

편측후방연장 국소의치에서 인상채득 방법과 클래스프 설계에 따른 지대치의 응력분석에 관한 연구

원광대학교 치과대학 치과보철학교실 및 원광치의학연구소

안희영 · 김광준 · 조혜원 · 진태호

I. 서 론

가철성 국소의치에서 의치에 가해지는 힘은 지대치와 잔존 치조제에 집중적으로 전해지는데 이를 효과적으로 분산시키는 것이 국소의치의 성공과 실패에 직접적으로 영향을 미친다. 특히 편측후방연장 국소의치에서의 의치 설계는 지대치 주위조직과 잔존 치조제에 미치는 영향을 최소화하고 그 응력을 골고루 분산시켜주어야 한다. 종종 국소의치의 지대치가 견딜 수 없을 정도의 강한 힘이 가해지면 지대치는 동요가 생긴다. 선학들은 지대치에 가해지는 응력을 효과적으로 분산시키기 위해 국소의치 유지장치의 설계를 다양하게 연구하여왔다.^{1,2)}

후방연장 국소의치에 교합력이 가해지면 최후방 지대치의 지점 주위에서 회전운동이 일어난다.³⁾ 이런 현상은 의치의 기능을 저하시키고 환자의 불편을 초래할 뿐만 아니라 의치의 지지조직에도 심각한 영향을 미친다. McCartney⁴⁾는 근심면 레스트가 원심면 레스트에 비해 의치의 회전운동을 줄일 수 있다고 하였으며, Talyor⁵⁾는 의치상의 적합이 좋고 충분히 연장되어 있다면 클래스프 설계 변화에 따른 영향은 미약하다 하였다. 또한 Igarashi 등⁶⁾은 점막조직의 지지는 여러 가지의 다양한 유지장치의 국소의치에서 반드시 필요한 역할을 수행한다 하였다.

가공선 클래스프는 의치상의 측방운동이 일어날 때 적은 힘을 발생시키고 바형 클래스프는 의치상이 수직운동을 하는 동안 보다 적은 힘을 지대치에 전달한다.⁷⁾ Cecconi⁸⁾의 연구에서는 RPI 클래스프의

국소의치에서 다른 유지장치의 국소의치보다 더 많은 지대치의 움직임이 보고되었다. 정⁹⁾은 지대치의 동요도를 달리하고 클래스프의 설계에 따른 지대치의 응력분석에서 주지대치의 설측에서 동요도에 관계없이 Akers 클래스프에서 응력이 가장 크게 나타난다고 하였다.

국소의치는 저작력에 의한 의치의 움직임의 차이에 따라 지대치와 잔존치조제에 가해지는 응력이 다르게 나타날 수 있기 때문에 정확한 인상법이 요구된다. 인상재는 부가중합형 실리콘과 폴리에테르가 가장 정확한 인상재로 알려져 있다. 하지만 Linke 등¹⁰⁾은 부가중합형 실리콘이 비가역성 하이드로콜로이드보다 좋은 점을 발견하지 못했다고 하였다. 국소의치 설계시 인상방법과 인상재에 따라 후방연장 국소의치의 수직적 움직임이 다르게 나타난다는 보고가 있으며^{11,12)} 기성트레이와 비가역성 하이드로콜로이드의 조합은 의치의 많은 움직임을 나타낸다.¹³⁾

기성 트레이를 이용한 인상은 무치악 치조제에 대한 압력을 조절할 수 없고 인상재의 균일한 두께를 얻을 수 없다. 반면 개인 트레이를 이용한 개조 모형 인상법은 무치악부의 지지형태를 성공적으로 재현할 수 있다.¹¹⁾ 또한 인상재의 차이도 간과할 수 없으며, Leupold 등¹²⁾은 7명의 양측성 후방연장 국소의치 환자에서 인상재의 종류와 인상방법에 따른 국소의치의 수직 움직임을 폴리실플라이드 러버를 사용한 개조 모형 인상법과 같은 재료의 변형 형성된 개인 트레이 인상을 이용하여 비교 연구하였다.

본 연구는 국소의치 설계시 잔존 치조제의 인상방

법에 따른 지대치의 응력분포를 연구하기 위하여 편측 후방연장 국소의치에서 무치악부의 인상방법과 유지장치의 설계를 달리한 후 스트레인 게이지 응력 분석법으로 연구한 결과 다소의 지견을 얻었다.

II. 연구재료 및 방법

1. 연구모형의 제작

파라핀 왁스로 하악골의 외형을 만들고 치근이 있는 기성 레진치아(Dental Study Model, Shin Dental Co.)를 왁스 모형에 심은 다음 좌측 제2소구치, 제1대구치, 제2대구치를 제거하여 편측 후방 무치악상태를 형성하였다.

실리콘 인상재(Perfect-F, J.P. Korea Ltd.)를 사용하여 실험용 모형 제작을 위한 음형을 제작하고 파라핀왁스를 제거한 후 레진치를 제작자에 정확히 위치시키고 치근 부분에 공업용 실리콘(KE-1300, Shin-Etsu Chemical Co. Ltd., Japan)을 2~3회 도포하여 약 0.3mm 두께의 치주인대를 재현하였다. 그 다음 에폭시 레진(Epoxy-die, Ivoclar Co., Germany)을 사용하여 모형을 제작하였다.

잔존 치조제 부위를 삭제한 후 실리콘 인상재로 2mm 두께의 탄력성 치조점막을 재현하였다.

2. 보철물 제작

무치악부 지대치는 니켈-크롬 합금을 이용하여 견치와 제1소구치를 연결고정하고 유치악부는 제1, 2대구치를 사용하여 Double Akers 클라스프를 위한 지대치를 형성하였다. 기성 트레이와 비가역성 하이드로콜로이드를 사용하여 제작된 모형의 인상을 채득하고 국소의치를 제작하였다.

유지장치의 종류에 따른 국소의치의 제작은 다음과 같다.

1) Akers 클라스프 유지 국소의치

직접유지장치로 좌측 제1소구치에 원심교합면 레스트의 Akers 클라스프를, 우측 제1, 2대구치에 double Akers 클라스프를 설계하였고 간접유지장치로 우측 제1소구치의 근심 교합면에 레스트를 설계하였다.

2) RPI 클라스프 유지 국소의치

직접유지장치로 좌측 제1소구치 협측에 I-bar를, 원심면에 인접판을, 근심 교합면에 레스트를 설계하였고 유치악부는 1)의 방법과 같다.

3) 가공선 클라스프 유지 국소의치

직접유지장치로 좌측 제1소구치 협측에 가공선 클라스프를, 설측에 캐스트 클라스프를, 원심 교합면에 레스트를 설계하였다. 유치악부는 1)의 방법과 같다.

3. 스트레인 게이지의 부착

좌측 제1소구치의 치조골 협, 설측에 길이 1mm의 3축 로제트 스트레인 게이지(KFG-1-120-D17-2, Kyowa Electronic Instruments, Japan)를 부착하였다.

4. 응력 시험

해부학적 인상으로 제작된 각기 다른 유지장치 형태에 따른 국소의치의 좌측 제1대구치의 중심외에 5, 10, 15kg의 수직하중을 정하중기를 사용하여 차례대로 가했다. 각각의 하중을 가한 후 1분이 지난 다음에 응력을 측정했으며 응력 측정 후 재료의 변형을 회복을 고려하여 측정 5분 후에 다음 하중을 가하고 응력을 측정했다. 스트레인 게이지의 도선은 scanner (Model 6100, Vishay, Measurements group, Inc., Raleigh, U.S.A.)와 컴퓨터용 소프트웨어인 strain smart program (version 1.11, Vishay, Measurements group, Inc., Raleigh, U.S.A.)에 연결하였다. 각 하중에 따른 스트레인값과 Von Mises 응력을 strain smart program에서 구하였다.

해부학적 인상을 채득한 국소의치의 응력 측정 후 의치상 하부를 다시 약 1mm 정도 삭제하고 폴리설 파이드 리버모 모형 상에서 기능인상을 채득하여 자가중합 레진을 사용하여 첨상하였다. 같은 방법으로 scanner와 strain smart program을 사용하여 스트레인 값과 Von Mises 응력을 측정하였다.

Ⅲ. 연구성적

1. 유지장치에 따른 지대치 응력분포

1) Akers 클라스트프 유지 국소의치

해부학적 인상이나 기능인상의 의치에서 협, 설측의 응력에 큰 차이를 보이지 않았다. 하중이 증가함에 따라 응력이 증가하는 양상을 나타냈으며 차이는 크지 않았다. 기능인상의 의치에서 응력은 해부학적 인상의 의치 보다 현저히 감소했으며 협측에서의 응력은 거의 변화가 없었다(Table I).

2) RPI 클라스트프 유지 국소의치

해부학적 인상의 의치는 Akers 클라스트프 유지 국소의치와 마찬가지로 협, 설측의 응력에 차이는 없었다. 하중의 증가에 따른 응력의 증가는 다른 유지장치의 국소의치보다 크게 나타났다(Table II). 기능인상의 국소의치에서는 설측에서 해부학적 인상

의 의치보다 응력이 증가하는 것으로 나타났다. 협측의 응력은 하중의 증가에 따라 감소했다.

3) 가공선 클라스트프 유지 국소의치

해부학적 인상의 의치에서는 협, 설측 응력의 차이는 크지 않았으나 기능인상의 의치에서는 협, 설측 응력의 차이가 나타났다(Table III). 기능인상의 의치에서 지대치 협측의 응력은 하중이 증가할수록 줄어드는 것으로 나타났다.

2. 인상채득 방법에 따른 지대치 응력 분포

1) 해부학적 인상채득

해부학적 인상을 채득한 경우 지대치의 응력은 각 유지장치의 국소의치에서 협, 설측의 응력의 차이가 크지 않았다. 하중의 증가에 따라 응력이 증가하는 양상을 보였으며 RPI 클라스트프 유지장치 국소의치에서 응력의 증가가 다른 유지장치의 국소의치에서

Table. I. Mean of Von Mises stress in Akers clasp retained RPD (MPa)

Load	Site	Lingual		Buccal	
		A	F	A	F
5		0.92	0.32	0.80	0.33
		(9.42E-06)	(5.21E-07)	(8.59E-06)	(1.15E-06)
10		0.73	0.44	0.84	0.36
		(2.23E-06)	(7.62E-07)	(4.32E-06)	(1.07E-06)
15		1.01	0.64	1.03	0.36
		(7.25E-06)	(1.30E-06)	(7.67E-06)	(2.26E-06)

A: Anatomic impression F: Functional impression

Load:Kg (): standard deviation

Table. II. Mean of Von Mises stress in RPI clasp retained RPD (MPa)

Load	Site	Lingual		Buccal	
		A	F	A	F
5		0.35	0.41	0.43	0.41
		(1.22E-05)	(4.94E-07)	(7.52E-06)	(8.17E-07)
10		0.61	0.72	0.66	0.38
		(2.36E-06)	(7.18E-07)	(1.58E-06)	(8.03E-07)
15		0.73	0.95	0.69	0.36
		(5.27E-06)	(1.19E-06)	(1.96E-06)	(1.13E-06)

A: Anatomic impression F: Functional impression

Load:Kg (): standard deviation

Table. III. Mean of Von Mises stress in wrought wire clasp retained RPD (MPa)

Load	Site	Lingual		Buccal	
		A	F	A	F
5		0.78	0.45	0.97	0.48
	()	(7.31E-07)	(6.76E-07)	(2.12E-06)	(1.22E-06)
10		1.07	0.68	1.15	0.42
	()	(3.89E-06)	(1.04E-06)	(3.51E-06)	(1.00E-06)
15		0.88	0.86	1.17	0.38
	()	(1.73E-06)	(6.57E-07)	(1.41E-06)	(9.08E-07)

A: Anatomic impression F: Functional impression

Load:Kg (): standard deviation

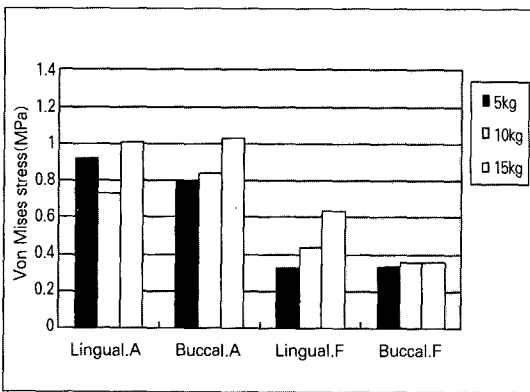


Fig. 1. Comparison of Von Mises stress in Akers clasp retained RPD.

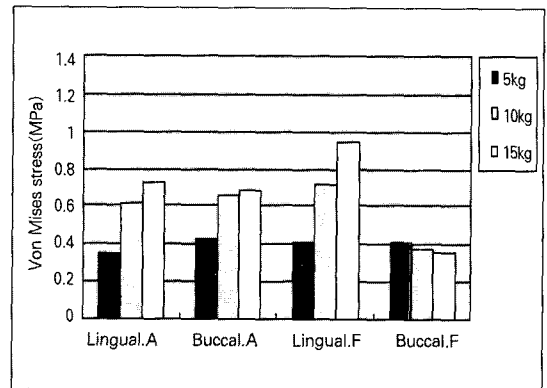


Fig. 2. Comparison of Von Mises stress in RPI clasp retained RPD.

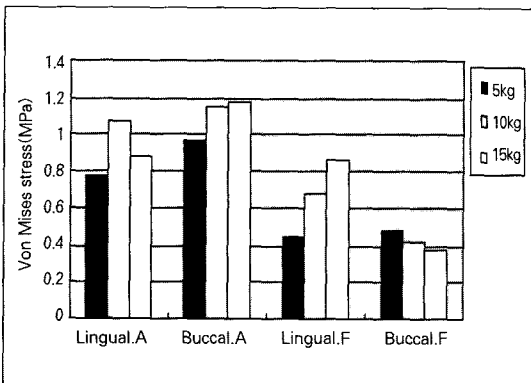


Fig. 3. Comparison of Von Mises stress in wrought wire clasp retained RPD.

보다 크게 나타났다(Fig. 2). 가공선 클라스프 유지장치 국소의치에서 협측의 응력이 설측보다 컸으며 15kg의 하중하에서 1.17MPa로 가장 높은 응력을 나타냈다. RPI 클라스프 유지장치 국소의치에서 다른

유지장치의 국소의치보다 응력이 작게 나타났으며 5 kg의 하중에 설측에서 0.35MPa로 가장 작은 응력을 보였다. 또한 설측에서 15kg의 하중하에 0.73MPa로 가공선 클라스프 유지장치 국소의치의 5kg 하중의 설측 응력 0.78MPa보다도 작게 나타났다.

2) 기능인상 채득

기능인상을 채득한 경우 해부학적 인상을 채득한 경우보다 응력이 안정적으로 감소된 결과를 보였으며 특히 Akers 클라스프 유지장치 국소의치에서 뚜렷한 응력의 감소가 나타났다(Fig. 1). 하중의 증가에 따라 대부분 응력이 증가하는 양상을 보였으나 RPI 클라스프 유지장치 국소의치와 가공선 클라스프 국소의치의 협측에서 하중 증가에 따라 응력이 감소하는 양상을 보였다. RPI 클라스프 유지장치의 국소의치 설측에서는 해부학적 인상의 의치보다 응력이 크게 나타났으며 또한 협측에서도 응력 감소가 현저하지 않았다. 가공선 클라스프 국소의치의 협측

에서 하중에 따라 0.48MPa, 0.42MPa, 0.38MPa로
 응력이 감소하여 해부학적 인상의 응력과 큰 차이를
 보였으며 15kg의 하중에서 해부학적 인상과 기능인
 상의 응력이 각각 1.17MPa, 0.36MPa로 가장 큰 차
 이를 보였다(Fig. 3).

가장 작은 응력은 Akers 클라스프 유지 국소의치
 의 설측에서 5kg의 하중일 때 0.32MPa이며, 가장
 큰 응력은 RPI 클라스프 유지장치 국소의치의 설측
 에서 15 kg의 하중에서 0.95MPa로 나타났다.

IV. 총괄 및 고안

후방무치악 상태의 보철적인 수복은 가철성 국소
 의치와 캔티레버형 브리지, 임플란트 등의 방법이
 있다. 이중 가철성 국소의치가 가장 보편적인 방법
 이며 캔티레버형 브리지는 최후방 지대치에 높고 바
 람직하지 못한 응력이 나타나기 때문에 가철성 국소
 의치보다 나쁜 예후를 갖고 있다.

가철성 국소의치의 생리적인 설계는 저작시 생기
 는 힘과 지지조직에 분포되는 힘에 대한 이해가 요
 구된다. 후방연장 국소의치에 대한 많은 연구가 있
 었으나 대개 실험실 연구이었으며 이는 임상 연구보
 다 조절이 쉬운 반면 구강 저작체계의 생리를 재생
 하는 데 어려움이 따른다.

가철성 국소의치에서 지대치에 대한 힘과 움직임
 은 레스트의 수와 위치, 연결장치의 모양과 강도, 그
 리고 의치상의 연장 등의 여러 요소에 크게 영향을
 받는다.¹⁴⁾ 또한 가철성 국소의치의 지대치를 연결 고
 정하는 연구에서 El-Charkawi 등¹⁵⁾은 지대치를 연결
 고정하여 응력을 비교 시험함으로써 연결 고정한 치
 아를 세 개에서 두 개로 줄였을 때는 그 차이가 크지
 않았지만 두 개에서 한 개로 줄였을 때는 세 개의 치
 아를 연결 고정한 경우보다 약 9배의 더 큰 응력이
 나타났다고 하였다. 또한 Andinlik 등¹⁶⁾은 지대치를
 연결 고정하여 응력의 감소가 나타나면 이는 치아의
 안정과 긴 수명에 기여한다고 하였다. 이에 이번 연
 구에서는 좌측 견치와 제1소구치를 연결 고정하여
 국소의치의 지대치로 사용하였고 제1소구치의 협측
 과 설측에서 응력을 측정하였다.

지대치와 잔존치조제에 나타나는 응력은 의치의
 설계에 영향을 받으며 후방연장 국소의치의 제작시
 지대치에 나타나는 힘뿐만 아니라 토크 또한 중요한

요소이다. 후방연장 국소의치상에 잔존치조제 방향
 으로 힘이 작용할 때 원심교합면 레스트 주위에 회
 전력이 발생한다. 환상형 클라스프는 지대치에 아주
 해로운 원심 경사력이나 토크를 유발할 수 있다.¹⁷⁾

McCartney¹⁸⁾는 레스트의 위치에 따른 한 개의 지대
 치의 응력분석에서 원심면 레스트에 비해 근심면 레
 스트를 사용했을 때 지대치에 작은 힘이 나타났
 하였다. Kratochvil¹⁸⁾은 교합면 레스트가 최후방지대
 치의 근심에 위치할 때 원심면 레스트보다 잔존치조
 제에 수직적인 힘을 전달한다 하였다. 본 연구에서
 는 해부학적 인상을 채득한 경우 RPI 클라스프의 의
 치에서 다른 유지장치의 의치보다 작은 응력이 나타
 났다. 하중의 증가에 따른 응력의 증가가 크지 않았
 으며 안정적이었다.

모든 후방연장 국소의치는 기능을 하는 동안 의치
 의 움직임이 있으며 의치의 초기의 기능적인 움직임
 이 있을 때 유지암은 지대치에 밀거나 당기는 힘을
 유발해서는 안된다.¹⁹⁾ 가공선 클라스프의 장점은 유
 지암이 여러방향으로 유연하고 조절가능함에 있다.
 Igarash 등⁶⁾은 가공선 클라스프와 Akers 클라스프의
 비교에서 가공선이 부드럽기 때문에 의치의 움직임
 이 크고 지대치의 응력은 작게 나타났다 하였다. 또
 한 유지장치가 견고할수록 지대치에 가해지는 응력
 은 커지며 가공선 클라스프는 점막조직의 지지를 가
 장 필요로 한다 하였다. Kotowicz¹⁹⁾는 조합형 클라스
 프는 의치상의 기능운동을 가능케 하고 지대치와 주
 위 구조물에 응력을 최소로 한다 하였다. 본 연구에
 서는 기능인상을 채득한 경우 가공선 클라스프 유지
 장치의 국소의치에서 Akers 클라스프 유지장치의
 국소의치보다 지대치에 대한 응력이 크게 나타났으
 며 해부학적 인상을 채득한 경우 RPI 클라스프 유지
 장치의 국소의치에서 작은 응력을 보였다. 대개의
 경우 설측에서의 응력이 협측의 응력보다 크게 나타
 났으며 이는 하악치열이 해부학적으로 약간 설측으
 로 경사진 경향에서 찾을 수 있다.²⁰⁾ 또한 RPI 클라
 스프 유지장치의 국소의치에서는 기능인상을 채득
 한 경우에서 해부학적 인상을 채득한 경우의 의치보
 다 설측에서 응력이 증가한 결과를 보였다.

후방연장 국소의치를 위한 잔존 치조제의 형태를
 정확히 재현하는데 많은 인상 방법이 사용되었다.
 국소의치에 가해지는 하중은 지대치와 주위조직에
 전달되는데 지대치에 가해지는 하중을 지대치 주위

조직에 분산시키기 위해서 무치악부의 정확한 인상이 요구된다.

Wang 등¹³⁾은 부가중합형 실리콘, 축중합형 실리콘, 비가역성 하이드로콜로이드의 인상재 비교실험에서 부가중합형 실리콘이 가장 정확하지만 주의 깊게 다룬다면 비가역성 하이드로콜로이드도 후방연장 국소의치의 제작에 만족할만한 결과를 제공할 수 있다고 하였다. 본 연구에서는 비가역성 하이드로콜로이드를 사용하여 해부학적 인상을 채득하여 의치를 제작하고 이 의치의 의치상을 이용하여 폴리설파이드로 기능인상을 채득하여 첨상하는 방법으로 의치상의 내면을 수정하여 지대치의 응력을 측정하였다.

후방연장 국소의치에서 후방부지지의 소실은 만성적인 문제이다. 이러한 문제를 해결하는 가장 좋은 방법으로 일치되는 의견은 없으나 후방점막조직의 지지형태를 기록하기 위해 추천되는 인상법은 sectional impression이다.²¹⁾ sectional impression은 주모형을 변형시키거나²²⁾ 의치상을 직접 첨상하는데 사용된다.²³⁾

El-Sheikh 등²⁴⁾은 폴리설파이드를 통한 전악 인상 의치와 의치상을 이용하여 sectional impression을 채득하여 제작한 의치로 의치상의 수직 움직임을 비교 연구하였다. 본 연구에서는 sectional impression이 전악 인상보다 의치의 수직움직임이 적게 나타남을 보였다. 기성 트레이는 잔존치조제의 압력을 조절할 수 없고 인상재의 균일한 두께를 얻을 수 없다. Leupold 등¹²⁾은 개조 모형 인상법은 의치상의 수직적인 움직임을 최소로 보여주며 잘 조절된 조직의 지지를 제공하며 지대치와 잔존치조제의 연조직 사이에 교합력을 균등하게 분배한다 하였다. 후방연장 국소의치에서 개조 모형 인상법이 지대치와 잔존치조제를 덮고있는 연조직에 교합력을 균등하게 분배시켜서 의치의 안정성과 지지를 얻을 수 있지만 제작시간이 많이 걸리고 기술적으로 민감한 문제를 가지고 있다.

본 연구에서는 기능인상을 채득한 경우 RPI 클래스프 국소의치의 설측을 제외하고는 모든 경우에서 해부학적 인상의 의치보다 지대치에 대한 응력이 감소했다. 이는 기능인상에 따른 국소의치의 의치상과 재현한 잔존치조제 사이의 적합이 좋아져 의치의 움직임이 적어지면서 하중을 지대치와 잔존치조제에

골고루 분산한 결과로 보인다.

본 연구는 후방연장 국소의치의 후방 잔존치조제의 인상방법을 달리하고 국소의치의 설계시 가장 많이 사용하는 세 가지 유지장치로 국소의치를 제작하여 지대치의 협, 설측에서 나타나는 응력을 측정하였으나 향후 더 많은 인상방법과 지대치 뿐만 아니라 지대치 주위조직의 응력에 대한 다양한 연구가 필요하리라 사료된다.

V. 결 론

본 연구는 편측 후방연장 국소의치의 제작 시 후방 무치악 상태의 인상방법에 따라 지대치에 대한 응력이 어떠한 양상으로 나타나는지 알아보기 위해 비가역성 하이드로콜로이드를 사용한 해부학적 인상의 의치와 폴리설파이드를 사용한 기능인상의 의치를 제작하고, 유지장치를 Akers 클래스프, RPI 클래스프, 가공선 클래스프로 달리 제작하였다. 하악 좌측 견치와 제1소구치를 연결 고정하여 지대치로 사용하고 제1소구치의 협, 설측에 3축 로제트 스트레인 게이지를 부착하였으며 5, 10, 15kg의 수직하중을 차례로 가하여 지대치의 응력을 측정하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 기능인상을 채득한 경우 RPI 클래스프 유지장치의 국소의치를 제외한 모든 국소의치에서 지대치에 대한 응력이 감소하는 경향을 나타내었다.
2. 해부학적 인상을 이용한 국소의치에서는 세 가지 국소의치 중 RPI 클래스프 유지장치를 이용한 국소의치의 지대치에 대한 응력이 가장 낮았다.
3. 하중이 증가하면 지대치에 대한 응력도 증가했으나 기능인상을 채득한 경우 지대치 협측에서의 응력은 크게 변하지 않았다.

참고문헌

1. Kaires AK. Effect of partial denture design on bilateral force distribution. J Prosthet Dent 1956;6:373-385.
2. Krol AJ. Clasp design for extension base removable partial denture. J Prosthet Dent 1973;29:408-415.
3. McGivney GP, Castleberry DJ, McCracken'

- s Removable partial prosthodontics, 1995, 9th edn, pp.166, 331. C. V. Mosby Inc., New York.
4. McCartney JW. Motion vector analysis of abutment for a distal-extension removable partial denture: A pilot study. *J Prosthet Dent* 1980;43:15-21.
 5. Taylor DT, Pflughoeft FA, McGivney GP. Effect of two clasping assemblies on arch integrity as modified by base adaptation. *J Prosthet Dent* 1982;47:120-125.
 6. Igarashi Y, Ogata A, Kuroiwa A, Wang CH. Stress distribution and abutment tooth mobility of distal-extension removable partial dentures with different retainers: an in vivo study. *Journal of Oral Rehabilitation* 1999;26:111-116.
 7. Guevara JA. An approach to clasp force measurement. St. Louis, Washington University, School of Dentistry, 1963, 38p. typed thesis.
 8. Cecconi BT, Asgar K, Dootz E. The effect of partial denture clasp design on abutment tooth movement. *J Prosthet Dent* 1971;25:44-56.
 9. Jong YW, Jin TH. The effects of tooth mobility and design of direct retainer on the on the stress of supporting tissues in unilateral distal extension removable partial denture. *J Korean Acad Prosthodont* 2000;38:59-72.
 10. Linke BA, Nicholls JI, Faucher RR. Distortion analysis of stone casts made from impression materials. *J Prosthet Dent* 1985;54:794-802.
 11. Vahidi F. Vertical displacement of distal-extension ridges by different impression techniques. *J Prosthet Dent* 1978;40:374-377.
 12. Leupold RJ, Flinton RJ, Pfeifer DL. Comparison of vertical movement occurring during loading of distal-extension removable partial denture bases made by three impression techniques. *J Prosthet Dent* 1992;68:290-293.
 13. Wang HY, Lu YC, Shiao YY, Tsou D. Vertical distortion in distal extension ridges and palatal area of casts made by different techniques. *J Prosthet Dent* 1996;75:302-308.
 14. Frechette AR. The influence of partial denture design on distribution of force to abutment. *J Prosthet Dent* 1956;6:195.
 15. El Charkawi HG, El Wakad MT. Effect of splinting on load distribution of extra-coronal attachment with distal extension prosthesis in vitro. *J Prosthet Dent* 1996;76:315-320.
 16. Andinlik E, Dayangac B, Celik E. Effect of splinting on abutment tooth movement. *J Prosthet Dent* 1983;49:477-480.
 17. Stewart KL, Rudd KD, Kuebker WA. Clinical removable partial prosthodontics. 1983;pp.94-112. C. V. Mosby Company, St. Louis, Toronto and London.
 18. Kratochvil FJ. Influence of occlusal rest position and clasp design on movement of abutment teeth. *J Prosthet Dent* 1963;13:114-124.
 19. Kotowicz WE, Fisher RL, Reed RA, Jaslow C. The combination clasp and the distal extension removable partial denture. *Dent Clin North Am* 1973;17:651-660.
 20. El Charkawi HG, Goodkind RJ, DeLong R, Douglas WH. The effect of the resilient-layer distal-extension partial denture on the abutment teeth: A new methodology. *J Prosthet Dent* 1988;60:622-630.
 21. Monteith BD. Management of loading force on mandibular distal extension prostheses. Part 1: evaluation of concepts for design. *J Prosthet Dent* 1984;52:673-681.
 22. Leupold RJ, Kratochvil FJ. An altered-cast

- procedure to improve tissue support for removable partial dentures. *J Prosthet Dent* 1965;15:672-678.
23. Steffel VL. Relining removable partial dentures for fit and function. *J Prosthet Dent* 1954;4:496-509.
24. El Sheikh HA, Adel M, Abdel-Hakim. Sectional impression for mandibular distal extension removable partial denture. *J Prosthet Dent* 1998;80:216-219.

Reprint request to:

Tai-Ho Jin

Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Wonkwang University
344-2 Shinyong-Dong, Iksan-Si, Jeonbuk 570-749 Korea

ABSTRACT

STRESS ANALYSIS OF ABUTMENT FOR DISTAL EXTENSION REMOVABLE PARTIAL DENTURE BY CLASP DESIGN AND IMPRESSION METHOD

Hee-Young Ahn, Kwang-Jun Kim, Hye-Won Cho, Tai-Ho Jin

*Department of Prosthodontics, School of Dentistry, and Wonkwang Dental Research Institute,
Wonkwang University*

This study was performed to investigate the effects of impression method and design of the retainer on the stress of abutment tooth in distal extension RPD. Three different types of direct retainer such as Akers clasp, RPI clasp, and wrought wire clasp were designed. Stress on the abutment tooth was measured and analyzed with strain gauge method. Impressions were anatomic impression technique and functional impression technique.

The following conclusions were drawn from this study.

1. The stress at the abutment tooth on all RPD was decreased in functional impression except RPI clasp retained RPD.
2. The stress at the abutment tooth on RPI clasp retained RPD was the most smallest in anatomic impression
3. While load is increase the stress at the abutment tooth was increased, but the change of stress at the buccal side of abutment tooth was not too much in functional impression.

Key words : Anatomic impression, Functional impression, Strain gauge.