

- ntur design on distribution of force to abutment teeth. *J Prosthet Dent* 6 : 195, 1958.
33. Kratochvil FJ, and Caputo AA : Photoelastic analysis of pressure of teeth and bone supporting removable partial dentures. *J Prosthet Dent* 32 : 252, 1974.
 34. Thompson WD, Kratochvil FJ, Caputo AA : Evaluation of photoelastic stress patterns produced by various designs of bilateral distal-extension removable partial denture. *J Prosthet Dent* 38 : 261, 1977.
 35. White JT : Visualization of stress and strain related to removable partial denture abutment. *J Prosthet Dent* 40 : 143, 1978.
 36. Craig RG and Farah JW : Stress from loading distal extension removable partial denture. *J Prosthet Dent* 39 : 274, 1978.
 37. Takahashi N, Kitagami T and Komori T : Analysis of stress on a fixed partial denture with a blade-vent implant abutment. *J Prosthet Dent* 40 : 186, 1978.
 38. Burns DR et al : Prospective clinical evaluation of mandibular overdentures : Part I-retention, stability and tissue response, *J Prosthet Dent* 73 : 354, 1995.
 39. McCartney JW : Motion vector analysis of an abutment for a distal-extension removable partial denture : A pilot study. *J Prosthet Dent* 43 : 15, 1980.
 40. Laney WR, Tolman DE et al : Tissue integration in oral orthopedic and maxillofacial reconstruction, Quintessence Publ. Co., Chicago, 1992.
 41. Load JL and Teel S : Photoelasticity as a research technique for analyzing stress in dental structures. *J Dent Res* 34 : 831–838, 1955.
 42. Tallgren A : The continuing reduction of the residual alveolar ridges in complete denture wearers : A mixed longitudinal study covering 25 years. *J Prosthet Dent* 27 : 120–127, 1972.
 43. Quinlivan JT : An attachment for overdentures. *J Prosthet Dent* 32 : 256–261, 1974.
 44. Anderson J and Lammie G : A clinical survey of partial denture. *Br. Dent. J.* 92 : 59, 1952.
 45. Fenner W, Gerber A, Muhlemann HR : Tooth mobility changes during treatment with partial denture prosthesis. *J Prosthet Dent* 6 : 520, 1956.
 46. Goodkind RJ : The effects of removable partial dentures on abutment tooth mobility : A clinical study. *J Prosthet Dent* 30 : 139, 1973.
 47. Hindel GW : Stress analysis in distal extension partial dentures. *J Prosthet Dent* 7 : 197, 1957.
 48. Applegate OC : An evaluation of the support for the removable partial denture. *J Prosthet Dent* 10 : 112, 1960.
 49. Kratochvil FJ, Thompson Wd, Caputo AA : Photoelastic analysis of stress patterns on teeth bone with attachment retainers for removable partial dentures. *J Prosthet Dent* 46 : 21, 1981.
 50. Glickman I, Stien RS, Smulow JB : The effects of increased functional upon the periodontium of splinted and nonsplinted teeth. *J Clin Periodontol* 41 : 30, 1970.
 51. Ferencz JL : Splinting. *Dent Clin North Am* 30 : 383, 1987.
 52. Wright KWJ, Mech MI, Yettram AI : Reactive force distributions for teeth when loaded singly and when used as fixed partial denture abutments. *J Prosthet Dent* 42 : 411, 1979.
 53. Waerhaug J : Justification for splinting in periodontal therapy. *J Prosthet Dent* 22 : 201, 1969.
 54. Nyman S, Lindhe J : Prosthetic rehabilitation of patients with advanced periodontal

- disease. *J Clin Periodontol* 3 : 135, 1976.
55. Sulik WD, White JT : Modification of stresses surrounding abutment teeth for fixed partial dentures induced by various levels of periodontal support : A photoelastic study, *J Prosthet Dent* 46 : 32, 1981.
 56. Ledger E : On preparing the mouth for the reception of a full set of artificial teth. *Br. J. Dent. Sci.* 1 : 90, 1856.
 57. Loiselle RJ, Crum RJ, Rooney GE, Stuver CJ : The physiologic basis for the overlay denture. *J Prosthet Dent* 28 : 4, 1972.
 58. Rissin L, House JE, Manly RS, Kapur KK : Clinical comparision of masticatory performance and electromyographic activity of patients with complete dentures, overdentures, and natural teet. *J Prosthet Dent* 39 : 508, 1978.
 59. Miller PA. : Complete denture supported by natural teeth. *J Prosthet Dent* 8 : 924, 1938.
 60. Atwood DA : Clinical, Cephalometric, and densitometric study of the reduction of the residual ridges. *J Prosthet Dent* 26 : 293, 1971.
 61. Tallgren A : The continuing reduction of the residual alveolar ridges in complete denture weares : A mixed longitudinal study covering 25years. *J Prosthet Dent* 27 : 120, 1972.
 62. Reitz Pv, et al : An overdenture survery : Preliminary report. *J Prosthet Dent* 37 : 246, 1977.
 63. Toolson LB, Smith DE and Phillips C : A 2-year longitudinal study of overdenture patients, partIII. Assesmsent of the periodontal health of overdenture abutments. *J Prosthet Dent* 47 : 4, 1982.
 64. Ettiger RL, Taylor TD and Scandrett FR : Treatment needs of overdenture patients in a longitudinal study : Five-year results. *J Prosthet Dent* 52 : 532, 1984.
 65. Crum RJ and Rooney GE : Alveolar bone loss in overdentures : A 5-year study. *J Prosthet Dent* 40 : 610–613, 1978.
 66. Spiekermann H, etl al : *Implantology*, P.81 and P.141, Thieme Medical Publishers Inc., New York, 1995.
 67. Morrow RM, et al : Tooth-supported complete dentures : Description and clinical evaluation of a simplified technique. *J Prosthet Dent* 22 : 414, 1969.
 68. Dolder EJ and Durrer GT : *The Bar-Joint Denture : A Practical Textbook*, Quintessense Publishing Co.Inc., Chicago, 1978.

논문 사진부도 설명

- 사진부도 1. 연결고정하지 않은 지대치를 이용한 국소의치의 하중측 구치부 잔존치조제의 응력분포
- 사진부도 2. 연결고정하지 않은 지대치를 이용한 국소의치의 하중측 견치치근 부위의 응력분포
- 사진부도 3. 연결고정하지 않은 지대치를 이용한 국소의치의 비하중측 견치근 부위와 구치부 잔존치조제의 응력분포
- 사진부도 4. 연결고정한 지대치를 이용한 국소의치의 하중측 구치부 잔존치조제에서의 응력분포
- 사진부도 5. 연결고정한 지대치를 이용한 국소의치의 하중측 견치근 부위의 응력분포
- 사진부도 6. 연결고정한 지대치를 이용한 국소의치의 비하중측 견치치근 부위와 구치부 잔존치조제의 응력분포
- 사진부도 7. 이중관을 이용한 overdenture의 하중측 구치부 잔존치조제의 응력분포
- 사진부도 8. 이중관을 이용한 overdenture의 하중측 견치치근 부위의 응력분포
- 사진부도 9. 이중관을 이용한 overdenture의 비하중측 견치기근 부위와 구치부 잔존치조제의 응력분포
- 사진부도 10. 오 링 어태치먼트를 이용한 overdenture의 하중측 구치부 잔존치조제의 응력분포
- 사진부도 11. 오 링 어태치먼트를 이용한 overdenture의 하중측 견치치근 부위의 응력분포
- 사진부도 12. 오 링 어태치먼트를 이용한 overdenture의 비하중측 견치치근 부위와 구치부 잔존치조제의 응력분포
- 사진부도 13. 혼합 바형 어태치먼트를 이용한 overdenture의 하중측 구치부 잔존치조제의 응력분포
- 사진부도 14. 혼합 바형 어태치먼트를 이용한 overdenture의 하중측 견치치근 부위의 응력분포
- 사진부도 15. 혼합 바형 어태치먼트를 이용한 overdenture의 비하중측 견치치근 부위와 구치부 잔존치조제의 응력분포

사진부도 1



사진 1



사진 2



사진 3

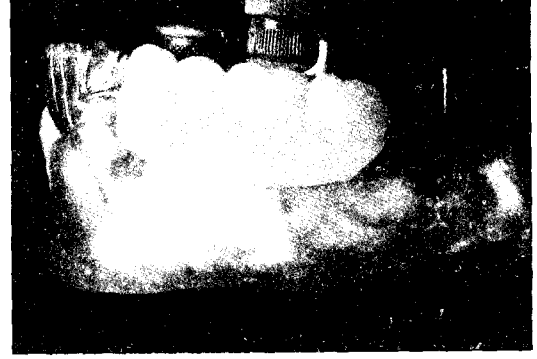


사진 4

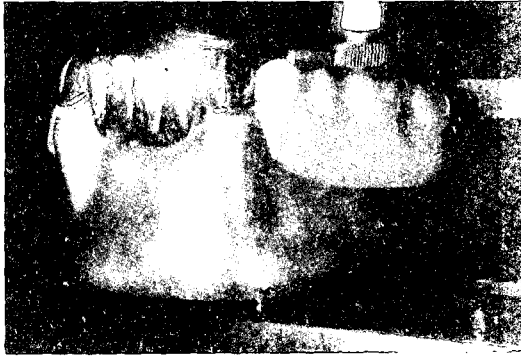


사진 5



사진 6

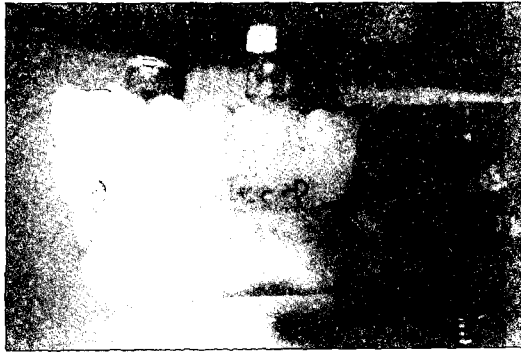


사진 7

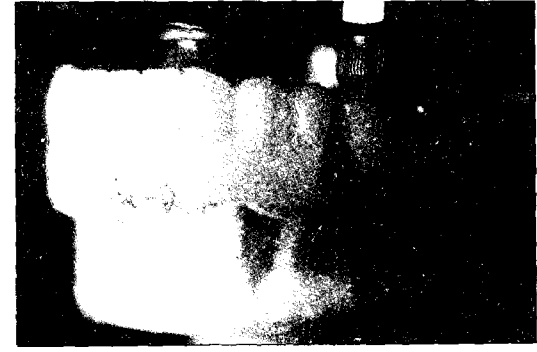


사진 8

사진부도 2

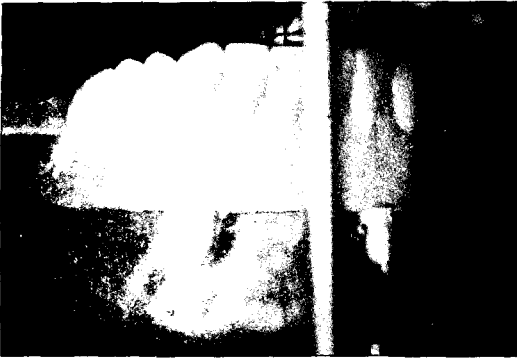


사진 9



사진 10



사진 11

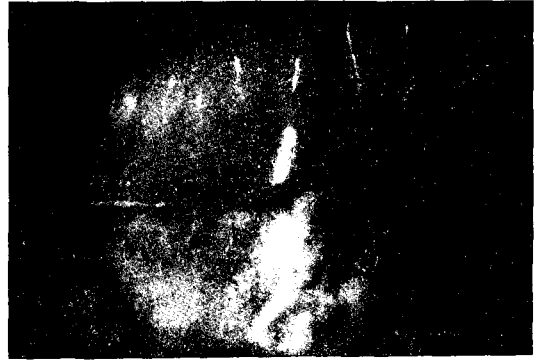


사진 12

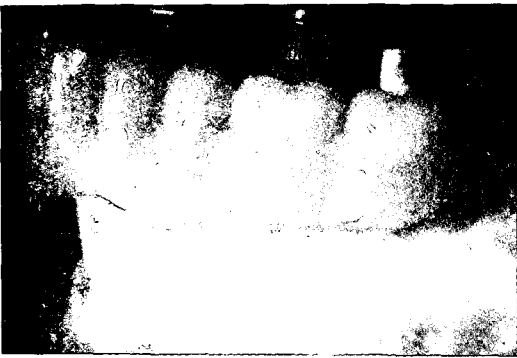


사진 13



사진 14



사진 15

Abstract

A PHOTOELASTIC STRESS ANALYSIS ON TOOTH SUPPORTING STRUCTURE AND RESIDUAL RIDGE ACCORDING TO DENTURE DESIGN FOR REMAINING MANDIBULAR CANINES

Il-Pyung Kim, Joon-Won Koh, Tai-Ho Jin

Dept. of Prosthodontics, College of Dentistry, Wonkwang University

The purpose of this study was to evaluate the stress patterns developed in abutment and residual ridge according to removable denture design in case of remaining mandibular canines.

The removable denture designs in this study were as follows :

1. Removable partial denture with non-splinted abutment
2. Removable partial denture with splinted abutment
3. Overdenture with telescopic crown
4. Overdenture with O-Ring attachment
5. Overdenture with combination bar attachment

Photoelastic stress analysis was used to record the isochromatic fringe patterns and to calculate principal stress components at measuring points.

The results were as follows :

1. In case of removable partial denture with non-splinted abutment, stress of root area at the loaded side was the largest. No significant differences in stress of root area were observed between loaded side and unloaded side.
2. No significant differences in stress of residual ridge at the loaded side were observed between removable partial denture with splinted abutment and removable partial denture with non-splinted abutment.
3. In case of combination bar attachment retained overdenture, stress of root area was the largest and in case of telescopic crown retained overdenture, stress of root area was the lowest.
4. In case of attachment retained overdenture, stress of residual ridge was lower but stress of root area was larger than in case of removable partial denture.