

# 상악 임플란트 Overdenture에서 Bar Attachment 설계에 따른 유지력 변화에 관한 연구

부산대학교 치과대학 치과보철학교실

손차영 · 정창모 · 전영찬 · 임장섭 · 정희찬

## I. 서 론

무치악 환자의 총의치 치료 목적은 심미 및 기능 회복에 있다. 상실된 치아와 치조골을 인공치와 의치상으로 대체함으로써 의치환자는 비교적 양호한 심미적 결과를 얻을 수 있으나, 잔존 치조제로부터 지지를 받고 있는 의치는 기능적 측면에서 자연치열에 비해 만족스러운 저작효율을 제공하지는 못한다.<sup>1,2)</sup> 이러한 기능적 문제의 주원인은 감소된 안정성과 유지력 그리고 하중지지능력 때문이다.<sup>3)</sup>

Brånemark에 의해 골유착 개념이 보고 된 이래 무치악 환자에서 골유착성 임플란트를 이용한 다양한 보철 치료가 시행됨으로써 기능적으로 만족할 만한 구강기능회복이 가능하게 되었다.<sup>4)</sup> 무치악 환자의 임플란트 보철 치료는 크게 고정성 보철물과 가철성 보철물로 분류할 수 있으며,<sup>5)</sup> 이중 임플란트 overdenture와 같은 가철성 보철물은 많은 수의 임플란트 식립이 어렵고 치조계의 흡수가 심하여 약간거리나 악골관계가 좋지 않은 경우 주 적응증이 된다.<sup>6,7)</sup> 특히 오랜 기간 총의치를 사용한 상악 무치악 환자에서는 잔존 치조제가 흡수되고 상악동이 전방으로 확장되어 있어 부가적인 수술을 시행하지 않는 한 상악골 전방에 소수의 임플란트만을 식립할 수밖에 없는 경우가 많다. 이러한 경우 환자의 구강 조건에 따라 후방 cantilever를 가지는 고정성 보철물로 수복이 가능할 수도 있지만,<sup>8)</sup> 심미성과 발음 문제는 물론

생역학적인 측면에서 가철성 임플란트 overdenture를 우선적으로 고려할 수 있다.<sup>9,10)</sup>

임플란트 overdenture의 구성은 임플란트, attachment를 포함하는 지대주, 그리고 counterpart attachment를 수용하는 의치상으로 이루어져 있으며,<sup>11)</sup> attachment는 일반적으로 individual attachment와 bar attachment로 구분할 수 있다.<sup>12)</sup> Individual attachment는 구강 위생 관리가 용이하고, 제작과정이 간단하며, 경제적이다.<sup>13)</sup> 이에 비해 bar attachment는 임플란트 간에 일차적인 splinting 효과를 얻을 수 있고, 의치의 유지력과 안정성의 측면에서도 우수하다.<sup>14)</sup>

Overdenture에서 attachment system의 선택은 임플란트 지지골로의 기능하중 전달 뿐만 아니라 의치의 유지력과 안정성에 영향을 미친다. 부적절한 attachment system의 선택으로 인한 과부하는 보철물의 파절이나,<sup>15)</sup> 임플란트 경부주위에서 변연골 흡수를 야기할 수 있다.<sup>16)</sup> 또한 attachment가 기능적으로 충분한 보철물의 유지력을 제공하지 못하거나, 유지력 소실이 빠르게 일어날 경우에는 의치의 탈락으로 인한 기능적인 문제뿐 아니라 심리적인 불안감을 초래할 수 있다.<sup>17)</sup>

의치의 유지력은 일차적으로 attachment system의 초기 유지력에 의해서 결정되어지고 의치 사용기간에 따른 attachment의 마모, 변형, 파절 그리고 부식 등에 의해 이차적인 영향을 받는다. 의치의 적정 유

지력에 관한 연구 보고는 많지 않지만, 음식물의 점착성을 고려할 때 각 의치당 15-20 N의 유지력이 필요한 것으로 알려져 있다.<sup>18,19)</sup> 의치의 유지력이 작을 경우에는 의치의 장착과 철거는 용이하지만 의치 탈락의 가능성이 높아진다. 반면, 유지력이 너무 클 경우 구강 내 기능 시 의치가 안정적으로 유지될 수는 있으나 의치의 장착과 철거가 어렵고, 이러한 착탈 과정에서 임플란트에 유해한 힘이 가해질 수 있다.<sup>20)</sup> 따라서 임플란트 overdenture의 attachment systems에 대한 초기 유지력과 사용기간에 따른 유지력 소실은 장기적으로 성공적인 임플란트 overdenture 치료를 위해 고려되어야 할 매우 중요한 요소라고 할 수 있다.

과거 하악 임플란트 overdenture에 있어서 attachment system이 유지력에 미치는 영향에 관한 다수의 연구가 보고 된 바 있으나,<sup>5,13,21)</sup> 상악 overdenture의 경우에 있어서는 attachment system 선택이나 설계에 지침이 될 수 있는 유지력에 대한 연구가 미흡한 실정이다.

이에 본 연구에서는 상악 무치악 전방부에 식립된 네 개의 임플란트를 이용하여 bar attachment를 제작할 경우 여러 형태의 attachment system의 설계와 반복적인 착탈에 의한 attachment의 노화가 의치의 유지력에 미치는 영향에 대해 알아보하고자 하였다.

## II. 연구재료 및 방법

### 1. 상악골 복제모형 제작 및 임플란트 식립

중등도의 골흡수가 일어난 상악 무치악궁을 실리콘(Dublisil-15, Dreve dentamid GmbH, Germany)으로 인상을 채득하여 에폭시 레진(JRA-323, Jeungdo Chemical Co., Korea)으로 상악골 복제모형을 제작한 후, 모형의 안정성을 위하여 지지부를 형성하였다. 복제모형의 치조정을 평탄하게 하여 임플란트 식립이 용이하도록 한 후 상악동 전방부로 추정되는 양측 제 1 소구치 사이에 직경 4 mm, 길이 15 mm의 나선형 AVANA 임플란트(AF1B026, Osstem Implant Co., Korea) 네 개를 좌우 대칭으로 중심간 거리가 14 mm가 되도록 같은 높이로 평행하게 식립하였다. 잔존 치조제와 구개부위에 2 mm

두께가 되도록 baseplate wax를 이장하여 점막조직을 재현하였다.

### 2. 보철물 제작

#### 1) 작업모형 제작 및 인공치아 배열

임플란트에 square impression coping(ICFR500, Osstem Implant Co., Korea)을 연결하고 실리콘 인상재(Imprint II, 3M-ESPE, U.S.A.)로 인상을 채득한 다음 기공용 아날로그를 연결하고 초경석고(Die-Keen, Heraeus Kulzer, U.S.A.)를 부어 보철물 제작을 위한 작업모형을 제작하였다.

레진 기록상과 왁스 교합제를 제작하고 반조절성 교합기에 임의평균법으로 작업모형을 부착한 후 인공치(Endura artificial teeth, Shofu Co., Japan)를 배열하였다. 다음 재부착용 jig를 교합기 하체에 고정시키고 인공치 교합면의 석고 index를 제작하여, bar구조물의 납형제작과 실험의치의 인공치 배열에 이용하였다.

#### 2) Bar 구조물 제작

작업모형의 기공용 아날로그에 non-hexed gold UCLA abutment (GCR100, AVANA implant system, Osstem Implant Co., Korea)를 연결한 후 다음과 같이 attachment의 종류, cantilever 유무에 따라 5가지 bar 구조물의 납형을 제작하였다. 완성된 납형을 통법에 따라 매몰한 후 제 4형 금합금(Super 45, Soo Min dental alloy Co., Korea)으로 주조하고 연마하였다.

(1) 제 1 형: Cantilevered Hader bar using clips  
4 mm 높이의 Hader bar(Preci line Co., Swiss)를 치은에서 1 mm 떨어지도록 gold UCLA abutment 사이에 연결하고 후방에 10 mm 길이의 cantilevered Hader bar를 추가로 부착하였다(Fig. 1). 세 개의 플라스틱 clip이 정중부와 양측 cantilevered bar의 중앙에 위치되도록 하였다.

(2) 제 2 형: Hader bar using clips without cantilever  
제 1 형과 같이 Hader bar를 gold UCLA abutment

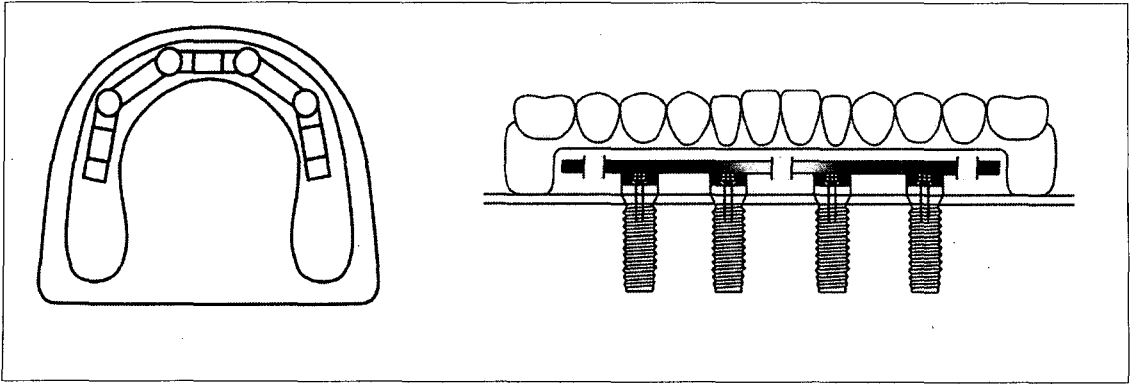


Fig. 1. Attachment system of type 1.

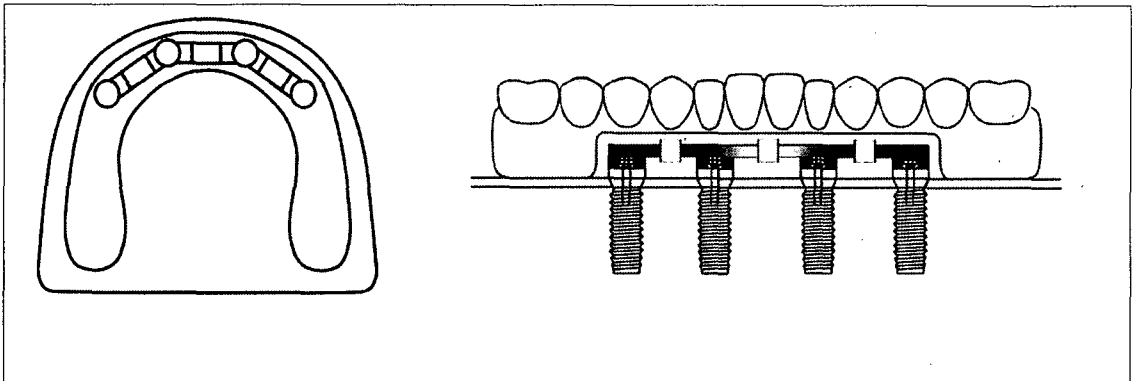


Fig. 2. Attachment system of type 2.

사이에 연결하였다(Fig. 2). 후방 cantilever는 없으며, 세 개의 플라스틱 clip이 각 Hader bar의 중앙에 위치되도록 하였다.

(3) 제 3 형과 제 4 형: Hader bar using clip and extra-coronal universal hinge resilient attachments(ERA)

이 attachment system은 정중부에 한 개의 플라스틱 clip과 양측 후방에 두 개의 ERA가 위치되도록 설계하였다. Hader bar를 gold UCLA abutment 사이에 연결하고 bar 구조물의 양측 후방으로 ERA의 matrix(APM Stern Gold Co., U.S.A.)를 부착하였다(Fig. 3).

(4) 제 5 형: Bar using magnet attachment  
Gold UCLA abutment 사이를 pattern resin (Pattern resin, GC Co., Japan)으로 연결하여 milling하고 3개의 magnet keeper (Magfit, EX600 AICHI STEEL Co., Japan.)를 abutment 사이 Hader bar 중앙에 부착시켰다(Fig. 4).

3) 실험의치 제작

실험의치 제작을 위해 각 bar 구조물을 작업모형에 위치시킨 후 정해진 위치에 플라스틱 clip이나 ERA 또는 magnet의 기공용 아날로그를 삽입 또는 부착하고 undercut 부위를 block out 하였다. 인공치를 교합면 석고 index에 재위치 시키고 고정한 후 구개부를 제외한 잔존 치조제를 피개하는 납의치상을 형성

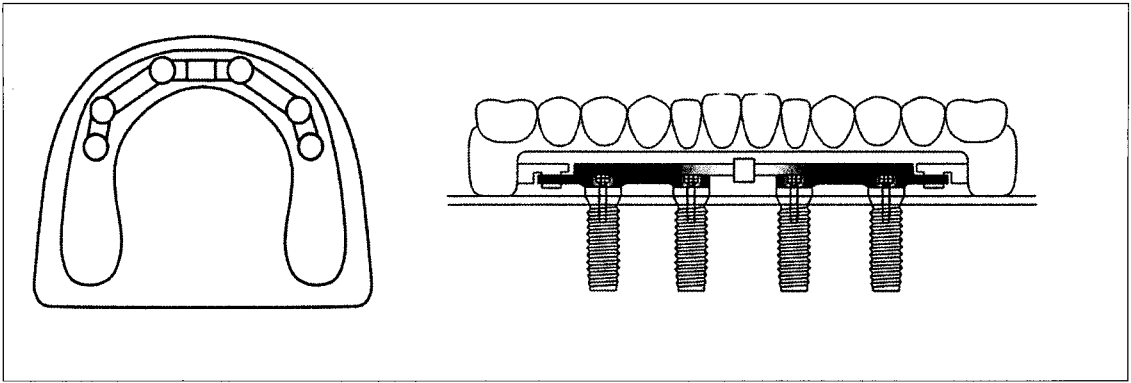


Fig. 3. Attachment system of type 3 and 4.

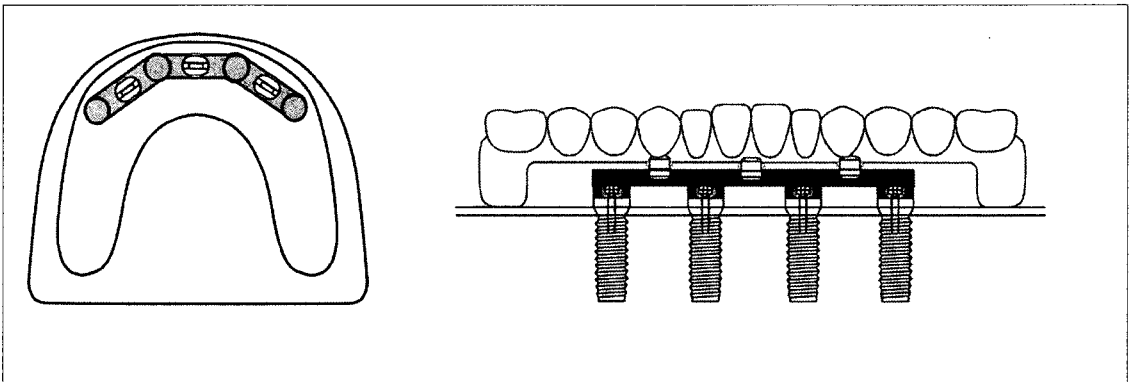


Fig. 4. Attachment system of type 5.

하였다. 통법에 따라 매몰하여 열중합형 의치상용 레진(Acron MC, GC dental industrial Co., Japan)을 전입, 온성하고 연마하여 실험의치를 완성하였다.

점막 조직의 재현을 위해 복제모형으로부터 이장된 왁스를 제거한 다음 bar 구조물을 고정나사로 고정하였고, 실험의치 조직면에 접착제를 도포한 후 light body의 실리콘 인상재(Examixfine, GC Co., Japan)를 적용하고 의치를 bar 구조물에 완전히 안착시켰다. 인상재 경화 후 의치를 철거하고 잉여 인상재를 제거한 다음 각 실험용 의치의 기공용 아날로그들을 환자용 플라스틱 clip이나 ERA patrix (제 3형: orange male, 제 4형: white male)로 교환하였다. Magnet은 direct autopolymerizing resin (ADFA, SHOFU Inc., Japan)을 이용하여 의치에 부착하였다.

제작한 의치에 유지력 측정 시 필요한 금속 줄을 연결하기 위해서 좌, 우측 제 1대구치와 전치부의 정중앙에 3개의 고리를 구조하여 autopolymerizing resin(Pattern resin, GC Co., Japan)을 이용하여 부착하였다. 실험의치와 bar 구조물은 각 attachment system당 3개씩 총 15개를 제작하였다.

### 3. 장착 및 철거의 시행과 유지력 측정

레진 복제 모형 상에 고정나사를 이용하여 bar 구조물을 체결하고 복제 모형을 유압식 피로 시험기(MTS Co., U.S.A.)의 고정부분에 위치시켰다. 길이 12 cm의 금속 줄을 인공치 상에 미리 부착해둔 3개의 고리에 연결하고 반대쪽 끝은 피로 시험기의 가동 부분에 고정하였다. 의치를 모형 상에 정확하게 부착시

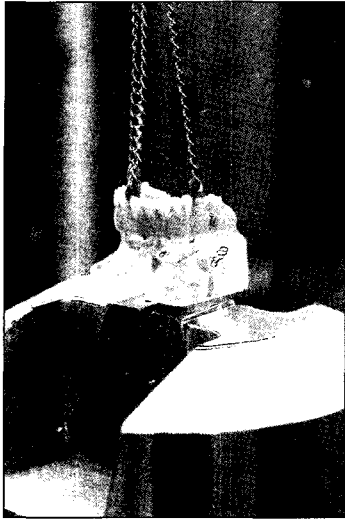


Fig. 5. Retention test set-up on Universal testing machine.

키고, 의치를 탈락시키는 힘이 수직적으로 작용하도록 모형과 금속 줄의 위치를 조절하였다(Fig. 5).

의치 철거시의 cross-head speed는 치조제로부터 의치가 환자에 의해 철거되는 속도인 50.8 mm/min로<sup>22)</sup> 설정하였다. 의치의 세척과 기능을 위해 구강 내에서 매일 5회 제거하는 것을 기준으로 하여 임상적으로 약 6개월에 해당하는<sup>22)</sup> 1,000회까지의 반복적인 장착과 철거를 시행하였으며, 매 200회의 장착 및 철거 후 10회씩 유지력을 측정하였다.

#### 4. Attachment system의 마모 및 변형 관찰

반복적으로 장착과 철거를 1,000회 시행한 후, dental microscope (OPMI pico, Carl Zeiss, Germany)를 이용하여 제 5형의 magnet attachment를 제외한 attachment system의 마모 및 변형정도를 25배율로 관찰 평가하였다.

#### 5. 통계처리

Attachment system 간의 초기 유지력과 1,000회의 장착 및 철거를 시행한 후의 유지력을 평가하고, 각 attachment system에 따른 유지력 소실 여부를

검정하기 위하여 one-way ANOVA와 Duncan's multiple range test를 시행하였다.

### III. 연구성적

Attachment system에 따라 1,000회까지의 장착과 철거를 반복 시행하면서 200회마다 10회씩 측정하여 얻은 유지력의 평균값 및 표준편차는 Table I 그리고 Fig. 6과 같으며, 반복적인 장착 및 철거에 따른 유지력 변화의 통계학적 유의성을 Table I에 함께 나타내었다.

제 1형부터 제 4형까지의 attachment system에서 유의성 있는 유지력 감소가 나타났으나 system마다 유지력 소실이 일어나는 시기에는 차이를 보였다. 이 중 Hader bar and clip attachment를 이용한 제 1형과 제 2형에서는 clip의 위치가 다소 넓게 분포되어 있는 제 1형에서, ERA attachment를 이용한 제 3형과 제 4형에서는 white male를 부착한 제 4형에서 더 큰 유지력 소실을 보였다. 제 5형의 경우에는 유의할만한 유지력 변화가 나타나지 않았다.

Table II는 attachment system 간의 초기와 1,000회 반복 착탈 후의 유지력 변화에 대한 통계학적 검정 결과를 보여주고 있다. 초기 유지력은 제 1형(35.5 N)이 가장 크게 나타났고, 제 3형(32.4 N), 제 2형(30.6 N), 제 4형(25.2 N) 그리고 제 5형(6.4 N)의 순으로 유의성 있게 낮았으며( $P<0.001$ ), 1,000회의 장착 및 철거를 시행한 후 유지력은 제 3형(26.1 N)과 제 2형(25.3 N), 제 1형(19.1 N)과 제 4형(18.5 N) 그리고 제 5형(6.3 N) 순으로 유의성 있게 낮았다( $P<0.001$ ).

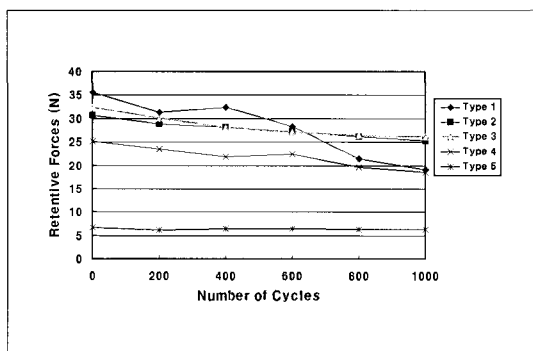
Fig. 7과 8은 microscope를 이용하여 1,000회의 장착과 철거 후 Hader bar and clip attachment와 ERA attachment를 관찰 비교한 사진이다.

Hader bar and clip attachment를 사용한 경우에는 제 2형보다 attachment가 넓게 분포된 제 1형에서 plastic clip의 변형이나 마모가 더 크게 일어났으며, ERA attachment를 사용한 경우에는 제 3형의 orange male보다 제 4형의 white male에서 더 큰 변형이나 마모가 관찰되었다. 각 attachment system의 금속 Hader bar 또는 금속 ERA matrix에서는 뚜렷한 마모 양상을 관찰할 수 없었다.

**Table I.** Means and SD values of retentive force of attachments (Unit : newton)

Number of repeated removals	Mean of retention*				
	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4	Type 5
Initial	35.5±4.5	30.6±3.8	32.4±1.5	25.2±1.5	6.4±0.2
200	31.4±1.9	28.8±3.1	30.1±1.9	23.5±0.5	6.1±0.5
400	32.4±1.7	28.2±3.3	28.2±1.4	21.8±0.7	6.1±0.4
600	28.2±1.0	28.2±2.7	27.1±1.2	22.4±1.1	6.4±0.4
800	21.5±1.6	26.1±3.5	26.3±0.9	19.6±0.7	6.2±0.6
1,000	19.1±3.9	25.3±5.4	26.1±1.7	18.5±6.6	6.3±0.5

\* Vertical lines connected means that are statistically similar(P>0.001).

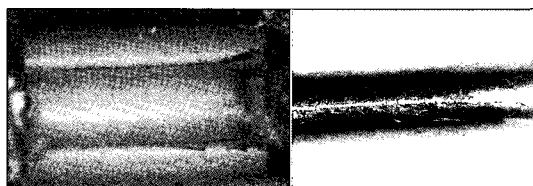


**Fig. 6.** Retentive forces of attachments during 1000 repeated removals.

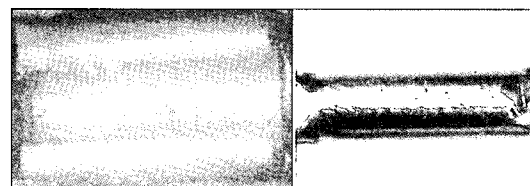
**Table II.** Duncan's multiple range test for retentive forces at initial and after 1,000 repeated removals of attachments

Attachment System	Initial	After 1,000 repeated removals
Type 1	A	B
Type 2	B	A
Type 3	C	A
Type 4	D	B
Type 5	E	C

\* Types with the same letters are not significantly different(P>0.001).

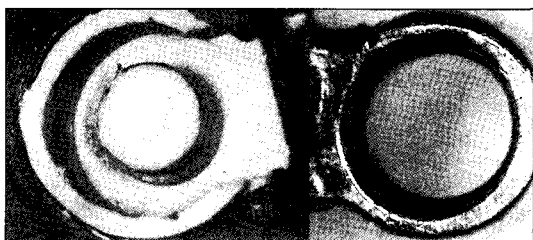


A. attachment system 1.



B. attachment system 2.

**Fig. 7.** Microscopic views of Hader bar and clip attachment after 1,000 repeated removals (×25)



A. attachment system 3-orange male.



B. attachment system 4-white male.

**Fig. 8.** Microscopic views of ERA attachment after 1,000 repeated removals (×25)

#### IV. 총괄 및 고안

완전 무치악 환자에 있어서 임플란트 overdenture 치료는 attachment를 이용하여 유지와 지지를 얻는 가철성 보철물로서, 일반적인 총의치 사용에 어려움을 가지는 환자들에게 좋은 평가를 받고 있다.

임플란트 overdenture의 성공적인 치료를 위해서는 구강 내 기능 시와 장착 및 철거후의 상태를 주기적으로 고려한 의치의 적정 유지력을 결정해야 한다. 임플란트 overdenture 치료 시, 이러한 최적의 유지력을 제공하기 위해서는 올바른 attachment system 선택이 선행되어야 하며, 이는 보철물의 예후와 환자의 만족도에 직접적인 영향을 미친다.

Bates<sup>18)</sup>와 Caldwell<sup>19)</sup>은 음식물의 접촉성과 저작시의 의치 유지력에 관한 연구에서 아크릴릭 레진 치아를 가진 하악 후방 연장 국소의치로 끈적거리는 과자를 저작시켜 유지력을 측정된 결과, 국소의치가 본래의 위치에서 유지되기 위해서는 15-20 N의 힘이 필요하며 정상적인 음식물을 저작 시에는 이 힘이 10 N까지 감소된다고 보고하였다.

본 실험에서는 제 1형의 attachment system에서 36.1 N으로 가장 큰 초기 유지력을 보였고, 그 다음으로 제 3형이 32.4 N을 보였으며, 제 2형이 30.6 N, 제 4형이 25.2 N 그리고 제 5형이 6.8 N 순으로 유지력이 나타났다. 따라서 제 5형의 magnet attachment를 제외한 나머지 attachment system들은 불편감 없이 접촉성 음식을 저작할 수 있는 충분한 초기 유지력을 제공할 것으로 생각된다.

Naert 등<sup>23)</sup>, Burns 등<sup>24)</sup>, Petropoulos와 Smith<sup>5)</sup> 그리고 Kampen과 Cune<sup>13)</sup>은 2개의 임플란트를 식립한 하악의 임플란트 overdenture에서 bar-clip, ball 그리고 magnet 등을 이용하여 유지력을 측정된 결과 비록 attachment의 종류와 제조사 뿐 아니라 실험방법에 관한 차이가 존재하긴 하지만 bar-clip attachment가 가장 큰 유지력을 보였고, ball attachment 그리고 magnet attachment 순으로 낮아졌다고 보고하였다. 한편 Gamborena 등<sup>25)</sup>은 ERA attachment의 유지력에 관한 논문에서 하나의 ERA attachment는 1.52 kg(white male)에서 2.52 kg(orange male)의 초기 유지력을 나타낸다고 하였고, Breeding 등<sup>26)</sup>은 bar-clip의 유지력에 관한 연구

에서 단일 bar에 1개의 Hader clip을 이용한 경우 초기 유지력은 2.57 kg이고, 2개의 clips을 이용할 경우, 5.08 kg의 유지력을 나타낸다고 보고하였다.

Williams<sup>27)</sup> 등은 4개의 임플란트를 식립한 상악 overdenture에서 여러 형태의 bar attachment의 유지력을 측정된 결과, 전방 bar에 하나의 Hader clip을 부착하고 양측 후방 임플란트 원심부에 ERA attachment(white male)를 부착한 경우에서 유지력이 가장 크게 나타났고, 그 다음으로 전방 bar에 2개 그리고 후방 cantilevered bar에 하나씩 총 4개의 clip을 부착한 system 순으로 유지력이 나타남을 보고하였다. 이러한 결과는 Gamborena 등<sup>25)</sup>이나 Breeding 등<sup>26)</sup>의 연구보고 뿐만 아니라, 하나의 전방 clip과 2개의 후방 ERA attachment를 이용한 제 3형이 cantilevered bar를 이용하여 3개의 clip을 부착한 제 1형보다 유지력이 작게 측정된 본 실험결과와는 다소 상이한 결과를 보여준다. 이러한 차이는 같은 종류의 attachment를 사용했다 하더라도 제조사의 차이로 인해 구성성분이나 크기 또는 형태가 다를 수 있을 뿐 아니라 가해지는 이탈력의 방향 및 속도 등 실험 방법이 본 실험과 다를 수 있기 때문으로 생각된다.

여러 다른 연구와 마찬가지로 본 실험 결과에서 흥미로운 점은 5개의 attachment system의 최종 유지력이 사용되어진 각각의 개별적인 attachment들의 유지력을 합한 값으로 나타나지 않았다는 점이다. 이러한 결과는 본 실험과 같은 조건에서 의치를 철거하려는 힘이 전적으로 전방에 위치한 attachment에 수직으로 작용하기 보다는, 전방 attachment들에 의해 이탈력에 대한 저항이 발생하는 것과 동시에 의치 후방부가 들어 올려짐으로써 나타나는 모멘트 발생 때문으로 해석할 수 있다. 따라서 Williams 등<sup>27)</sup>이 지적한 바와 같이 의치의 유지력은 attachment의 개수나 종류뿐만 아니라 attachment의 기능적인 위치에 의해서 크게 영향을 받을 수 있음을 알 수 있다. 본 실험에서 3개의 clip이 다소 일직선상으로 जु께 존재하는 제 2형보다는 cantilevered bar를 이용하여 좀더 넓게 위치시킨 제 3형에서 더 높은 유지력을 보였다는 사실이나, cantilevered bar 없이 3개의 clip을 이용한 제 2형의 유지력이 1개의 전방 clip과 2개의 ERA(orange male)를 후방 임플란트의 원심부에 부착한 제 3형의 초기 유지력보다 작게 나타났다는 결과는 의치 유지

력에 있어 attachment의 기능적 위치에 따른 모멘트 저항의 중요성을 보여준 결과로 생각된다.

제 3형과 제 4형을 비교 시, orange male을 부착한 제 3형이 white male을 부착한 제 4형보다 더 높은 초기 유지력을 나타냈다. ERA attachment는 0.4 mm의 수직운동을 허용하는 resilient type의 attachment로서, white, orange, blue 그리고 gray의 4종류의 male part가 존재한다. White에서 gray로 갈수록 내부 원통형 기둥의 폭이 조금씩 확대되어 유지력이 증가하도록 설계되어 있다. 그러므로 white male을 부착한 제 4형의 attachment system 보다 orange male을 부착한 제 3형에서 더 높은 초기 유지력을 나타낸 것은 당연한 결과 일 것이다.

Magnet attachment는 치과분야에서 사용빈도가 점차 증가하게 되었으며, 최근에는 다양한 크기, 모양, 그리고 유지력을 가진 제품들이 소개되고 있다. Magnet attachment는 다른 기계적 유지 장치에 비해 passive retention mechanism을 가지고 있으므로 부하가 일정한 범위를 넘어서면 임플란트에 과도한 힘을 가하지 않고 탈락하는 특징이 있다.<sup>28)</sup> 또한 의치의 착탈이 쉽고 부적절한 힘이 걸리지 않으며 방향성이 없다는 점들이 유리하게 작용하여 임플란트의 장기적인 보존에 유리할 수 있다.

그러나 이러한 magnet attachment는 유지력에 관해서 명확하게 정해진 기준이 불분명하고 과학적인 자료와 장기적인 임상자료가 부족하며, 임플란트 overdenture에 사용 시 낮은 안정성과 유지력으로 인해 여러 가지 임상적 문제점을 야기한다.<sup>29)</sup> 본 실험에서의 제 5형의 경우 600g의 유지력을 가지는 magnet attachment를 bar상에 3개를 부착했음에도 불구하고, magnet 한개 정도에 해당하는 평균 6.8N의 유지력이 측정되었다. 이는 Gillings<sup>30)</sup>이 보고한 것처럼 전방부에 집중되어 있는 3개의 magnet이, 후방부의 들어올림으로 인해 발생하는 모멘트에 대해, 다른 attachment와 같이 적절한 저항력을 제공하지 못했기 때문으로 생각된다. 또한 기공과정에서 불규칙적으로 발생하는 magnet keeper와 magnet 사이의 air gap 으로 인한 유지력 감소도 부가적인 원인이 될 수 있을 것이다.<sup>31)</sup>

따라서 본 실험조건과 같이 전방부에 소수의 magnet attachment를 사용할 경우에는 기능적으로 불충

분한 유지력으로 인해 의치 사용의 만족도가 다소 감소 될 수 있다. 이러한 조건에서는 일반적인 총의 치와 같이 가능한 넓게 구개전체를 의치상으로 피개하고 후방변연폐쇄를 통해 유지력을 증가시키려는 노력이 필요하다. 또한 magnet attachment를 사용할 경우에는 치료계획 시 최대한 임플란트를 넓게 분포시키거나 milled bar 등을 이용하여 부가적인 안정성을 부여함으로써, 여러 방향으로 가해지는 구강내 기능력에 좀더 효과적으로 저항할 수 있도록 하는 것이 바람직한 방법으로 생각된다.

초기 유지력은 물론 사용기간에 따른 attachment의 유지력 소실 또한 overdenture attachment system 선택에 있어 고려해야 할 중요한 요소이다. 본 연구에서는 하루에 환자가 5회 의치의 장착 및 철거를 시행한다는 전제하에 약 6개월 정도의 사용기간에 해당하는<sup>29)</sup> 총 1,000회의 장착과 철거를 시행하였다. 비록 이 기간이 임상적으로 의치 수명에 비해 다소 짧은 기간이긴 하지만, 제한적으로나마 지속적인 유지력 소실양상에 대한 어느 정도의 예상은 가능하리라 생각된다.

본 실험결과, 제 1형에서 제 4형까지의 attachment system에서는 1,000회의 장착과 철거 후에도 최소 18 N 이상의 적절한 유지력을 제공하는 것으로 나타났다. 일반적으로 attachment system의 유지력 소실은 plastic 구조물 또는 금속 구조물의 변형, 마모 그리고 파절 등에 의해서 일어날 수 있다. 본 실험에서는 Fig. 7과 8에서 관찰할 수 있는 것처럼 금속 구조물의 마모보다는 plastic 구조물의 변형이나 마모가 더 두드러지게 나타났다. 이는 임상에서 경험하고 있듯이 attachment system의 유지력 소실은 주로 plastic 구조물 때문이며, 적절한 유지력을 제공하기 위해서는 주기적인 plastic 구조물의 교환이 필요함을 의미한다.

제 1형의 경우, 제 2형보다 clip이 상대적으로 넓게 분포되어 있고, 반복적인 착탈 과정에서 수직적 이탈력에 완강하게 저항함으로써, 가해지는 힘의 대부분이 attachment의 변형을 일으키는 작용을 하게 된다. 이에 비해 초기 유지력이 작은 제 2형의 경우, 의치가 상대적으로 쉽게 착탈되기 때문에 attachment에 가해지는 힘이 적게 발생한다. 따라서 제 1형에서는 다른 attachment system에 비해 큰 초기 유지력



이 나타나지만 사용기간에 따라 plastic 구조물의 빠른 변형과 마모로 인해 잦은 교환이 요구되고 장기적으로 보았을 때 유의할 만한 금속 구조물의 마모가 더 조속히 일어날 수 있음을 예상할 수 있다.

ERA attachment를 사용한 제 3형과 제 4형의 경우에서는 제 4형의 white male이 제 3형의 orange male보다 더 큰 마모나 변형을 보였고 이로 인한 유지력 소실 또한 더 빠르게 일어났다. 이는 제 4형의 white male을 사용하는 경우 더 잦은 교환이 필요함을 의미한다. 하지만 장기적인 측면에서 ERA attachment male part의 종류와 금속 구조물간의 상대적인 마모에 따른 유지력 소실에 관한 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

제 5형의 경우, 1,000 회의 장착 및 철거 후 유의성 있는 유지력 변화는 일어나지 않았다. 일반적으로 기존 magnet의 유지력 소실은 사용 기간에 따른 마모와 부식에 의해서 일어나는 것으로 알려져 있다.<sup>32)</sup> 최근에는 이러한 유지력 소실을 야기하는 부식문제를 해결하기 위해 외피부분을 부식저항성 재료를 사용하고 자석은 스테인리스 캡으로 micro laser welding 처리하여 밀봉함으로써 부식방지는 물론 자기량의 유출을 차단해 자력이 반영구적으로 유지될 수 있도록 하였다. 하지만 본 연구에서는 구강 내의 기능력 및 습도 등의 조건을 재현하지 못했기 때문에 magnet의 마모나 부식에 따른 유지력 소실에 관해 구강 내 환경을 고려한 심도 깊은 연구가 필요할 것으로 생각된다.

Attachment system을 선택하는 데 있어서 이처럼 attachment system의 유지력에 관한 고려가 중요하게 선행되어야 하지만, 임플란트 지지골로의 하중 전달에 미치는 영향 또한 고려되어야 한다. 제 등<sup>33)</sup>은 골질이나 임플란트의 전후방 분포가 불량한 경우 또는 대합치가 자연치인 경우 등의 생역학적 조건이 불리한 환자에서는 가능한 resilient type의 attachment를 사용하거나, cantilivered bar를 최소화하는 것이 임플란트에 가해지는 과부하를 예방할 수 있다고 보고하였다.

본 연구의 실험적 자료는 구강 내에서 일어나는 임플란트 overdenture의 초기 유지력과 사용 기간에 따른 유지력 소실에 대한 충분한 설명을 하기에는 부족하다. 타액의 존재유무, 변연부 폐쇄에 의한 부가적인 유지력 등에 의해 초기 유지력이 달라질 수 있

고, 단순히 의치의 장착 철거의 반복에 의해 감소된 본 연구의 유지력과는 달리, 구강 내에서는 기능력, 이갈이나 이악물기 등의 부기능적 활동, 타액, 그리고 치태 등에 의해서, 유지력의 감소량이 달라질 수 있기 때문이다. 따라서 한정된 실험조건하에서 시행된 본 연구결과는 상악 임플란트 overdenture의 bar attachment 설계에 따른 초기 유지력과 장착과 철거에 따른 유지력 소실양상을 분석 비교하는데 있어 기초적인 자료로만 해석되어야 할 것이다.

## V. 결 론

상악 무치악 전방부에 식립된 네 개의 임플란트를 이용하여 상악 bar overdenture를 제작할 경우 attachment system(제 1형: Cantilevered Hader bar using clips, 제 2형: Hader bar using clips without cantilever, 제 3형: Hader bar using clip and ERA attachments-orange male, 제 4형: Hader bar using clip and ERA attachment-white male and 제 5형: Bar using magnets)에 따른 의치의 초기 유지력과 장착과 철거를 반복 시행한 후 200회, 400회, 600회, 800회 그리고 1000회 마다 유지력의 변화양상을 비교하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 초기 유지력은 제 1형 (35.54 N)이 가장 컸고, 제 3형 (32.43 N), 제 2형 (30.89 N), 제 4형 (25.22 N) 그리고 제 5형 (6.79 N) 순으로 낮아졌다(P<0.001).
2. 1,000회까지의 장착과 철거를 반복 시행하는 동안, 제 5형을 제외한 나머지 Attachment system에서 유의한 유지력 소실이 나타났다(P<0.001).
3. 1,000회의 장착과 철거 후 유지력 소실은 Hader bar와 clip을 사용한 제 1형과 제 2형에서는 clip이 넓게 분포된 제 1형에서, ERA를 사용한 제 3형과 제 4형에서는 유지력이 약한 white male을 부착한 4형에서 크게 나타났다.
4. 1,000회의 장착과 철거 후 유지력은 제 3형 (26.10 N)과 제 2형(25.30 N), 제 1형(19.17 N)과 제 4형(18.58 N) 그리고 제 5형(6.18 N)순으로 낮아졌다(P<0.001).

이러한 연구로부터, 상악 전방부에 소수의 임플란트를 식립한 후 bar overdenture를 제작 시, attachment의 종류 뿐만 아니라 attachment의 기능적인 위치가 의치의 초기 유지력 및 반복 착탈에 의한 유

지력 소실에 영향을 미치는 것을 알 수 있다.

또한 본 실험과 같은 조건하에서 Hader bar와 clip 그리고 ERA attachment를 사용한 경우에는 초기뿐만 아니라 1,000의 반복 착탈 후에도 적절한 유지력이 제공되는 반면, magnet attachment의 사용은 반복 착탈에 따른 유지력 소실은 없지만 불충분한 유지력으로 인해 의치 사용의 만족도가 다소 감소될 것으로 생각된다.

### 참고문헌

1. Gunne H, Bergman B, Enbom L, Hogstrom J. Masticatory efficiency of complete denture patients. *Acta Odontol Scand* 1982;40:289-97.
2. Carr A, Laney WR. Maximum occlusal force levels in patients with osseointegrated oral implant prostheses and patients with complete dentures. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1987;2:101-10.
3. Bergman B, Carlsson GE. Clinical long-term study of complete denture wearers. *J Prosthet Dent* 1985;53:56-61.
4. Zitzmann NU, Marinello CP. A review of clinical and technical considerations for fixed and removable implant prostheses in the edentulous mandible. *Int J Prosthodont* 2002;15:65-72.
5. Petropoulos VC, Smith W. Maximum dislodging forces of implant overdenture stud attachments. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2002;17:526-35.
6. Misch CE. Prosthetic options in implant dentistry. In: Misch CE. *Contemporary implant dentistry*. 2nd ed Missouri: CV Mosby; 1999. p. 67-72
7. Engquist B, Bergendal T, Kallus T, Linden U. A retrospective multicenter evaluation of osseointegrated implants supporting overdentures. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1988;3:129-34.
8. Branemark P-I, Svensson B, van Steenberghe D. Ten-year survival rates of fixed prostheses on four or six implants ad novum Branemark in full edentulism. *Clin Oral Impl Res* 1995;6:413-7.
9. Krämer A, Weber H, Benzing U. Implant and prosthetic treatment of the edentulous maxilla using a bar-supported prosthesis. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1992;7:251-5.
10. Naert I, Gizani S, Steenberghe D. Rigidly splinted implants in the resorbed maxilla to retain a hinging overdenture: a series of clinical reports for up to 4 years. *J Prosthet Dent* 1998;79:156-64.
11. Davis DM. The role of implants in the treatment for the edentulous patients. *Int J Prosthodont* 1990;3:42-50.
12. Zitzmann NU, Marinello CP. Treatment plan for restoring the edentulous maxilla with implant-supported restorations: removable overdenture versus fixed partial denture design. *J Prosthet Dent* 1999;82:188-96.
13. Kampen F, Cune M. Retention and postinsertion maintenance of bar-clip, ball and magnet attachments in mandibular implant overdenture treatment: an *in vivo* comparison after 3 months of function. *Clin Oral Implants Res* 2003;14:720-6.
14. Naert I, Gizani S, Vuylsteke M et al. A 5-year randomized clinical trial on the influence of splinted and unsplinted oral implants in the mandibular overdenture therapy. Part I: Peri-implant outcome. *Clin Oral Implants Res* 1998;9:170-7.
15. Naert I, Quirynen M, Theuniers G, Steenberghe D. Prosthetic aspects of osseointegrated fixtures supporting overdentures. A 4-year report. *J Prosthet Dent* 1991;65:671-80.
16. Kim JY, Jeong CM. Effect of anchorage systems on load transfer with mandibular implant overdentures: A three-dimensional

- photoelastic stress analysis. *J Korean Acad prosthodont* 2002;40:507-24.
17. Yea DH, Lim JH, Cho IH. A study on the changes in retention of clips used to retain implant-supported overdenture. *J Korean Acad prosthodont* 1998;36:566-79.
  18. Bates JF. Retention of cobalt-chromium partial dentures. *Dent Practit Dent Rec* 1963; 14:168-71.
  19. Caldwell RC. Adhesion of foods to teeth. *J Dent Res* 1962;41:821-32.
  20. Cho HY. Effects of overdenture retention on the axial load of implant in the mandibular implant-supported overdenture. *J Korean Acad Prosthodont* 2000;38:94-107.
  21. Setz I, Lee SH, Engel E. Retention of pre-fabricated attachments for implant stabilized overdentures in the edentulous mandible: an *in vitro* study. *J Prosthet Dent* 1998; 80:323-9.
  22. Walton JN, Ruse ND. *In vitro* changes in clips and bars used to retain implant overdentures. *J Prosthet Dent* 1995;74:482-6.
  23. Naert I, Gizani S, Vuylsteke M. A 5-year prospective randomized clinical trial on the influence of splinted and unsplinted oral implants retaining a mandibular overdenture: prosthetic aspects and patient satisfaction. *J Oral Rehabil* 1999;26:195-202.
  24. Burns DR, Unger JW, Elswick RK. Prospective clinical evaluation of mandibular implant overdentures: Part I—Retention, stability, and tissue response. *J Prosthet Dent* 1995;73:354-63.
  25. Gamborena JI, Hazelton LR, NaBadalung D. Retention of ERA direct overdenture attachments before and after fatigue loading. *Int J Prosthodont* 1997;10:123-30.
  26. Breeding LC, Dixon DL, Schmitt S. The effect of simulated function on the retention of bar-clip retained removable prostheses. *J Prosthet Dent* 1996;75:570-3.
  27. Williams BH, Ochiai KT, Hojo S. Retention of maxillary implant overdenture bars of different designs. *J Prosthet Dent* 2001; 86:603-7.
  28. Gillings BRD, Samant A. Overdenture with magnetic attachments. *Dent Clin N Am* 1990;34:683-709.
  29. Tokuhisa M, Matsushita Y, Koyano K. *In vitro* study of a mandibular implant overdenture retained with ball, magnet, or bar attachments: Comparison of load transfer and denture stability. *Int J Prosthodont* 2003;16:128-34.
  30. Gillings BRD. Magnetic denture retention systems: inexpensive and efficient. *International Dental Journal* 1984;34:184-97.
  31. Akaltan F, Can G. Retentive characteristics of different dental magnetic systems. *J Prosthet Dent* 1995;74:422-7.
  32. Walton JN, MacEntee MI. Problems with prostheses on implants: a retrospective study. *J Prosthet Dent* 1994;71:283-8.
  33. Je HJ, Jeon YC, Jeong CM, Lim JS, Hwaong JS. Effect of anchorage systems and palatal coverage of denture base on load transfer with maxillary implant-supporting overdentures: A three-dimensional photoelastic stress analysis. *J Korean Acad Prosthodont* 2004;42:397-411.

---

**Reprint request to:**

**Chang-Mo Jeong**, D.D.S., M.D.S., Ph.D.

Department of Prosthodontics, College of Dentistry, Busan National University  
1-10 Ami-dong, Seo-gu, Pusan, 602-739, Korea  
cmjeong@hyowon.cc.pusan.ac.kr

ABSTRACT

COMPARATIVE STUDIES OF RETENTIVE FORCES  
IN MAXILLARY OVERDENTURE BAR ATTACHMENTS

Cha-Young Son, D.D.S., M.S.D., Chang-Mo Jeong, D.D.S., M.S.D., Ph.D.,  
Young-Chan Jeon, D.D.S., M.S.D., Ph.D., Jang-Seop Lim, D.D.S., M.S.D., Ph.D.,  
Hee-Chan Jeong, D.D.S., M.S.D.

*Department of Prosthodontics, College of Dentistry, Busan National University*

**Statement of problem:** It could be hypothesised that attachments, which provide more retention against vertical and horizontal dislodgement, will be associated with more favorable parameters of oral function.

**Purpose:** This study was to provide data of initial retentive force and retention loss of different bar attachment systems recommended for use with maxillary implant overdentures.

**Material and method:** 4 implants were placed in the anterior region of edentulous maxilla, five different systems of bar attachment were fabricated as follows: cantilevered Hader bar using clips (Type 1), Hader bar using clips without cantilever (Type 2), Hader bar using clip and ERA attachment orange male (Type 3), Hader bar using clip and ERA attachment white male (Type 4), and Bar using magnets (Type 5). Each samples were placed in the universal testing machine for determination of retentive forces(at initial and after every 200 cycles up to 1,000 cycles).

**Results and Conclusion**

1. Attachment type 1 showed the biggest initial retentive force followed by type 3, type 2, type 4, and lastly type 5( $P<0.001$ ).
2. After 1,000 cycles of repeated removals of attachments, significant loss of retentive forces was taken place except for attachment type 5.
3. After 1,000 cycles of repeated removals, the loss of retentive force between type 1 and type 2, which used Hader bar and clip attachments, was greater in type 1 that had wider clip formation. And between type 3 and type 4, which used ERA attachments, the loss of retentive force was greater in type 4 that had white male attached ( $P<0.001$ ).
4. After 1,000 cycles of repeated removals, attachment type 3 showed the biggest retentive force followed by type 2, type 4, type 1 and lastly type 5.
5. There was no significant difference between attachment type 3 and 4, and type 4 and 1( $P<0.001$ ).

---

**Key words:** Implant overdenture, Retention, Attachment