자연 지대치와 금속 지대치 상에서 임시 접착제의 인장력에 관한 연구

원광대학교 치과대학 보철학교실

이 일 권·오 상 천

Tensile Strength of Provisional Cement on Natural Abutment and Metal Abutment

Il-Kwon Lee, M.S.D., Sang-Chun Oh, D.D.S., M.S.D., Ph.D.

Department of Dentistry, College of Dentistry, Wonkwang University

STATEMENT OF PROBLEM: Tensile strength of metal crown cemented with provisional cement have shown clinically difference between metal abutment of implant and natural abutment.

PURPOSE: This study was tested to compare the tensile strength of provisional cement on the natural abutment and metal abutment.

MATERIAL AND METHODS: Out of the 20 premolars that were selected for this experiment, each 10 were prepared of abutments by chamfer and rounded shoulder margin and then duplicated to produce 20 metal abutments that were same to natural teeth. Then, crowns were fabricated to fit the total 40 natural & metal abutments to be cemented by cavitec, to be added of regular, repetitive vertical load, and to be measured of tensile strength by using Universal Test Machine.

RESULTS: There was statistically significant difference in the tensile strength between the crowns cemented to the natural & metal abutments, but no statistically significant difference was observed between the chamfer and the shoulder gingival margin of the each abutments.

CONCLUSIONS: Tensile strength of metal teeth is greater about 2 more times than that of natural teeth when it is cemented with Cavitec.

자연 지대치와 금속 지대치 상에서 임시 접착제의 인장력에 관한 연구

원광대학교 치과대학 보철학교실

이 일 권·오 상 천

Ⅰ. 서 론

치과용 임플란트는 완전 무치악에서 시작하여 부분 무치악 그리고 단일치로 그 적용례를 점차 늘려왔다. 초기에는 상실된 치아의 회복에 주안점을 두었으나 이제는 저작 기능 뿐 아니라 심미성 회복도 성공을 결정짓는 중요한 요소가 되었다. 특히 임플란트의 심미성은 상부 보철물 설계에 의해서 좌우 되는데 임플란트 상부 보철물은 전통적으로 사용되어 온 나사 유지형과 시멘트 유지형으로 크게 나뉜다.

나사유지형은 유사시 철거가 가능하여 고정체 주위 치주조직에 대한 점검과 치료가 용이하고, 지대주 고정나사의 파절 시 나사교환이 가능하다는 장점이 있으나 교합면의 나사구멍으로 인해 치아장축에 평행한 교합력을 치관 중심부에 줄 수 없고, 시간이 경과하면서 가봉 레진의 변색으로 인해 비심미적 결과를 초래하며, 특히 단일 임플란트 수복 시 빈번한 나사 풀림이 단점으로 지적되기도 한다.[1,2] 그에 반해 시멘트 유지형은 수동적 적합이 가능하고 보철물의 고정나사 풀림이 상대적으로 적으며 나사구멍이 없기 때문에 치아 장축 방향으로 치관 중심부에 교합을 부여해 줄 수 있고 나사유지형에 비해 더욱 심미적인 결과를 보인다.[3,4] 또한 나사유지형에 비해 구성요소가 적고 시술시간이 짧아 경제적이며 효율적인 것으로 평가 된다. 일반적으로 나사유지형에 비해 약간의 부적합성을 수용해 줄 수 있는 시멘트 공간으로 인해 시멘트 유지형 보철물에서 교합력이 보다 더 균일하게 분산되는 것으로 보고되며,[5] 광탄성 분석법을 이용한 실험 결과, 시멘트 유지형 보철물이 나사 유지형에 비해 고른 응력 분산을 보이고, 그 응력의 양 또한 나사유지형에 비해 20%정도 감소 효과가 있는 것으로 보고 된다[6].

과거 자연치를 대상으로 시멘트 유지력에 대한 많은 연구가 있어 왔고 임플란트 보철물에서도 비슷한 연구가 진행되었다.[7-11] 특히 임시 시멘트와 영구 시멘트를 이용한 시멘트 유지형 보철물의 유지력에 관한 많은 연구가 있었으나[7,11-13] 자연치에서의 결과와 일치하지 않을 뿐 아니라 결과에 일관성이 없고 또한 어떤 시멘트가 목적에 맞는 적절한 유지력을 제공하는지에 대한 임상적 지침도 제시되지 못하고 있다.[14]

시멘트 유지형 임플란트 보철물 합착에는 일반적으로 임시 시멘트와 영구 시멘트가 사용될 수 있다. 임플란트 보철물의 착탈을 염두에 둔 다면 임시 시멘트를, 탈락 우려가 큰 보철물의 영구 고정을 위해서는 영구 시멘트가 사용될 수 있다. 또한 초기에는 유지력이 낮은 임시 접착제를 사용하면서 주변 조직의 적응 상태를 관찰하고 일정 기간이 경과되어 안정된 조직상태를 확인하게 되면 영구 시멘트로 교환하기도 한다.

금속의 지대주 상에서는 설사 떨어지더라도 치아우식이나 치수과민 같은 부작용의 염려가 없으므로 영구 시멘트 사용이 추천되지 않으며, 또한 영구 시멘트의 경우 너무 견고히 합착되면 고정체-지대주 계면(interface)에 있는 미생물의 제거가 불가능 하고,[15] 고정나사가 느슨해질 경우 제거하기가 어렵기 때문에 착탈의 여지가 있는 임시 시멘트를 사용하는 것이 보통이다. 임시 시멘트가 영구 시멘트보다 인장응력이 낮고 용해도가 높은 적절치 못한 물

성을 가지고 있음에도 이와 같은 이유로 시멘트 유지형 임프란트 보철물의 고정 시멘트로 많이 사용되고 있다.

또한 임상에서 보철물 유지를 위해 임시 시멘트를 사용할 경우 자연치보다 금속의 지대주에서 더욱 오랫동안 강한 유지력과 저항력이 발휘되는 것을 경험하게 된다. 이는 두 재료간의 탄성계수와 같은 물성의 차이로 금속의 지대주는 금속관을 강하게 지지하여 관의 수직 미세이동이 일어나지 않아 시멘트 공간에 응력이 미치지 않으나 자연 지대치의 상아질은 금속보다 약해 강한 교합력에 의해 외관의 수직 미세이동을 허락하므로 내측의 임시 시멘트가 일부 손상되거나 파괴되어 유지력을 상실하기 때문일 것으로 사료된다. 따라서 본 연구에서는 이를 간접적으로 증명하기 위해 자연치의 지대치와 금속의 지대치를 형성한 후 금속관을 임시 시멘트인 Cavitec으로 합착하여 일정하게 수직방향의 외력을 가한 후 인장응력을 측정해 보았으며, 다소의 지견을 얻었기에 이를 보고하고자 한다.

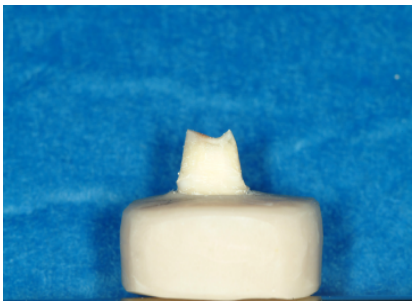

Fig. 1. Fabricate resin block under reveal of natural tooth, 2mm below CEJ.

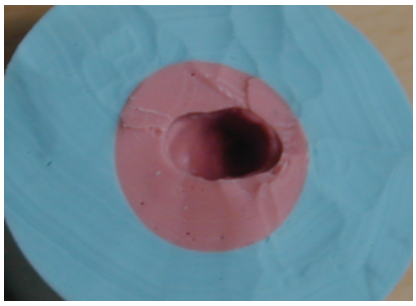

Fig. 2. Fabircate silicon matrix with the impression of natural teeth.



Fig. 3. Tooth preparation with shallow champfer and rounded shoulder.

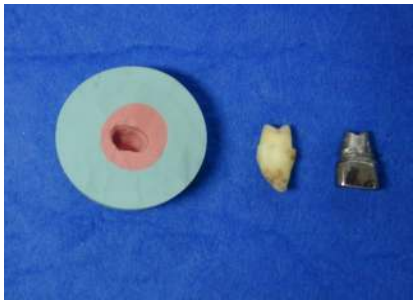

Fig. 4. Fabricate metal teeth with silicon matrix.

Ⅱ. 연구재료 및 방법

1. 실험용 지대치 제작

교정을 위해 발거된 신선한 상 하악 소구치를 20개 준비하여 아크릴릭 레진 블록(DuraHue,Dental Mfg, USA)에 번호를 세긴 후 각 치아 장축이 바닥에 수직이 되도록 주의하여 협설측 치경선이 약 2mm 노출되도록 식립하였다(Fig.1). 식립된 각각의 치아를 순서에 맞게 Impregum(3M,USA)을 이용하여 인상을 채득하였고, 치관 외형이 담겨 있는 silicon matrix를 만들었다(Fig.2). 인상채득 후 각 10개씩 2그룹으로 나누어 수렴각을 약 12°를 유지하면서 치은변연을 shallow chamfer와 rounded shoulder로 통법에 따라 지대치를 형성하였다(Fig.3). 형성된 지대치를 다시 정밀 인상 채득하여 이 음형 공간으로 패턴 레진을(Pattern Resin, GC Co., Japan) 흘려넣어 레진 패턴의 지대치를 얻었고 이를 석고계 매몰재로 매몰, 소환하여 금속(Sankin CB80S, Sankin, Japan)으로 주조 후 금속 지대치를 20개 얻었다(Fig.4).

2. 주조금속관 제작 및 적합도 평가

각 자연 지대치와 금속 지대치에 맞는 치관 외형이 담겨 있는 silicon matrix를 이용해 주조용 왁스로 일정한 납형을 제작하고 유지력 측정을 위해 협설측에 같은 높이로 후크(hook)를 만든 후 이를 다시



Fig. 5. Metal crown on natural teeth.



Fig. 6. Metal crown on metal teeth.



Fig. 7. Cavitec(Kerr, USA) is used.

통법에 따라 매몰, 소환 주조하여 각 10개씩 총 40개의 금속 전부관을 만들었다(Fig.5,6). 내면의 적합도를 균일하게 하기 위해 기공용 현미경 하에서 내부 주조 결절을 제거하고 disclosing medium (Fit-Checker, GC Co., Japan)을 이용하여 적합도를 평가하였다.

3. 시멘트 합착 및 반복 하중 적용

모든 시편을 초음파 세척기로 세척 후 건조된 상태에서 금속 전부관에 Cavitec(Kerr,USA) (Fig.7)을 회사의 지시대로 혼합하여 적용한 후 각 자연 지대치와 금속 지대치 상에서 5kg의 정하중으로 각 1분씩 가압하여 합착시켰다(Fig.8). 24시간 실온 상태에서 보관 후 auto-mallet을 이용한 일정한 수직 반복하중을 10초씩 1분 간격으로 10회씩 적용하였다(Fig.9).

4. 유지력 측정 및 통계 분석

만능시험기(Universal Testing Machine, Z020, Germany)에 시편을 위치시키고 금속관의 협설측 hook에 철사를 걸어 0.5mm/min의 속도로 인장력을 가한 후 시멘트 분리가 일어난 최고 하중치를 기록하였다(Fig.10).

각 시편의 인장력을 SPSS(SPSS Inc., Ver 10, USA)를 이용해 분산분석을 시행하여 평균값과 표준편차를 비교하였고, Duncan's multiple range test를 통하여 사후 검증하였다.



Fig. 8. Cement with Cavitec under 5Kg vertical load,1min

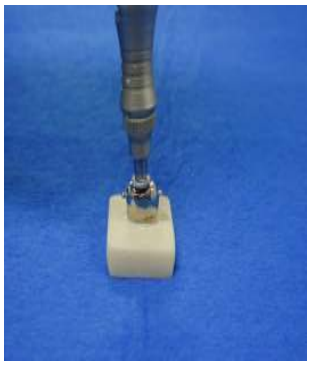

Fig. 9. Automalletting 10sec, 10times every a minute



Fig. 10. Measure the tensile strength with UTM

Table 1. Tensile strength of natural abutment with shallow chamfer

Specimen No.	Load(kg)	Load(MPa)
1	1.60	15.68
2	3.48	34.10
3	3.94	38.61
4	0.48	4.70
5	2.69	26.36
6	1.56	15.29
7	1.98	19.40
8	2.86	28.03
9	2.44	23.91
10	3.40	33.32
Mean±SD	2,44±1.06	23.94±10.34

Table 2. Tensile strength of natural abutment with rounded shoulder

Specimen No.	Load(kg)	Load(MPa)
1	5.32	52.14
2	1.80	17.64
3	3.26	31.95
4	1.98	19.40
5	2.21	21.66
6	2.26	22.15
7	3.12	30.58
8	3.08	29.40
9	4.05	39.69
10	3.45	33.81
Mean±SD	3.05±1.08	29.84±10.54

Ⅲ. 연구 결과

자연 지대치와 금속 지대치에서 각 변연 형태(shallow chamfer, rounded shoulder)에 따른 유지력의 평균값과 표준편차는 Table 1,2,3,4와 같고, Fig.11는 이들의 유지력 차이를 막대그래프로 보여주고 있다.

Cavitec으로 금속 지대치와 자연 지대치에 합착된 금속관에 일정한 외력을 가한 후 유지력에 통계학적으로 유의한 차이를 보였다(Table 5). 그러나 각 자연 지대치와 금속 지대치에서 치은 변연형태에 따른 통계학적 유의한 차이는 보이지 않았다(Table 5).

Table 3. Tensile strength of metal abutment with shallow chamfer

Specimen No.	Load(kg)	Load(MPa)
1	6.44	63.11
2	6.45	63.21
3	4.50	44.10
4	6.52	63.90
5	6.50	63.70
6	5.94	58.21
7	6.92	67.82
8	5.52	54.10
9	7.77	76.15
10	7.06	69.19
Mean±SD	6.36±0.89	62.35±8.76

Table 4. Tensile strength of metal abutment with rounded shoulder

Specimen No.	Load(kg)	Load(MPa)
1	5.64	55.27
2	6.51	63.80
3	7.29	71.44
4	8.48	83.10
5	5.71	55.96
6	7.14	69.97
7	6.03	59.09
8	7.01	68.70
9	7.97	78.11
10	9.84	96.43
Mean±SD	7.16±1.32	70.19±12.96

Table 5. Duncan's multiple comparison of each group

Group	N	Mean	S.D.	Duncan	grouping
NA	SC	10	23.94	10.34	A
	RS	10	29.84	10.54	A
MA	SC	10	62.35	8.76	B
	RS	10	70.19	12.96	B

NA: Natural abutment; MA: Metal abutment; SC: Shallow chamfer; RS: Rounded shoulder. Same characters written in column of Duncan's group mean no statistical differences between groups at 0.05 level.

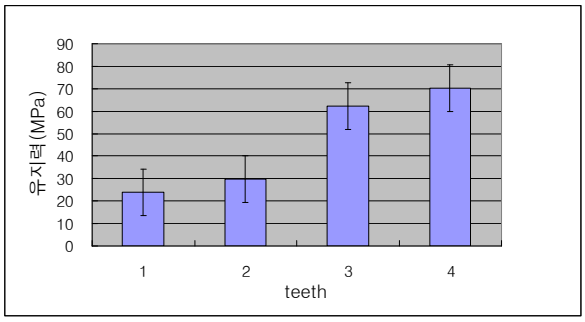

Fig. 11. Comparison of the tensile strength
1: natural abutment with chamfer margin;
2: natural abutment with shoulder margin;
3: metal abutment with chamfer margin;
4: natural abutment with shoulder margin

Ⅳ. 고 찰

임프란트 보철물의 디자인은 어떠한 재료를 사용하느냐 뿐만 아니라 임프란트 수복물을 어떤 식(나사 유지, 시멘트 유지)으로 고정시키느냐에 따라 달라진다. 일반적으로 시멘트를 이용한 고정법이 나사를 이용한 고정법보다 많은 잇점을 보이는데, 나사 고정법은 즉시 탈부착이나[24-26], 지대주 길이가 짧은 경우에도 사용 등의 장점을 들 수 있으나, 시멘트 유지형 보철물의 장점은[27] 40㎛의 시멘트 공간으로 인해 보다 passive한 보철물 제작이 가능한 점과 임프란트 장축 방향으로 힘의 전달이 용이하며, 보철물 제작과정이 통상적인 금관 가공의치 제작 과정과 비슷하므로 제작 시 비용이 적게 들고 특별한 기술적 숙련도가 필요 없다는 것이다. 또한 나사 유지형 보철물은 access hole을 컴포짓트 레진으로 충전하기 때문에 재장착 하려면 이 access hole을 제거해야 하는데 많은 시간이 투자되어야 하는 반면에 시멘트 유지형 보철물은 제거 시 일반적으로 짧은 작업시간을 보인다.

임프란트의 생존율이 증가하고[22] 초기에는 탈부착의 용이성 때문에 나사 유지형 임프란트가 선호되었으나 나사 유지형 임프란트의 합병증이 시멘트 유지형보다 더 높은 것으로 보고 되고,[23] 환자들의 심미성에 대한 요구도가 높아짐에 따라 시멘트를 이용한 접착의 경우가 점점 늘고 있다. 시멘트를 이용한 임프란트의 고정 시 영향을 미치는 인자로는 측벽의 수렴도나 평행성, 접착면의 면적과 거칠기 그리고 시멘트 종류 등이 있다. [28,29,30,31]수렴도는 시멘트 고정 임프란트의 유지력에 큰 영향을 미치는 인자로써 치아 형성 시에는 6도의 수렴도를 갖는 것이 가장 이상적이므로 대부분의 임프란트 지대주도 6도의 수렴도를 갖는다. UCLA 지대주가 더 큰 유지력을 발휘하는데 이는 UCLA 지대주의 축벽이 더욱 평행하기 때문이다. Michalakis 등[10]은 UCLA 지대주상에서 2unit 혹은 4unit의 시멘트 유지형 보철물을 제작하고 이를 임시 시멘트로 합착한 후 유지력을 측정하여 얻은 결과에서 2unit 보철물에서는 Temp bond와 Tempbond NE의 유지력 평균값이 156.7Mpa과 227.8Mpa을 보여 유의한 차이를 보였으나 4 unit 보철물에서는 각각 367.7Mpa과 374.4Mpa으로 유의한 차이가 없었다고 보고하였다. 일반적으로 보철물을 접착할 때 사용되는 영구 시멘트는 임프란트 보철에서는 탈부착을 위해서는 적합하지 못하며, reverse action bridge remover나 plier를 이용하여 빼낼 때 임프란트에 너무 큰 힘이 전달되지 않도록 적절한 임시시멘트를 선택하는 것이 중요하다. 이때 사용되는 임시시멘트는

기능시 측방력이나 수직력에 저항하기 충분한 인장 결합력을 가져야 한다. Breeding 등[8]은 자연치아와 machined titanum implant abutment 간에 서로 다른 3가지의 치과용 시멘트를 이용하여 접합을 했을 때 상호간 접찹력에 특별히 다른 점이 없다고 보고하였다. Ramp 등[16]은 임시 시멘트 4종류를 사용하여 인장강도를 측정한 결과, NeoTemp luting agent가 Tempbond 보다 3배 가량 높은 인장력을 보이는 것으로 보고했으며, Kostantinos 등[10]은 임프란트 지지 고정성 보철물에서 4가지 다른 임시시멘트를 이용하여 Cement Failure Load를 측정하여 Nogenol이 가장 낮은 유지력을 보이고 Improv가 가장 높은 수치의 유지력을 보이는 것으로 보고하였다. 또한 Kivanc와 Akca등[11]은 임프란트 지지 보철물의 Uniaxial Resistance Force를 비교하여 영구시멘트에서는 ZPC 와 GI cement가 유지력이 높고 다수의 치아가 식립된 보철물에서는 임시시멘트가 더 적절하다고 보고하였다. Kent 등[18]은 ZPC가 Tempbond NE보다 Cement Failure Lord가 훨씬 높다고 보고하여 재부착에 적합하지 않음을 보고 하였고, Covey등[19]은 영구시멘트가 임시시멘트보다 결합력이 3배 정도 높다고 보고하여 재부착에 적합지 않음을 보여

주었다.

일반적으로 임상에서 보철물 유지를 위해 임시 시멘트를 사용할 경우 자연치보다 금속의 지대주에서 더욱 오랫동안 강한 유지력과 저항력이 발휘되는 것을 경험하게 된다. 이는 두 재료간의 탄성계수와 같은 물리적 성질의 차이로 외력이 가해졌을 때, 금속의 지대주는 금속관을 강하게 지지하여 관의 수직 미세이동이 일어나지 않아 시멘트 공간에 응력이 미치지 않으나 자연 지대치의 상아질은 금속보다 약해 강한 교합력에 의해 외관의 수직 미세이동이 일어나므로 내측의 임시 시멘트가 일부 손상되거나 파괴되어 유지력이 상실되는 것으로 판단된다. 본 연구에서도 자연치와 금속치 상에 금속관을 cavitec으로 접착하여 외력을 가한 후 제거했을 때 자연치의 경우 cavitec에 많은 파괴의 흔적이 보였으나 금속치에서는 금속관 내부에 cavitec이 비교적 깨짐 없이 남아있었다. 이를 근거로 자연치에서는 치아와 금속관 사이의 시멘트 공간에 외력이 상대적으로 강하게 미침을 알 수 있었다. Konstantinos 등은[10] tempbond를 이용하여 tensile strength를 측정하여 160Mpa정도의 인장강도를 갖는다고 보고하였으며, Lee 는[17] 여러 종류의 tempbond를 이용하여 지대치의 표면을 다르게 했을 때의 인장강도를 측정하여 제품을 그대로 사용했을 경우와 50micron sand blasting을 했을 경우에는 tempbond와 cavitec에 인장강도의 차이가 없었으나 250mi

cron으로 sandblasting했을때와 fine diamond로 표면처리 했을때는 tempbond가 cavitec보다 2배정도 높은 인장강도를 갖는 것으로 보고하였다. 본 실험에서 얻어진 cavitec의 인장강도는 다른 실험에서 측정된 것[17]보다 낮은 수치를 보였는데, 이는 아마도 각 실험마다 본질적으로 실험조건이 달라서 이지만, 본 실험에서는 시멘트의 영향을 극대화시키기 위해서 다른 외부요인을 배제한 상태에서 지대치의 수렴각을 일반적인 6°에서 12°로 형성했고 저작력을 고려한 반복하중을 가함으로써 내부의 시멘트에 외력의 영향이 미쳤기 때문인 것으로 사료되었다.그리고 반복하중을 가하여서 시멘트의 내면에 영향을 미쳤을것으로 사료된다. 또한 치아형성시 fine diamond bur를 사용하였고 금속치의 경우 rubber polishing하여 표면의 거칠기가 거칠지 않은 것도 실험에 결과를 미쳤을것이라고 사료된다. 본 실험은 시멘트의 인장강도만을 측정하기위해 고안된 실험이다.

시멘트의 유지력에 영향을 미치는 인자는 여러 가지가 있으므로 입안과 같은 환경으로 만들어주는 열순환과 같은 점을 고려한 연구가 더 필요하다고 생각되며 다양한 임프란트 시스템과 임프란트 수에 따른 적절한 시멘트의 활용에 관한 지속적인 연구가 있어야 할 것으로 생각된다. 또한 본 실험의 결과로 가장 접착력이 낮은 cavitec을 사용했을때의 자연치와 금속치간의 인장강도의 차가 유의성 있게 나왔으므로 이 보다 인장강도가 높은 tempbond나 IRM등과 같은 임시 접착제로도 임프란트를 충분히 고정시킬 수 있으리라 사료된다.

V. 결 론

자연치의 지대치와 임플란트 지대주를 가상한 금속의 지대치를 형성한 후 shallow chamfer와 rounded shoulder 치은변연을 부여하고 각 지대치 상에서 각 지대치에 부합된 금속 주조관을 임시시멘트(Cavitec)으로 합착하고 반복적인 수직하중을 부여한 후 인장응력을 측정한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 금속 지대치 상의 금속관이 자연 지대치의 금속관보다 더 높은 인장 강도를 보였다.
2. 자연 지대치와 금속 지대치 모두에서 변연 형태에 따른 인장강도의 차이는 보이지 않았다.

참 고 문 헌

1. Adell R, Eriksson B, Lekholm U, Branemark PI, Jemt T. A long-term follow-up study of osseointegrated implants in the treatment of the totally edentulous jaw. Int J Oral Maxillofac Implants 1990; 5: 347-359
2. Albrektsson T, Bergman B, et al. A multicenter report of osseointeg- rated oral implants. J Prosthet Dent 1988;60:75-84
3. Preiskel HW, Tsolka P. DIA anatomic abutment system and telescopic prostheses. A clinical report. Int J Oral Maxillofac Implants 1997;12:628-633
4. Singer et al. Cemented-retained implant-supported fixed partial dentures : A 6-month to 3-year follow-up. Int J

Oral Maxillofac Implants. 1996;11:645-649
5. Craig RG. Restorative dental materials 6th ed. St Louis CV Mosby co., 1980;60-61
6. Guichet DL, Caputo AA, Choi H, Sorenson JA. Passivity of fit and marginal opening in screw or cement-retained implant fixed partial denture designs. Int J Oral Maxillofac Implants 2000;15:239-246
7. Clayton GII, Driscoll CF, Hondrum SO. The effect of luting agents on the retention and marginal adaptation of the CeraOne Implant system. Int J Oral Maxillofac Implants 1997;12:660-665
8. Breeding LC, Dixon DL, Bogacki MT, Tietge JD. Use of luting agent with an implant system : Part I. J Prosthet Dent 1992; 68:737-741
9. Kerby RE, McGlumphy EA, Holloway JA. Some physical properties of implant abutment luting cements. Int J Prosthodont 1992;5: 321-325
10. Konstantinos XM, Argiris LP. Cement Failure loads of 4 Provisional Luting Agents Used for the Cementation of Implant Supproted Fixed Partial Dentures. Int J Oral Maxillofac Implants 2000;15:545-549
11. Kivanc Akca, Haldun IplikCiogiu, Murat C. Cehreli. Comparison of Uniaxial Resistance Forces of Cements Used with Implant-Supported Crowns. Int J Oral Maxillofac Implants 2002;17:536-542
12. GaRey DJ, Tjan AHL, James RA. Caputo AA. Effect of thermocycling and blood contamination on cemented implant abutment. J Prosthet Dent 1994;71:124-132
13. Mansour A, Ercoli C, Graser G, Ross T, Mark M. Comparative evaluation of casting retention using the ITI solid abutment with six cements. Clin Oral Implants Res 2002;13:343-348
14. Squier RS, Agar JR, Duncan JP, Taylor TD. Retentiveness of dental cements used with metallic implant components. Int J Oral Maxillofac Implants. 2001;16:793-798
15. Gross M, Abramovich I, Eeiss EI. Microleakage at the Abutment-Implant Interface of Osseointegrated Implants : A Comparative Study. J. Prosthet Dent 1999:14;94-100
16. Ramp MH, Dixon DL, Ramp LC, Breeding LC, Barber LC. Tensile bond strengths of provisional luting agents used with an implant system. J Prosthet Dent 1999;81:510-514
17. Lee JB. Retrievability of cementation type implant abutment by surface treatments and types of cements. J Kor Acad Prost 1999;37:651-656
18. Kent DK, Koka S, Beatty MW. Factors Influencing Retention of CeraOne Gold Cylinder. Imp Dent 1996;5:96-99
19. Covey DA, Kent DK, St. Germain HA Jr, Koka S. Effects of abutment size and luting cement type on the uniaxial retention force of implant- supported crowns. J Prosthet Dent 2000;83:344-348
20. Paek SH et al. A study of core type and luting cements on complete cast crown retention. J Kor Acad Prost 2000;38:169-177
21. 정헌영: 금관가공의치에서의 대구치 지대치에 관한 형태학적 연구. 대한치과의사 협회지
22. Zach GA, Schmitt A. The longitudinal clinical effectiveness of osseointegrated dental implants. the toronto Study. Part I Surgical result . J Prosthet Dent 1990;63:451-457
23. Jemt T et al. Osseointegrated implants for single tooth replacement: a 1-year report from a multicenter prospective study. Int J Oral Maxillofac Implants 1991;6:29-35
24. English CE. Implant-natural-tooth-supported fixed partial dentures. J Dent Symposia 1993;1:10-15
25. Mcglumphy EA, Papazolou E, Riley RL. The combination implant crown : A cement-and screw-retained restoration. Compend Contin Educ Dent 1992;13:34-42
26. Misch CE. Progressive loading of bone with implant prostheses. J Dent Symposia 1993;1:50-53
27. Misch CE. Contemporary implant dentistry. Mosby 1993:653-656
28. Wille RL. Retention in the preparation of teeth for cast restorations. J Prosthet Dent 1976;35:526-528
29. Ady DB, Farihurst CW, Bond strength of two types of cement to gold casting alloy. J Prosthet Dent 1973;45:152
30. Carter GM, Hunter KM, Herbison P. Factors influencing the retertion of cemented implant-supported crowns. N Z Dent 1997;98:36-38
31. Maxwell AW, Blank LW, Pelleu Jr GB. Effect of crown preparation height on the retention and resistance of gold castings. Gen Dent 1990;38:200-202