- 대한치과턱관절기능교합학회지 22권 4호, 2006 -

변형된 임플란트 임시 지대주의 물성에 관한 연구

전북대학교 치과대학 보철학교실, 원광대학교 치기공과* 및 구강생체과학연구소

양병덕·윤태호·최운재*·박주미

Ⅰ. 서 론

최근 치아상실 시 수복방법으로써 임플란트의 가치는 수많은 임상연구에서 보고된 높은 성공률로써 증명되고 있다. 초창기 Adell 등과 Brä nemark 등[1-5]이 치과용 임플란트에서 골 유착을 얻기 위해서 제안한 수술지침은 기능적 부하를 가하지 않고 3~6개월간의 치유기간을 두어야한다는 것이었다. 그러나 지난 30여년의 생체재료 기술의 발전과 끊임없는 임상연구를 통해 임상가들은 훨씬 진보된 다양한 치료형태를 가질 수 있게 되었다. 환자들의 치료기간 단축, 심미성 증진, 편안함 등의 증가된 요구로 원래의 골 유착을 위한 필수조건들이 다시 평가되고 있다. 이런 이유로 임플란트의 즉시하중을 가하는 방법이 개발되었으며, 즉시하중의 가능성을 시행한 선두그룹은 Babbush 등[6]이었다. 그 후 Schnitman 등[7-8]의 연구가 있은 후 여러 임상가들은 식립 후 임시수복물을 가진 완전무치악 환자의 임플란트에 선택적으로 즉시하중을 가했다. 이 이후에도 단일 임플란트의 즉시하중에 관한 연구 또한 이어졌다.[9] 최근의 Cornelini등[10]에 의한 하악 구치부 단일치 임플란트의 즉시수복에 관한 연구에서는 초기고정도가 우수한 하악구치부 치은관통형 임플란트를 즉시 수복하는 술식이 안전하고 성공적인 치료가 될 수 있다는 것을 보여주었다.

현재 임플란트에 즉시하중을 가하기 위해서는 각 제조사에서 만들어진 임시치관용 지대주를 매식체에 연결하고 아크릴릭 레진을 혼합하여 이미 제작된 스텐트 내에 레진을 부어 치아를 제작하는 방법이 많이 사용된다. 이때 임시치관의 수명을 연장하기 위해 지대주의 표면처리, 접착제 사용, 또는 구조를 변경시키는 시도를 하지 않았다. 그러나 이러한 레진을 이용한 임시수복물(provisional prosthesis)은 제작의 편리함 같은 장점이 있으나 교합력이 가해질 때 레진의 파절, 과도한 마모, 심미적 결함 등의 문제점이 있어 그 사용이 극히 제한되었고 일정시간이 경과한 후 영구 보철물로 교체해야 하는 번거로움이 있다.

만일 임시수복물의 수명을 연장할 수 있고 처음 제작된 임시 수복물을 간단하게 재조정하여 최종 보철물로 계속 사용할 수 있다면 보철물 제작비용과 시간이 절약될 것이다. 임시 수복물 단계에서는 과부하와 수평적 교합력이 골조직으로 가해지는 것을 피해야 하기 때문에 교합을 조금 낮게 형성하는 경우가 많았지만 만약 골 유착이 완성되고 최종보철물을 장착해도 되었을 때 비싸고 수정이 힘든 세라믹이나 무겁고 비싼 금속 보철물로 최종 보철물을 재제작하는 대신 기존에 사용하던 임시보철물의 교합을 재조정하여 사용한다면 환자, 시술자 및 기공사에게 유익할 것으로 생각된다.

현재 사용되는 복합 레진은 이전의 레진에 비해 많은 발전을 보였다. 그리고 그 편리성과 향상된 내구성으로 심미적인 면에서도 우수한 결과를 보이고 있으며, 아직도 취성의 문제점이 보고되고 있지만 향후 세라믹을 대체할 재료로 생각되어지고 있다. 이같이 레진이 가진 문제점은 메탈구조를 변경함으로 수복물의 물성과 수명을 향상시킬 수 있다. 기존의 세라믹-메탈구조를 모방한 레진-메탈구조에서는 메탈의 컷백 형태가 세라믹-메탈구조를 모방하고 있으므로 메탈구조

물을 왁스업하고 주조하는 과정이 동일하게 적용된다. 그러나 그와 달리 상용화되어있는 지대주는 단일 모형이므로 교합면에서 교합압을 버틸 수 있도록 지대주에 wing형태를 부여함으로 레진보철물의 장점인 용이한 수복 및 보수, 가벼운 무게, 우수한 심미성 등을 이용하면서 응력의 분산과 교합력에 버틸 수 있는 구조를 생각해 보았다.

이에 본 연구에서는 UCLA 타입 플라스틱 지대주(abutment)를 wing 과 bulk 구조로 왁스업하여 주조하고 광중합형 복합 레진을 사용하여 보철물을 제작한 후 두 종류 보철물의 파절강도를 기존의 방법으로 제작된 임시 보철물과 비교하여 변형된 임시 지대주가 임시 보철물의 수명연장과 물성의 향상에 영향을 주는지 알아보고자 하였다.

Ⅱ. 연구재료 및 방법

1. 연구재료

매식된 임플란트에 연결하여 임시 보철물을 제작하는데 일반적으로 사용되는 임시지대주에 광중합형 복합 레진으로 크라운을 제작하여 대조군으로 이용하였다. 실험군 제작을 위해 매식체의 랩 아나로그에 플라스틱 실린더(Cowell-medi, Korea)를 연결하고 외면에 wing 구조로 왁스 플레이트를 부착하거나 bulk구조로 왁스업을 하여 기준 모델을 만들고, 이 기준 모델을 실리콘에 매몰하여 실리콘 몰드를 만든 후 이 실리콘 몰드 내에 액체상태의 왁스를 주입하는 방식으로 각각 10개씩의 왁스 패턴을 만들었다 (Fig. 1, 2). 왁스패턴에 스프루 연결 후 인산염계 매몰재인 Dentivest (Sinji, Korea)로 매몰하였다. 고주파 원심주조기인 Millenium casting machine (Marfredi, Italy)을 이용하여 Rexillium V (Nickel Chromium ceramic alloy; Pentron Laboratory Technologies, USA) 금속으로 주조하였다 (Fig. 3). 스프루를 절단한 후 주조된 변형지대주의 표면을 알루미나를 이용하여 분사하고 초음파를 이용하여 표면을 세척한 후, one step (Bisco, USA) 접착제를 도포하고 시편의 주위를 40초간 광 조사 하였다. 실험에 사용되는 크라운의 크기를 동일화하기 위하여 크라운의 크기로 스텐트를 만들고 랩 아나로그에 연결된 지대주에 위치시킨 후, 광중합형 복합레진 (Vericom, Korea)을 이용하여 크라운을 적층법으로 축성하여 아래면과 옆면을 형성하고, 교합면 형성 시에는 최종적으로 스텐트에 레진을 채운 후 크라운의 교합면을 슬라이드 글라스를 이용하여 덮고 광 중합하였다 (Fig. 4). 레진의 두께는 메탈구조로부터 각 방향으로 약 1.5㎜ 높이로 축성하였다. 대조군과 실험군의 지대주는 6mm 길이를 이용하여 크라운을 제작하고 각 그룹에서 1개씩의 시편은 변환율 측정에 사용하였다. 실험군의 각각 9개씩은 크라운 축성 후 24시간 후에 파절강도 실험에

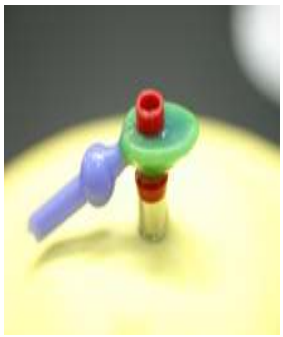
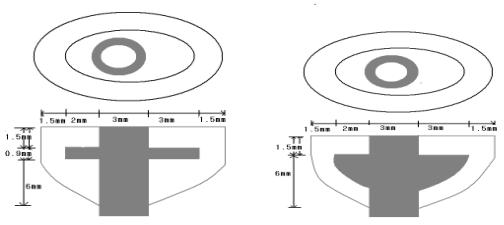


Fig. 1. Wax pattern of bulk abutment



(a) bulk (b) wing

Fig. 2. Diagram of casted abutment and resin crown.



Fig. 3. Temporary and casted abutment used in this study.

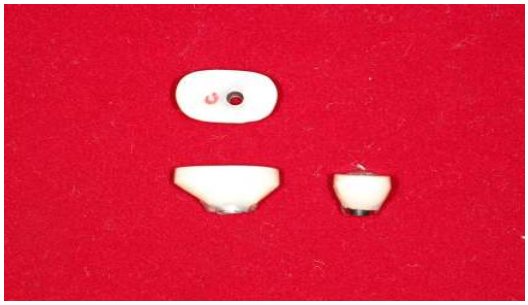


Fig. 4. Composite resin crown is built up on the abutment.

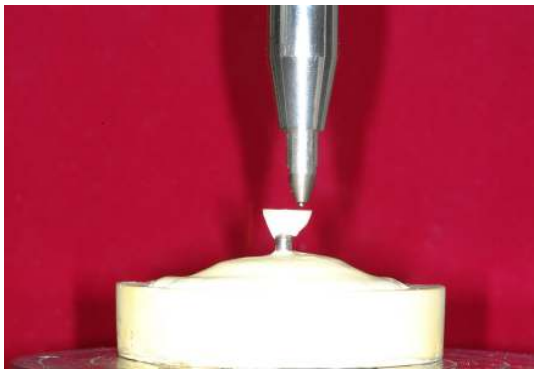
사용하였다. 1차 실험이 끝난 후 메탈 프레임웍에 부착되어 있는 레진을 제거하기위해 주조된 메탈프레임웍을 300℃에서 가열하고, 다시 알루미나 분사와 레진 접착제 도포 후 다시 각각 9개의 크라운을 제작하였다. 시효처리에 따른 결과를 비교하기 위해 레진크라운 제작 후 각각 9개의 크라운을 5℃와 55℃에서 5초씩 담그는 방식으로 총 5.000회의 열순환을 시행하였다.

2. 연구방법

1) 파절강도 측정

랩 아나로그 (Cowellmedi, Korea)를 금속 홀에 고정시키고 제작된 임시 크라운을 나사를 이용하여 30N의 힘으로 토크게이지를 이용하여 고정하였다. 나사홀부터 3㎜지점에 표시를 하고 인스트론 사의 universal testing machine (model 4201, Instron Co., USA)에 시편을 장착하였다(Fig. 5). 500kg의 load cell을 이용하여 cross-head 속도 1㎜/min로 시편에 하중을 가하였으며 표시된 지점에 지름 1㎜의 금속구를 위치하여 하중이 전달되도록 하였다. 파절이 일어나는 지점에서 멈추게 하여 파절이 일어나는 최댓값을 측정하였다(Fig. 6).

대조군인 임시 크라운은 한 지점에서, 실험군인 wing 구조와 bulk 구조의 경우 나사 홀을 중심으로 양측에서 파절실험을 하였다. 한쪽 부분은 금속지지를 받는 구조이었으며 반대쪽은 금속지지를 받지 못하지만 금속지지물에 근접하며 금속과는 접착제를 이용하여 접착된 상태가 유지



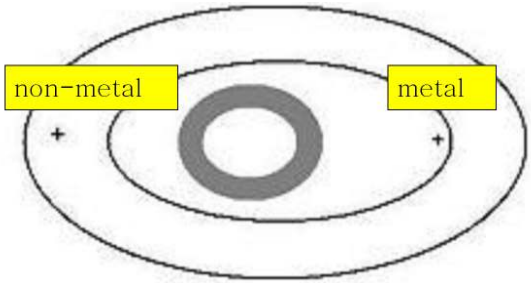


Fig. 5. Long axis of load and metal ball is aligned on the specimen.

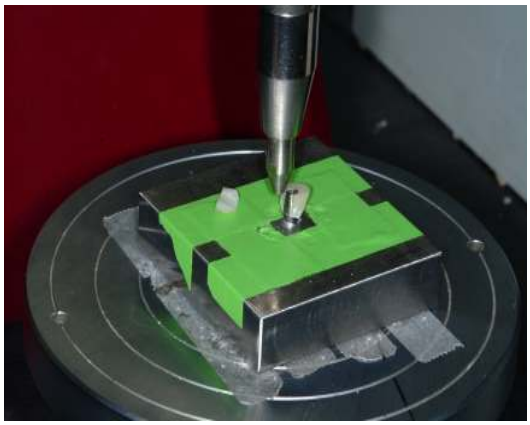


Fig. 6. Specimen is fractured.

되는 곳이었다.

파절이 일어난 부위를 관찰하여 레진 내 혹은 레진-메탈 계면에서 파절이 일어나는지 분류하였고, 레진 내에서 파절이 일어난 경우에는 파절면에 기포가 유입되었는지 확인하였다.

2) 변형률 측정

각 그룹에서 1개의 시편을 선택하여 박막의 게이지 (Kyowa, Japan)를 cyanoacrylate를 이용하여 시편의 교합면에 2개씩 접착하고 선을 strain meter (DSA100-Dynamic strdain meter, Kyowa, Japan)에 연결하고 컴퓨터프로그램(PCD30A, Kyowa, Japan)을 이용하여 변형률을 측정하였다 (Fig. 7). 게이지 부착위치는 각 그룹의 파절강도 측정 후 파절이 일어난 위치와 양상을 비교하여 응력이 전파되는 곳으로 추정되는 위치 즉 하중이 가해지는 지점과 나사 홀이 있는 지점을 선정하였다. 변형률 측정은 파절강도 측정과 동일하게 나사 홀이 있는 곳에서 3㎜ 떨어진 곳을 선택하고 3개의 각각의 시편에서 이루어졌다.

랩 아나로그에 나사를 이용하여 시편을 조이고, 인스트론 만능시험기의 하중이 시편의 표시한 지점에 1㎜ 지름의 금속구를 통해 가해지도록 위치한 다음 10㎏ 의 하중을 cross-head 속도 0.1㎜/min로 표시된 지점에 가해지도록 하였으며, 동일한 지점에서 10회 반복측정 하였다. 열순환 처리 후의 변형률 변화를 비교하기 위해 동일한 시편을 사용하였으며, 이를 위해 각 시편의 처음에 게이지가 부착된 지점을 스카치테이프를 이용하여 표시하고 게이지를 제거한 후 5.000회 열순환 하였다. 열순환 후 이전의 게이지 위치가 그려진 스카치테이프를 이용하여 다시 게이지를 시편의 교합면에 부착하고 이전에 표시된 하중이 가해지는 지점에 볼을 위치시킨 후 동일한 조건에서 다시 변형률을 측정하였다.

3) 통계분석

각 군 간의 유의차를 비교하기 위해 one-way ANOVA test와 t-test를 시행하였으며 5% 유의수준으로 검증하였다.

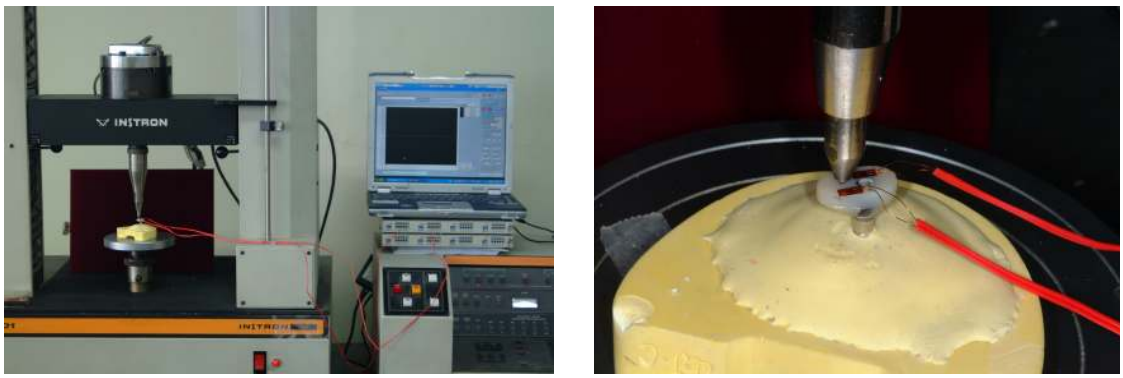


Fig. 7. Strain gauze attachment and its measurement.

Ⅲ. 연구결과

1. 파절강도 측정

임시 크라운, 금속 wing 및 금속 bulk 구조에 따른 복합레진 크라운의 파절강도 값은 Table 1 및 Fig. 8 과 같다. 수복 24시간 후 측정한 파절강도는 wing 구조와 bulk 구조의 경우 금속지지를 받는 곳이 각각 1117.2±196.0N과 1019.2±73.5N을 보여 금속지지를 받지 않는 곳이나 임시 크라운에 비해 통계적으로 유의하게 높은 값을 보였다 ($p<0.05$). Wing 구조와 bulk 구조에서 금속지지를 벗어난 지점의 파절강도는 임시 크라운 그룹에 비해서는 높았지만 통계적으로 유의한 차이를 보이지는 않았다 ($p>0.05$). 5.000회 열순환 후 측정한 파절강도에서 역시 금속지지를 받은 그룹이 각각 wing 구조와 bulk 구조에서 1161.3±145.04와 1022.14±179.34N을 보여 금속지지를 받지 않는 곳이나 임시 크라운에 비해 통계적으로 유의하게 높은 값을 보였다 ($p<0.05$). 열순환 후 wing 구조와 bulk 구조에서 금속지지를 벗어난 지점의 파절강도는 임시 크라운 그룹과 비슷한 강도 값을 보였으며 통계적으로 유의한 차이를 보이지는 않았다 ($p>0.05$). t-test 결과 24시간 후와 5.000회 열순환을 시행한 그룹 사이에 금속지지가 없는 wing 구조에서만 통계적으로 유의한 차이를 보였다 ($p<0.05$).

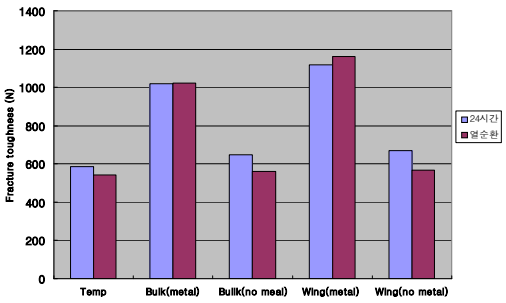


Fig. 8. Graph of fracture toughness of composite resin crown.

2. 변형률 측정

임시 크라운, 금속 wing 및 금속 bulk 구조에 따른 복합레진 크라운의 변형률 측정값은 Table 2 및 Fig. 9와 같다. 열순환을 시행하지 않은 그룹의 경우 금속구조물이 없는 임시크라운은 하중이 가해졌을 때 하중이 가해지는 지점에 가까

Table 1. Fracture toughness of composite resin crown (N)

	Temp	Bulk(metal)	Bullk(no meal)	Wing(metal)	Wing(no metal)
24시간	586.04±121.52^{a}	1019.2±73.5^{b}	646.8±78.4^{a}	1117.2±196.0^{b}	669.34±30.38^{a}
열순환	540.96±124.46^{c}	1022.14±179.34^{d}	559.58±71.54^{c}	1161.3±145.04^{d}	565.46±99.96^{c}

*same letters indicate values that were not statistically different ($p>0.05$)

Table 2. Strain measurement before and after thermocycling (N)

	Temp(하중지점)	Temp(나사점)	Bulk(하중지점)	Bullk(나사점)	Wing(하중지점)	Wing(나사점)
24시간	1883.56±23.52a	4233.6±30.38b	823.2±37.24c	775.18±13.72c	583.1±92.12d	1974.7±29.4e
열순환	2561.72±26.46f	4941.16±27.44g	1238.72±41.16h	1234.8±25.48h	444.92±50.96i	2706.76±68.6j

*same letters indicate values that were not statistically different ($p>0.05$)

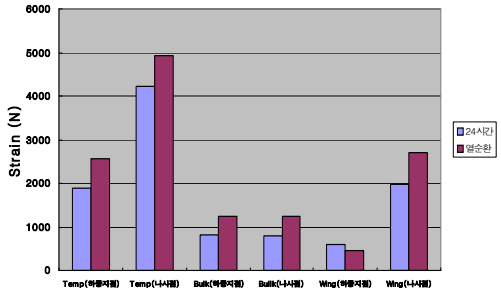


Fig. 9. Strain measurement of composite resin crown before and after thermocycling.

운 곳에서는 작은 값이 측정되었지만 나사홀이 있는 지점에서는 5배 정도의 매우 높은 값이 측정되었다. Bulk 구조의 경우 하중이 가해지는 곳에 가까운 지점과 나사 홀이 있는 지점이 비슷한 정도의 측정값을 보였다. Wing 구조의 경우 하중이 가해지는 지점에 가까운 곳에서는 임시크라운이나 bulk 구조에 비해 낮은 값이 측정되었지만 나사 홀이 있는 곳에서는 임시 크라운보다는 낮았지만 bulk 구조보다는 상당히 높은 값이 측정되었다. ANOVA 분석결과 bulk 구조는 하중이 가해지는 지점과 나사 홀이 있는 지점사이에 유의한 차이를 보이지 않았지만 임시 크라운과 wing 구조는 하중이 가해지는 지점과 나사 홀이 있는 지점사이에 변형률의 유의한 차이를 보였다 ($p<0.05$).

5.000회 열순환을 시행한 후 측정된 시험결과 금속 구조물이 없는 임시크라운은 열순환 전에 비해 다소 증가된 수치를 나타냈지만 비슷한 양상의 증가를 보였다. Bulk 구조의 경우 임시크라운과 유사하게 전체적으로 증가된 수치를 보였지만 하중이 전달되는 양상은 열순환 전의 시험결과와 비슷하였다. wing 구조의 경우 다른 구조와는 달리 하중지점에서 열순환 전에 비해 오히려 줄어든 수치를 보였으며 나사 홀이 있는 지점에서는 증가하였다. ANOVA 분석결과 bulk 구조는 하중이 가해지는 지점과 나사 홀이 있는 지점사이에 유의한 차이를 보이지 않았지만 임시 크라운과 wing 구조는 하중이 가해지는 지점과 나사 홀이 있는 지점사이에 변형률의 유의한 차이를 보였다 ($p<0.05$). 열순환 전과 후를 비교한 t-test 결과 모든 그룹에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다 ($p<0.05$).



Fig. 10. Fracture of temporary resin crown.



bulk sing

Fig. 11. Fracture of where metal support present.



bulk wing

Fig. 12. Fracture of where metal support not present.

3. 파절양상관찰

임시크라운의 경우 응력이 가해졌을 때 파절양상은 나사 홀의 중심에 약간 못 미친 지점에서 협설 측으로 일직선으로 파절이 일어났다 (Fig. 10). Wing 구조와 bulk 구조의 경우 금속 지지를 받는 부분에서는 하중이 가해진 지점에서부터 균열이 시작되어 금속지지가 없는 부분으로 균열이 전파되면서 파절이 진행되었다 (Fig. 11). 파절은 금속지지 위부분만 깨져나가거나 금속구조를 경계로 파절이 발생하였으며 금속지지 아래 부분은 금속과 잘 접착되어 있는 것이 관찰되었다. Wing 구조와 bulk 구조에서 금속지지가 없는 부분에 하중이 가해졌을 때 파절양상은 금속의 연장부위 끝부분에서 일직선으로 협설측 파절이 일어났다(Fig. 12).

Ⅳ. 고 찰

매식된 임플란트에 아크릴릭 레진 보철물을 사용하여 골과 임플란트사이의 결합을 보호하려는 이론적 가설은 Skalak 등[11]에 의해 주장되었다. 골 융합된 임플란트와 주위 골 사이에는 직접적이고 상당히 견고한 결합이 되어있다. 보철물과 임플란트에 가해진 충격력은 골의 미세골절을 일으킨다는 가설이 있다. 또한 임플란트에 가해지는 과도한 힘은 임플란트 주위 골을 흡수시킬 수 있다. 이런 이유로 임플란트에 가해지는 힘을 줄이기 위한 필요성이 대두되었다. 문헌상에서는 임플란트에 여러 가지 충격흡수요소(damping element)를 소개하고 있다.[12] 예를 들어 IMZ임플란트에서는 intramobile element같은 충격흡수장치(shock-absorbing device)를 사용하기도 했다. Adell등[2]은 임플란트 보철물의 교합면을 아크릴릭 레진으로 형성하는 것이 임플란트에 가해지는 충격을 흡수하여 임플란트 골융합의 장기적인 성공에 기여한다고 주장하였다. Brä nemark등[13]은 보철물의 장기적인 성공을 위하여 계속적이고 지속적인 정기검진을 요구하였으며, 적절한 교합을 지속적으로 유지시키는 것이 중요하다고 하였다. 그는 또한 아크릴릭 레진을 임플란트보철물의 재료로 사용할 것을 주장했으며 이런 것이 periodontium이 제공하는 resiliency를 임플란트에 제공한다고 주장했다. Davis등[14]에 의한 3차원 유한요소분석법에 의한 연구에서도 레진이 충격 응력을 감소하는데 유리하다는 결론을 얻었다. 그러나 아크릴릭 레진을 교합면에 사용했을 경우, 많은 보철물의 합병증과 기술적 실패가 보고되어 복합 레진이 대체 재료로 사용되었다. 임상실험에 따르면 복합 레진 교합면을 사용한 경우와 도재 교합면을 사용한 경우 고정성 보철물 임프란트 주위 변연골 높이에서의 유의한 차이는 없었다.[15] 최근 높은 무기질 필러(high inorganic filler)가 포함되어 기계적인 특성이 향상된 복합 레진이 임플란트 상부구조에 사용되고 있다. 이런 복합 레진을 사용한 임플란트 보철물에 대한 실험실적 연구는 Takahashi등[16]에 의해 보고되었다. 이들은 highly filled indirect resins중 Artglass, Targis, Estenia등 사용하였는데 이런 복합레진은 적어도 55%이상의 작은 구상의 필러 즉 silicate glass를 resin matrix에 포함시켜 사용하였다. 이들은 심미적으로도 도재에 가깝게 만족스러웠으며 마모도 또한 범랑질과 유사하였다. 그것들은 또한 금속에 잘 결합하여 도재의 기계적 특성에 뒤지지 않았다. 이들은 이 세 종류의 복합레진을 임플란트의 보철물로 사용 시 도재 금관에 비해 두 가지 하중조건에서 파절저항성이 뒤떨어지지 않음을 보고하였다.

레진과 금속간의 결합강도를 높이려는 시도는 여러 연구자들에 의해 시도되었다. 최근 복합레진이 도재를 대신할 정도로 마모도, 파절강도 등이 향상됨으로써 구치부 보철재료로 사용이 시도되고 있다. 레진과 금속의 결합에는 기계적, 화학적인 요인들이 작용한다. 하지만 기계적인 유지구조들은 틈 형성, 미세누출 및 수복물의 두께를 증가시킨다.[17] 화학적인 표면처리에 의한 방법은 이러한 기계적인 유지구조의 단점을 보완할 수 있는 이러한 화학적인 표면처리 결합기전 (bonding system)을 사용하고 있다.[18] 접착제는 샌드블라스팅에 의해 micromechanical retention을 얻은 금속에 추가로 화학적 결합을 이루는데 쓰인다.[19] 이와 같은 연구가 1984년에 소개된

silicon oxide layer technique에 의해 소개된 후 각 회사에서 독자적인 접착제가 개발되어 사용되어 졌다. 이러한 silicoating 방법에 의해 금속과 레진 간의 결합이 4배정도 증가된다고 하였고, sandblasting과 함께 사용하면 결합강도를 더 증가시킨다고 보고되었다.[20-21)]

본 연구에서는 임시지대주의 구조적 변형에 의한 기계적 성능을 검사하고자 다양한 화학적 처리는 시행하지 않았고, 일반적으로 사용되는 샌드블라스팅 처리 후에 복합레진을 접착하기 위해 상용화된 접착제를 사용하였다. 파절강도 시험 후 관찰된 파절 면은 접착제를 사용하지 않은 임시지대주의 경우 레진과 금속의 계면에서 대부분 깨끗한 분리가 일어났으며, 지대주 외면에 형성된 홈으로 밀려들어간 레진의 조각이 관찰되는 경우도 있었다. 이에 비해 샌드블라스팅과 접착제를 사용한 bulk 와 wing의 경우 파절면은 레진이 메탈과 잘 접착되어 있는 것이 관찰되었고, 깨져나간 레진부분은 응력이 가해진 부분과 만나는 금속지지 부위를 기점으로 금속의 상부에서만 파절이 일어났다. 위의 실험 결과 지대주에 접착제를 사용하는 것이 저작과 같은 응력을 효과적으로 전달하게 함으로 복합레진 수복물의 수명을 연장할 수 있을 것으로 생각된다.

본 실험의 결과를 보다 정밀하게 분석하기 위해서는 유한요소분석이 시행되어야 하나 파절양상으로 보아 다음과 같이 유추해 볼 수 있을 것이다. 즉 bulk 구조는 wing 구조에 비해 금속구조의 디자인에 따라 금속-복합 레진 계면에 잔류응력이 많이 발생하게 되고, 보철물에 하중이 가해졌을 때 복합 레진에 압축과 전단의 힘이 작용하게 되어 금속-레진 계면을 따라 파절이 일어나게 된다. 이에 비해 wing 구조는 잔류응력이 적으며, 하중이 가해졌을 때 금속에서 약간의 휨이 일어나 복합 레진의 탄성율과 조화를 이루어 약간의 변형 후에 압축력에 의한 파절이 일어나는 것으로 생각된다. 따라서 금속-도재 보철물의 제작은 bulk 구조가 유리하지만 금속-레진의 보철물 제작은 wing 구조가 유리할 것으로 생각된다.

임플란트 시술 초기에 대부분의 치과 임플란트는 Adell 등과 Brånemark의 주장에 의해서 3-6개월간 하중이 가해지지 않는 상태에서 치유되도록 하였다. 하지만 이 후 많은 임상보고들은 하악에서 고정성 임시 수복물을 지지하는 즉시하중을 가한 임플란트에 대한 높은 성공률을 보여주었다. Schnitmann등[7)]은 2단계의 나사형 임플란트중 2/3를 고정성 임시 수복물을 즉시 지지하도록 사용하였고, 나머지는 통상의 방법대로 치유될 때까지 submerge하였는데 10년간의 연구결과에 의하면 즉시하중을 가한 28개중에서 24개가 임상적으로 성공하였다. Tarnow등[23)]은 10개의 증례보고에서 5년 이상 임플란트의 관찰 결과 높은 임플란트 생존율과 수복물의 성공을 보고하였다. 이처럼 즉시하중을 가한 임플란트의 보고는 개개 임플란트의 긍정적인 결과와 고정성 보철물의 높은 성공률을 보고하고 있다.[24-26)] 또한 많은 동물실험에서도 즉시 하중을 가한 하악 임플란트의 경우에서 골유착을 확인시켜준다. Piattelli등[27)]은 원숭이 실험에서 즉시하중을 가한 24개의 하악 임플란트에서 힘을 가하지 않은 24개의 임플란트보다 의미있게 큰 골-임플란트 결합을 보고하고 있다. 이처럼 동물과 사람에서 시행된 즉시부하 임플란트의 장기간 성공률에 대한 연구는 만족할만한 성과를 거두고 있다. 그러나 대부분의 연구는 골질이 좋아 임플란트의 적절한 초기고정을 얻을 수 있는 하악의 전치부에 국한되어 행해졌다. 최근에 Cornelini 등[10)]은 하악구치부 단일치 임플란트에 즉시수복을 시행한 후 12개월간의 예비보고를 했다. 이 연구에서 모든 환자들은 임시보철물에 대해 심미적으로 만족했고 나사의 풀림, 레진파절, 저작 시 통증과 같은 기계적인 합병증은 12개월간 발생되지 않았다. 이런 임플란트 매식 후 즉시수복방법은 장점이 매우 많다.[33-41)] 환자는 즉시 기능에 만족해하며, 일상적으로 기다리는 4-6개월간의 치유기간이 필요치 않고, 2차 수술이 필요 없으며 추가적인 치유기간도 없앨 수 있다. 또한 minimally invasive technique (예로써 flapless surgery나 최소한의 soft tissue reflection)으로 수술한 경우에는 환자는 부종, 피하 반상출혈, 수술 후 불편감등을 느끼지 않게 될 것이다. 또 환자는 즉시수복으로 심미적인 회복이 가능하다.

따라서 이런 즉시수복 방법의 사용은 임플란트 보철수복과정을 매우 단순화하고 시간을 단축시킬 수 있다. 이런 즉시수복에 관한 연구는 아직 미비하나 앞으로 더욱 많은 연구가 진행되어진다면 그 방향은 즉시수복물이 임시 수복물로서만 사용되지 않고 영구 수복물로 사용될 수 있다. 이렇게 되기 위해서는 즉시수복을 위해 지대주의 구조를 바꾸어 응력이 효과적으로 분산되는 형태로 변형되어야 할 것이다.

본 연구에서는 인스트론에 의한 파절강도와 파절양상을 검사하였으며, 변형게이지(strain gauge)를 이용한 변형률을 검사하였다. strain gauge는 응력이 고체에 가해질 때 고체내의 미세한 변화(strain)를 전기신호로 감지하는 센서(sensor)다. 변형 게이지를 기계나 구조물 표면에 접착해 두면 그 표면에서 생기는 미세한 치수변화, 즉 strain을 측정하는 것이고, 그 크기로부터 강도나 안전성을 확인하는데 중요한 응력을 알 수 있다. 본 실험에서 지대주 디자인에 따른 변형률을 측정함으로 하중이 가해지는 지점과 나사 홀이 있는 지점에 다른 응력이 발생함을 관찰하였다. 특히 임시 지대주의 경우 하중이 가해지는 지점에 비해 나사 홀이 있는 곳에 응력이 집중되는 것을 보여 임시치아 제작 시 교합면의 폭을 일정하게 넓게 유지해주는 것이 보철물의 파절을 방지해 주고 수명에 유리하리라는 것을 유추해 볼 수 있었다. 이에 비해 bulk 구조는 하중이 가해지는 지점과 나사 홀 지점이 비슷한 변형률을 보여 응력의 분산이 균등하게 일어남을 관찰할 수 있었다. Wing 구조는 임시 지대주와 비슷한 양상을 보이지만 그 측정수치는 절반정도를 보여 금속구조가 보철물에 가해지는 전체적인 응력을 감소시키는 효과가 있는 것으로 생각된다.

본 연구에 사용된 지대주의 구조변형 결과에서는 기존의 상품화된 임시 지대주를 사용한 경우보다 변형된 지대주의 경우에서 레진의 파절강도가 향상됨을 볼 수 있다. 이런 지대주의 구조변형은 결국 임플란트의 즉시 수복을 견고하게 하고 또한 임플란트 보철물의 수명을 연장시키는 결과를 기대할 수 있게 한다. 앞으로 레진 보철물의 수명과 가능성에 대한 연구를 위해 금속의 두께에 따른 탄성율의 변화에 대한 연구가 더 진행되어야 할 것으로 생각된다.

V. 결 론

보철물의 교합면에 아크릴릭 레진을 사용하는 것이 임플란트와 골간의 결합을 보호해 준다는 연구가 있다. 본 연구에서는 임시수복물 제작에 있어 아크릴릭 레진대신 복합 레진을 사용하고 매식체에 연결되는 지대주의 디자인을 변형함으로 임시 수복물 개념에서 최종 수복물로의 전환을 위한 진보된 수복물 제작을 위한 시도를 하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 파절강도 실험에서 파절이 발생하는 지점은 임시 크라운(temp구조)의 경우 압축응력이 집중되는 나사 홀이 있는 부분에서 발생하였으며, 금속 구조물을 지지로 갖는 구조의 경우 파절이 복합 레진에서 시작되어 금속-레진 경계부를 따라 진행되었다.
2. Wing 구조의 임시보철물은 bulk 구조의 임시보철물에 비해 응력분산이 나사 홀 방향으로 진행되며 높은 파절강도를 나타내었지만 bulk 구조와 통계적으로 유의한 차이를 보이지는 않았다 ($p>0.05$).
3. 크라운 제작 후 24시간 후와 5.000회의 열순환을 한 시편의 파절강도 실험결과 wing 구조와 bulk 구조의 금속지지를 받는 부위에서는 파절강도가 증가하거나 비슷하였지만 금속지지를 받지 않는 부위와 임시 크라운(temp 구조)에서는 열순환 후 감소하였다.
4. 크라운 제작 후 24시간 후와 5.000회의 열순환을 한 시편의 변형률 측정 결과 임시수복물(temp구조)과 bulk 구조는 일정한 양상으로 증가함을 보였지만, wing 구조에서는 응력이 가해지는 부위의 변형률은 오히려 감소하였다.

참 고 문 헌

1. Branemark P-I, Zarv G, Albrektsson T. Tissue-

Itegrated Prosgheses; Osseointegration in Clinical Dentistry. Chicago:Quintessence,1985;11-76.
2. Adell R, Lekholm U, Rockler B, Branemark P-I. A 15-year study of osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. Int J Oral Surg 1981;10:387-416.
3. Zarb GA, Schmitt A. Osseointegration and the edentulous predicament. The 10-year-old Toronto study. Br Dent J 1991;170:439-44.
4. Buser D, Sutter F, Weber HP, Belser U, Schroeder a. The ITI Dental Implant System; Basics, indications, clinical procedures and results. In:Hardin J(ed). Clark's Clinical Dentistry, vol 1.St Louis:Mosby 1992:1-23.
5. Buser D, Mericske-Stern R, Bernard JP, et al. Long-term evaluation of nonsubmerged ITI implants. Clin Oral Implants Res 1997;8:161-72.
6. Babbush CA, Kent N,Misisek DJ. Titanium plasma-sprayed(TPS) screw implants for the reconstruction of the edentulous mandible. J Oral Maxillofac Surg 1986;44:274-82.
7. Schnitman PA, Wohrle PS, Rubenstein JE. Immediate fixed interim prostheses supported by two-stage thresded implants:Methodology and results. J Oral Implantol 1990;16:96-105.
8. Schniman PA, Wohrle PS, Rubenstein JE. DaSilva JD, Wang NH. Ten-year results for Branemark implant immediately loaded with fixed proshteses at implant placements. Int J Oral Maxillofac Implants 1997;12:495-503.
9. Ericsson I, Nilson H, Lindh T, Nilner K, Randow K, Immediate functional loading of Branemark single tooth implants. An 18 months' clinical pilot follow-up study. Clin Oral Implants Res 2000;11:370-73.
10. Roberto Cornelini, Filippo Cangini, Ugo, Covani, Antonio Barone, Daniel Buser. Immediate Restoration of Single-Tooth Implants in Mandibular Molar Sites: A 12-month Preliminary Report. Int Oral Maxillofac Implants 2004;19(6):855-60
11. Skalak R. Aspects of biomechanical considerations. In: Branemark P-I, Zarb GA, Albrektsson T(eds). Tissue-Integrated Prostheses; Osseointegration in Clincal Dentistry. Chicago: Quintessence, 1985;117-28.
12. Babbush CA, Kirsch A, Mentag PJ, Hill B: Intramobile cylinder(IMZ) two-stage osteointegrated implant system with the intramobile element(IME) Part I. It's rationale and procedure for use. Int J Oral Maxillofac Implants 1988;2:203-6.
13. Branemark P-I: Osseointegration and its experimental background. J Prosthet Dent 1983;50:399-410.
14. Davis DM, Rimrott R, Zarb GA: Studies don frameworks for osseointegrated prosthesis : Part 2. The effect of adding acrylic resin or porcelain to form the occlusal superstructure. Int J Oral Maxillofac Implants 1988;3:275-80.
15. Naert I, Quirynen M, van Steenberghe D, Dariu P. A six-year proshtodontic study of 509 consecutively inserted implants for the treatment of partial edentulism. J Proshteti Dent 1992;67:236-45.
16. Takahashi Y, Hisama k,Sato H,et al. Probability of failure of highly filled indirect resin-veneered implant-supported restorations:An in vitro study. Int J Prosthodont 2002;15:179-82.
17. Metal resin bonding. Adept report 1991;30:418-23.
18. Leinfelder KF. Resin to metal bonding: Overcoming esthetic problems. J Am Dent Assoc 1994;125:292-4.
19. Albers HF. Metal-resin bonding. Adept Rep 1991; 2:25-40.
20. Tiller H, Musil R. The adhesion of dental resins to metal surfaces. In: The Kulzer Silcoater Technique, ed 1.6369. Wehrheim, Germanay:Kulzer, 1984.
21. Luthy H, Marinello CP, Scharer P. Factors influencing metal-resin tensile bond strength to filled composites. Dent Mater. 1990;6:73-77.
22. Guggenberger R. Rocatec system-adhesion by triocheical coating. Dtsch Zahnarztl Z. 1989;44:874-6.
23. Tarnow DP, Emtiaz S, Classi A. Immediate loading of threaded implants at stage 1 surgery in edentulous arches: Ten consecutive case reports with 1- to 5-year data. Int J Oral Maxillofac Implants 1997;12:319-24.
24. Salama H, Rose LF, Salama M, Betts NJ. Immediate loading of bilaterally splinted titanium root-form implants in fixed prosthodontics.A technique reexamined: Two case reports. Int J Periodontics Restorative Dent 1995;15:344-61.
25. Jaffin RA, Kumar A, Berman CL. Immediate loading of implants in partially and fully edentulous jaws: A series of 27 case reports. J Periodontol 2000;

71:833-8.
26. Randow K, Ericsson I, Nilner K, Petersson A, Glantz PO. Immediate functional loading of Branemark dental implants. An 18-month clinical follow-up study. Clin Oral Implants Res 1999;10:8-15.
27. Piatelli A, Corigliano M, Scarano A, Costigliola G, Paolantonio M. Immediate loading of titanium plasma-sprayed screw-shaped implants in man; A Clinical and histological report of two cases. J Periodontal 1997;68:591-7.
28. Kupeyan HK, May KB: Implant and provisional crown placement:A one stage protocol. Implant Dent 1998;7:213-9.
29. Kan JY, Rungcharasseang K: Immediate placement and provisionalization of maxillary anterior single implants: A surgical and prosthetic rationale. Pract Periodontics Aesthet Dent 2000;12:817-24.
30. Hui E, Chow J, Li D, et al: Immediate provisional for single implant replacement with Branemark system: Preliminary report. Clin Implant Dent Relat Res 2001;3:79-86.
31. Groisman M, Frossard WM, Ferreira HMB, et al: Single-tooth implants in the maxillary incisor region with immediate provisionalization:2 Year prospective study. Pract Proced Aesthet Dent 2003;15:115-22.
32. Rocci A, Mertignoni M, Gottlow J: Immediate loading in the maxilla using flapless surgery, implants placed in predetermined positions and prefabricated provisional restorations: A retrospective 3-year clinical study. Clin Implant Dent Relat Res 2003;31(9):784-8.
33. Petrungaro PS: Immediate implant placement and provisionalization in edentulous, extraction, and sinus grafted sites. Compendium 2003;24:95-9.
34. Locante WM: The nonfunctional immediate provisional in immediate extraction sites: A technique to maximize esthetics. Implant Dent 2001;10:254-8.
35. Randow K, Ericsson I, Nilner K, et al: Immediate functional loading of Branemark dental implants: An 18-month clinical follow-up study. Clin Oral Implants Res 2000;11(1):26-33.
36. Gomes A, Lozada JL, Caplanis N, et al: Immediate loading of a single hydroxyapatite coated threaded root form implant: A clinical report. J Oral Implantol 1998;24:159-66.
37. Ericsson I, Nilson H, Lindh T, et al: Immediate functional loading of Branemark single tooth implants. An 18 months clinical pilot follow-up study. Clin Oral Implants Res 2000;11:26-33.
38. Glauser R, Ree A, Lundgren AK, et al: Immediate loading of Branemark implants applied in various jawbone regions: A prospective, one-year clinical study. Clin Oral Implants Res 2001;3(4):204-13.
39. Romanos GE: Immediate loading of endosseous dental implants in the posterior part of the mandible. Animal and clinical studies, PhD thesis. Berlin, Quintessence, 2004.
40. Balshi TJ, Wolfinger GJ: Immediate loading of Branemark implants in edentulous mandibles: A preliminary report. Implant Dent 1997;6:83-8.
41. Naert I, Quirynen M, van Steenberghe D, et al: A six year prosthodontic study of 509 consecutively inserted implants for the treatment of partial edentulism. J Prosthet Dent 1992;67(2):236-45.

Reprint request to : Ju-Mi Park, D.D.S., M.S.D., Ph.D.
Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Chonbuk National University 664-14 Dukjin-Dong, Dukjin-Gu, Chonju, 561-756, Korea
E-mail : jmpark@chonbuk.ac.kr

- ABSTRACT -

The Study on the Physical Property of Provisional Prosthesis using Modified Temporary Abutment

Byung-Duk Yang, Tae-Ho Yoon, Un-Jae Choi*, Ju-Mi Park

Department of prosthodontics, School of Dentistry and Institude of Oral Biosciences, Chonbuk national Univeraity,
Department of Dental Laboratory Technology*, Wonkwang Health Science College

Statement of problem: Damping of the peak force transmitted to implants has been reported by in vitro studies using impact forces on resin-veneered superstructures. Theoretical assumptions suggest that use of acrylic resin for the occlusal surfaces of a prosthesis would protect the connection between implant and bone. Therefore, the relationship between prosthesis materials and the force transmitted through the implant system also needs to be investigated under conditions that resemble the intraoral mechanical environment.

Purpose: The purpose of this study was to analyze the fracture strength and modes of temporary prosthesis when a flange or occlusally extended structure were connected on the top of the abutment.

Material and method: Modified abutments of winged and bulk design were made by casting the desired wax pattern which is made on the UCLA type plastic cylinder. Temporary crowns were made using templates on the modified abutments, and its fracture toughness and strain were compared to the traditional temporary prosthesis. To evaluate the effect of aging, 5.000 times of thermocycling were performed, and their result was compared to the 24hours specimen result.

Results: The following conclusions were drawn from this study:

1. In the fracture toughness test, temporary crown's fracture line located next to the screw hole while modified designs with metal support showed fracture line on the metal and its propagation along the metal-resin interface.
2. Wing and bulk structure didn't show significant difference in the fracture toughness ($p>0.05$), but wing structure showed stress concentration on the screw hole area compared to bulk structure which showed even stress distribution.
3. In the fracture toughness test after thermocycling, wing and bulk structure showed increased or similar results in metal supported area while off-metal area and temporary crown showed decreased results.
4. In the strain measurement after thermocycling, its value increased in the temporary and bulk structure. However, wing structure showed decreased value in the loading point while increased value in the screw hole area.

Conclusion: Wing type design showed compatible result to the bulk type that its application with composite resin prosthesis to the implant dentistry is considered promising.

Key words : Modified abutment, Composite resin crown, Fracture toughness, Strain