

새로운 인상용 코핑을 이용한 임플란트 인상법의 정확성에 대한 3차원적 비교 연구

아주대학교 의과대학 치과학교실 및 공과대학 기계공학부

김세라 · 김인수 · 박성재 · 이병옥 · 고석민

본 연구는 임플란트 상부 구조물 제작을 위한 pick-up 인상 채득시 flag type의 새로운 인상용 코핑을 이용하여 제작된 모형과 기존에 사용되고 있는 인상용 코핑에 의해 제작된 모형의 정확성을 3차원적으로 비교하여 새로운 형태의 인상용 코핑을 사용한 인상법의 유용성을 알아보고자 하였다. 아크릴릭 레진 블록으로 좌측은 전부 무치악, 우측은 제 2 소구치가 상실된 상악 기준 모형을 제작하였다. 상악 우측 제 2소구치, 좌측 중절치, 좌측 견치, 좌측 제 2 소구치, 좌측 제 2 대구치 부위에 외부 육각 연결 방식의 임플란트 고정체를 식립하였다. 기준 모형에 사용된 인상용 코핑 및 코핑 간에 연결 여부에 따라 세 가지 실험군으로 분류하였다; 임플란트 고정체에 flag type의 인상용 코핑을 체결한 경우 (실험군 I), 기존 형태인 원통형의 인상용 코핑을 체결한 후 인상용 코핑을 자가 중합 아크릴릭 레진으로 연결한 경우 (실험군 II), 원통형 인상용 코핑을 체결한 후 자가 중합 레진으로 연결하지 않은 경우 (실험군 III). 총 15개의 모형을 제작하여 인상 채득하여 작업 모형을 제작한 후 기준 모형 및 작업 모형을 5번씩 측정하여 통계 처리하였다. flag type의 인상용 코핑을 이용하여 인상 채득한 군, 기존의 인상용 코핑을 자가 중합 레진으로 splinting하여 인상 채득한 군, 기존의 인상용 코핑을 splinting 하지 않고 인상 채득한 군의 작업 모형에서 각 임플란트 유사체 간 거리 차이는 통계적으로 유의하지 않았다($P > .05$). 또한 동일 수평면에 대한 수직적 거리를 비교한 결과 flag type의 인상용 코핑을 사용하여 제작한 작업 모형이 Point 2에서는 기준 모형에 가장 근접한 수치를 보였고 Point 3에서는 오차가 가장 컸으며 이는 통계적으로 유의하였다($P < .05$). 그 외 Point에서는 세 가지 방법 간에 통계적으로 유의한 차이는 없었다($P > .05$). 새로운 인상용 코핑을 사용한 인상법은 기존의 인상용 코핑을 사용한 인상법과 비교적 유사한 정확성을 보여주었다.

주요어: 임플란트 인상 채득, 임플란트 인상용 코핑, 3차원적 정확성 (구강회복응용과학지 2010;26(3):323~337)

서 론

치과 임플란트의 출현으로 다수의 치아 상실 환자들이 가철성 보철의 필요성의 감소와 함께 인접치의 삭제 없이 고정성 보철물에 의한 수복이 가능하게 되었다. 임플란트 치료는 5년간 성

공율이 상악에서 98%, 하악에서 97%으로 보고되고 있지만, 15-24년간 성공율은 상악에서 78%, 하악에서는 86%로 보고되어 장기적인 사용에 따라 실패 가능성이 증대됨을 알 수 있다². 임플란트 치료의 실패는 임플란트 고정체의 매식 수술시의 합병증에서 기인할 수 있고 수술 후 상부

교신 저자 : 고석민

443-749 경기도 수원시 영통구 원천동 산5번지 아주대학교 의과대학 치과학교실

Tel: 031-219-5332, E-mail: shugoi@ajou.ac.kr

원고접수일: 2010년 05월 05일, 원고수정일: 2010년 08월 20일, 원고채택일: 2010년 09월 25일

보철물을 장착하면서 발생하는 문제점으로 인해 생길 수도 있다³. 특히 자연치와 달리 치주 인대가 없는 임플란트는 수직 교합 하중에는 비교적 잘 견디나 측방 하중에 대해서는 역학적으로 취약하므로 임플란트 상부 보철물은 일반적인 보철물에 비해 수동적 적합이 중요하다⁵. 만약 상부 구조와 임플란트 고정체 간에 이러한 수동적 적합을 얻지 못하고 특정 부위에 응력이 집중된다면 임플란트 유지 나사의 풀림 혹은 파절, 임플란트 경부의 골손실 또는 임플란트 고정체의 파절 등의 문제점이 나타날 수 있다⁶. 이러한 상부 보철물의 실패는 주로 부적절한 가공 과정이나 잘못된 보철 설계가 원인이 되므로 임플란트 상부 보철물 제작 시 정밀한 가공 과정이 필요하다.

임플란트 상부 보철물 제작은 정확한 인상 채득에서 시작되며 인상 채득은 환자의 구강 내 상태를 복제하기 위한 가장 중요한 과정이다. 임플란트 상부 보철물을 위한 고정체 수준의 인상 채득 방법으로는 transfer 형태의 인상용 코핑을 이용한 closed tray 인상 채득법과 pick-up 형태의 인상용 코핑을 이용하는 open tray 인상 채득법이 있다⁷. Open tray 인상 채득법에 사용하는 인상용 코핑은 통상적으로 two-piece이며 이는 긴 guide pin과 회전 방지를 위한 사각형 내지 원통형의 코핑으로 이루어져 있다. 이 때 다수의 임플란트가 식립된 경우 인상용 코핑 간에 자가 중합형 레진을 사용하여 각각의 임플란트를 연결함으로써 인상법의 정확성을 높이기도 한다. 그러나 자가 중합형 레진은 경화되면서 수시간에 걸쳐 중합 수축이 발생하고, 이로 인해 최종 인상의 변형이 발생할 수 있는 문제점이 있다¹⁰. 본 연구에서 사용된 새로운 인상용 코핑은 기존의 사각형 모양의 코핑에 편측으로 연장된 'wing'이 있어 인접 코핑과 연결 시 자가 중합 레진의 사용량 감소나 배제가 가능하여 레진 중합 수축에 따른 오차를 최소화할 수 있을 것으로 기대된다.

임플란트 유사체(analog) 혹은 고정체 간의 거리를 측정하기 위해 여러 가지 방법을 이용할 수

있는데 접촉 방식을 이용한 3차원적 시스템과 비접촉 방식을 사용하는 hologram, laser, speckle interference, moire phenomenon, stereophotogrammetry, photogrammetry 등이 있다. 후자의 방식들은 측정자의 육안에 의해 결정되는 경우가 많기 때문에 신뢰성이 다소 떨어질 수 있다. 3차원적 접촉 방식은 장치에 부착된 stylus가 측정하고자 하는 점에 접촉하면 기준점에 대한 3차원적 좌표를 구할 수 있는 원리이다. 임플란트 지지대주와 같이 부피가 큰 원통의 경우에는 둘레의 3점 이상의 좌표를 이용하여 가상의 원에 대한 중심을 구해 지지대의 중심점 좌표를 산출하게 되는데, 가상의 원을 구성하는 3점 이상의 측정점은 동일 평면에 위치해야 하므로 통상적으로 y축을 고정하여 측정하게 된다. 따라서 부피가 큰 임플란트의 경우에는 고정체 간의 거리 변화는 측정 가능하지만, y축이 고정되므로 3차원적인 수직변화를 측정하는 데는 한계가 있다. 3차원적 변화를 측정하기 위해 본 연구에서는 원뿔 형태의 실험용 지그를 제작하여 여러 평면에 존재하는 중심점들의 좌표를 구한 후 이를 연장하여 지그의 기저부에 3차원적 좌표를 산출함으로써 기준모형과 작업모형 간의 3차원적 변화를 측정하고자 하였다.

본 연구는 다수의 임플란트를 식립한 경우 임플란트 고정체 수준의 pick-up 인상 채득시 새로운 flag 형태의 인상용 코핑을 이용하여 제작된 모형 상의 임플란트 간 거리와 기존 형태의 인상용 코핑을 이용하여 제작된 모형 상의 임플란트 간 삼차원적 거리 변화를 비교하여 새로운 인상용 코핑의 유용성을 알아보하고자 하였다.

연구재료 및 방법

1. 기준 모형 제작

좌측은 전부 무치악, 우측은 제 2 소구치가 상실된 상악을 상정하여 투명한 아크릴릭 레진 블록으로 기준 모형을 제작하였다. 상악 우측 제 2

소구치, 좌측 중절치, 좌측 견치, 좌측 제 2 소구치, 좌측 제 2 대구치 부위에 직경 4mm, 높이 13mm의 임플란트 고정체 dummy가 식립될 수 있도록 모형에 5개의 hole을 형성하였다. 형성된 hole에 외부 육각 연결 방식인 임플란트 고정체 (ABFR413A, ϕ 4.0 mm \times 13.0 mm, US II Plus[®]; Osstem implant Co., Seoul, Korea)를 식립하였다 (Fig. 1). 이 때 평행측정기 (parallelometer)를 사용하여 고정체 간에 최대한 평행을 유지하도록 하였다.

2. 작업 모형 제작

1) 개인 트레이 제작

기준 모형을 비가역성 하이드로콜로이드 인상재인 알지네이트(Alginate[®]; Heraeus Kulzer GmbH, Hanau Germany)로 예비 인상을 채득하고 인상체 내에 석고(New plastone pale yellow[®]; GC co., Japan)를 부어 복제 모형을 제작하였다. 석고가 경화된 후 모형 상에 치근침에 해당하는 부위로부터 약 3~5mm 하방이면서 최후방 치아의 후방으로 3mm되는 곳까지 연장하여 트레이의 변연을 표시하였다. 이 변연과 일치하게 모형 상에 약 2mm 두께의 base plate wax(Modelling

wax[®]; Dentsply, England) 1장을 압착하여 인상재를 위한 공간을 확보하도록 하였다. 압착된 왁스 위에 트레이 제작용 광중합형 레진(Individuo Lux[®]; VOCO GmbH, Germany)을 적용하여 두께 2-3mm 가 되는 개인 트레이를 제작하였다. 추후 최종 인상 시 트레이의 착탈이 용이하도록 여분의 광중합형 레진을 사용하여 치조제정으로부터 수직으로 뺀어 가볍게 곡선을 이루는 약 15mm 길이의 손잡이를 붙였다. 트레이 및 모형을 광중합 경화기(Unilux[®] AC; Heraeus Kulzer, Germany) 내에 약 5분간 위치시켜 중합을 완성하였다. 경화 후 모형에서 트레이를 분리해 내고 트레이 내면에 존재하는 연화된 왁스를 제거하였다. 완성 후 발생하는 경화 수축에 대한 오차를 줄이기 위해 트레이는 최종 인상 채득 24시간 전에 제작하였다. 레진용 트리밍 버를 사용하여 트레이의 가장 자리를 부드럽게 다듬었고 고정체가 식립된 부위에는 guide pin이 트레이 밖으로 약 2-4mm정도 돌출되도록 트레이에 hole을 형성하였다.

2) 인상 채득과 작업 모형 제작

제작해 놓은 기준 모형의 인상 채득을 위해 각 임플란트 고정체에 guide pin(CSR150; Osstem implant Co., Seoul, Korea)을 이용하여 인상용 코핑을 연결하였다. 이 때 기준 모형은 사용된 인상용 코핑 및 코핑 간에 연결 여부에 따라 세 가지 실험군으로 분류하였다. 즉, 임플란트 고정체에 새로운 형태인 flag type의 인상용 코핑(ICFR500N; Osstem implant Co., Seoul, Korea)을 체결한 경우 (실험군 I), 기존 형태인 원통형의 인상용 코핑(ICFR500; Osstem implant Co., Seoul, Korea)을 체결한 후 인상용 코핑을 자가 중합 아크릴릭 레진으로 연결한 경우 (실험군 II), 원통형 인상용 코핑을 체결한 후 코핑 간을 자가 중합 레진으로 연결하지 않은 경우 (실험군 III)로 분류하였다. 실험군 II에서는 인상용 코핑 사이를 치과용 치실로 묶은 후 자가 중합형 레진(Pattern resin[®]; GC Co., Tokyo, Japan)을 치실 주위에 첨가하는 brush-on technique을 이용하여 코



Fig. 1. Standard acrylic resin model with 5 external connection implants.

Table 1. Impression copings used in this study

Group	Implant coping	Method
Group I (flag type)	ICFR500N (Osstem [®] implant Co., Seoul,Korea)	Non-splinting
Group II (conventional straight type)	ICFR500 (Osstem [®] implant Co., Seoul,Korea)	splinting
Group III (conventional straight type)	ICFR500 (Osstem [®] implant Co., Seoul,Korea)	Non-splinting

핑을 서로 연결하였다. 이 때 자가 중합 레진의 수축을 보상하기 위해 연결부 중심을 disk 를 사용하여 절단하였고 인상 채득 전에 레진으로 재 연결하였다. 연결에 이용된 아크릴릭 레진의 경화수축 영향을 최소화하도록 레진 적용 후 20분 이상 방치하고 나서 인상을 채득하였다.

인상체와 개인 트레이 간에 이탈이 발생하지 않도록 제작해 놓은 개인 트레이 내부 및 트레이 외부로 약간 연장하여 트레이 접착제(Adhesive[®]; GC co., Japan)를 얇게 도포하였다. 도포 후 트레이 접착제가 완전히 경화할 수 있도록 인상 채득 전에 15분 이상 방치하였다. 기준 모형 상의 인상용 코핑에는 저점주도 실리콘 인상재(Examixfine[®] injection type; GC co., Japan)를 적용하고 개인 트레이 내부에는 automix machine(Pentamix 2[®]; 3M ESPE AG, Minnesota, Germany)을 사용하

여 고점주도 실리콘 인상재(Imprint[™] II Penta[™] heavy body, 3M ESPE AG, Germany)를 적용하는 연합 인상법을 이용하여 최종 인상을 채득하였다. 인상재가 중합되는 동안 트레이가 움직이지 않게 견고하게 고정하였다.

인상재가 경화된 후 guide pin을 분리한 다음 고정체로부터 인상체 및 인상용 코핑을 제거하였다. 인상체 내에 묻혀 있는 인상용 코핑에 임플란트 유사체를 연결시킨 후 석고 주입 시 진동에 의해 풀리지 않도록 guide pin을 약 7Ncm의 힘으로 체결하였다. 인상용 코핑과 임플란트 유사체 간에 정확한 체결을 확인한 후 base plate wax로 boxing 후 초경석고(GC FujiRock[®] EP; GC Europe N.V., Leuven, Belgium)를 주입하였다. 초경석고가 경화한 후 guide pin을 분리하고 인상용 코핑을 제거하여 작업 모형을 완성하였다. 각

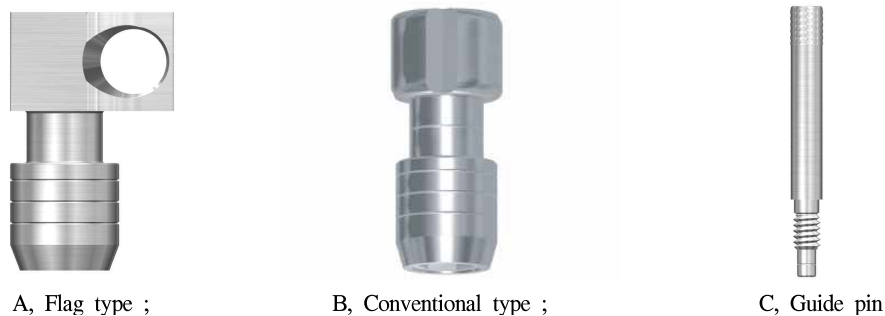


Fig. 2. Shape of impression coping and guide pin using in this study



A, Group I ;

B, Group II ;

C, Group III

Fig. 3. Acrylic resin model.

각의 실험군에 대해 위와 동일한 방법으로 인상 채득을 5회씩 반복하여 총 15개의 작업모형을 제작하였다 (Fig. 4).

3. 측정용 지그 제작 및 측정 원리

모형 내에 위치 하고 있는 임플란트 고정체 및 임플란트 유사체의 3차원적 위치를 측정하기 위해 임플란트 고정체 및 유사체에 연결 가능한 원뿔 형태의 측정용 지그를 제작하였다. 측정용 지그는 상부가 밑면의 반지름이 5mm, 높이는 14mm인 원추 형태이며 하부는 상부와 반지름이

동일하고 높이는 5mm인 원통 형태가 되도록 절삭 가공하였다. 지그의 하부에는 직경 2mm, 높이 5mm의 원통이 부착되어 그 밑면이 임플란트 고정체의 외부 육각구조와 접하게 하였고 지그 밑면의 중심점을 고정체의 기준점으로 정하였다. 밑면의 중앙에는 2mm 길이의 나사산이 있는 stud 가 달려 있어 임플란트 고정체 및 유사체에 연결할 수 있게 하였다 (Fig. 5).

지그 밑면의 중심점에 해당하는 기준점과 stud 의 위치는 경사가 있는 원뿔이 수평면에 대해 형성하는 2개의 타원으로 결정되었다 (Fig. 6). 이 두 개의 타원은 공통된 중심 축을 갖게 되며 x-y 평면에서도 동일한 방향을 갖게 하였다.



Fig. 4. Master cast using flag type coping.

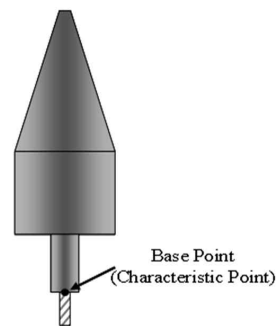


Fig. 5. The measuring jig and the position of base point.

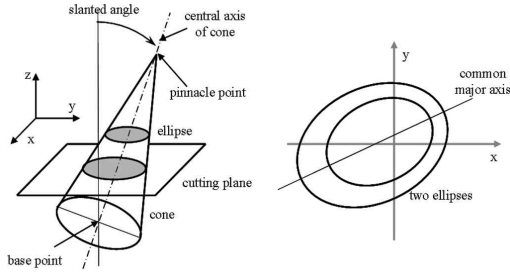


Fig. 6. A slanted cone and two ellipses created by intersection the cone with horizontal planes.

먼저 원뿔의 중심축의 경사각을 측정한 후 원뿔의 정점의 위치를 측정했고 각 정점의 위치로부터 기준점의 위치를 계산하였다. 경사각은 Fig. 6과 같이 x-y 평면의 회전각과 z 축의 tilting angle로 구성되어 있다. x-y 평면의 회전각은 두 타원에서 공통 중심 축과 x축 사이에서 형성된 각이다.

Tilting angle은 원뿔과 타원과의 기하학적인 관계로부터 도출되었고 두 개의 사선은 측정된 좌표에서 수평적으로 잘린 평면을 보여 준다 (Fig. 8).

잘린 평면 사이의 거리는 h, 타원의 중심축에서 교차되는 점이 각각 P, Q, R, D이다. 원뿔의 각도는 다음과 같이 oblique triangle 간의 삼각법으로부터 도출되었다.

$$\cos(2\beta) = \frac{PM^2 + QM^2 - PQ^2}{2 \cdot PM \cdot QM}$$

정점 M은 PR과 거리 m이 포함된 평면 사이에 형성된 점이다. 거리 m은 다음과 같이 산출되었다.

$$m = (RS/PQ - RS) \cdot h$$

정점에서 기저점까지 거리는 Fig. 9와 같이 기저 평면의 높이와 2개의 동심원을 측정함으로써 얻어졌다.

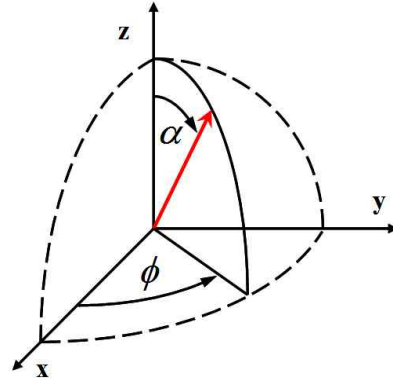


Fig. 7. The slanted angle consisting of rotational angle in x-y plane and tilting angle from z axis.

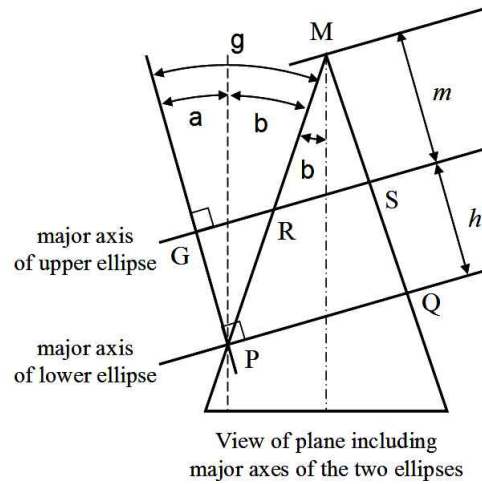


Fig. 8. Geometric relationship between the cone and the two ellipses.

이러한 측정 원리에 따라 지그를 각 고정체에 연결한 후 두 개의 가상 원주 또는 타원주의 중심 좌표를 측정하였고 각 중심점을 연결하여 원뿔 꼭지점의 3차원적 좌표를 구하였다.

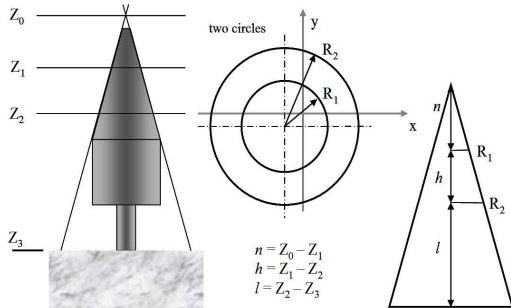


Fig. 9. Measurement of distance between pinnacle point and base point.

4. 측정 및 통계

기준 모형 및 작업 모형의 좌측 제 2대구치 부위에 식립된 고정체와 유사체를 Point 1, 좌측 제 2소구치 부위는 Point 2, 좌측 견치 부위는 Point 3, 좌측 중절치 부위는 Point 4, 우측 제 1소구치 부위는 Point 5로 정하여 각 Point의 중심점에 해당하는 좌표를 측정하였다 (Fig. 10)

이 때 각 고정체 중심에 해당하는 점의 상대적인 3차원적 좌표 측정을 위해 미리 제작한 원뿔형의 측정용 지그를 각 모형의 고정체에 연결하고, 접촉식 3차원 계측장치 (SIGMA-7106C®; Duck-In co., Korea)를 이용하여 측정하였다 (Fig. 11). 접촉식 3차원적 측정기가 y 축 방향으로 움직

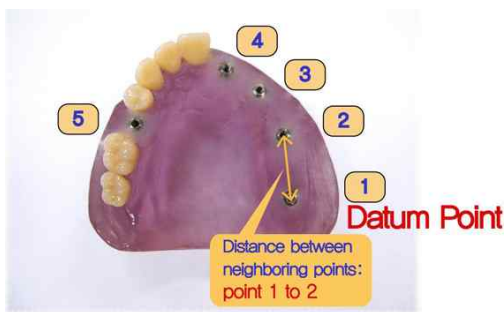


Fig. 10. Data points and measuring distance.



Fig. 11. Three dimensional coordinate measuring machine.

직이면서 측정할 수 없기 때문에 y 축은 고정하고 x 및 z 좌표를 구하였다. 기준 모형의 좌표는 총 5번 반복 계측하였다. 이를 이용하여 Point 1로부터 각 Point 간의 거리를 도출하였다. 15개 작업 모형은 각 임플란트 유사체의 중심점에 해당되는 좌표를 동일한 방법으로 측정한 후 Point 1로부터 각 Point 간의 거리를 도출하였다.

기준 모형과 작업 모형의 계측치는 윈도우용 SPSS Version 12.0 (SPSS Inc., IL, USA)를 사용하여 multiple ANOVA 및 multiple comparison를 시행하여 분석하였고 사후검정으로 Bonferroni를 시행하였다. 통계적 유의성은 5% 유의 수준으로 검증하였다.

결 과

1. 기준 모형에서 각 고정체 간 거리

기준 모형 상에서 Point 1를 기준으로 한 각 점의 평균 거리는 Table II와 같다.

2. 각 인상 방법에 따라 제작된 작업 모형에서 임플란트 유사체 간의 거리

실험군 I, II, III의 작업 모형 상에서 Point 1를 기준으로 한 각 point 간의 평균 거리는 Table III, IV, V와 같다.

새로운 형태인 flag type의 인상용 코핑을 사용하여 만들어진 작업 모형은 기준 모형에 비교했을 때 Point 1로부터 Point 2까지의 거리가 기준 모형과 0.053mm 차이를 보였으며 이는 다른 군에 비해 차이가 약간 크게 나타났으나 통계적으로 유의하지 않았다($P > .05$). 또한 Point 1로부터 Point 3까지의 거리는 기준 모형과 0.025mm, Point 1로부터 Point 4까지의 거리는 0.085mm, Point 1로부터 Point 5까지의 거리는 기준 모형과 0.136mm 차이를 보였으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다($P > .05$).

기존의 원통형 코핑에 자가 중합 레진을 사용하여 연결한 군의 Point 1로부터 Point 3까지의 거리를 기준 모형과 비교한 결과 0.363mm의 차이를 보였으며, Point 4까지의 거리는 0.091mm, Point 5까지의 거리는 기준 모형과 0.183mm를 보여 세 point에서 오차가 가장 크게 나타났으나 통계적으로 유의하지 않았다($P > .05$).

기존의 원통형 코핑에 자가 중합 레진으로 연결하지 않은 채 인상 채득하여 제작한 작업 모형

에서는 Point 1로부터 Point 2까지의 거리가 기준 모형에 비해 -0.025mm, Point 3까지의 거리는

Table III. Mean distances and standard deviations from Point 1 to other points in group I (millimeter)

	distance (average)	standard deviation
point 1 ~point 2	16.631	0.045
point 1 ~point 3	29.467	0.067
point 1 ~point 4	37.580	0.019
point 1 ~point 5	44.308	0.061

Table IV. Mean distances and standard deviations from Point 1 to other points in group II (millimeter)

	distance (average)	standard deviation
point 1 ~point 2	16.619	0.074
point 1 ~point 3	29.805	0.612
point 1 ~point 4	37.586	0.137
point 1 ~point 5	44.355	0.715

Table II. Mean distances and standard deviations from Point 1 to other points in the standard model (millimeter)

	distance (average)	standard deviation
point 1 ~point 2	16.578	0.015
point 1 ~point 3	29.442	0.011
point 1 ~point 4	37.495	0.013
point 1 ~point 5	44.172	0.025

Table V. Mean distances and standard deviations from Point 1 to other points in group III (millimeter)

	distance (average)	standard deviation
point 1 ~point 2	16.553	0.103
point 1 ~point 3	29.431	0.108
point 1 ~point 4	37.523	0.137
point 1 ~point 5	44.232	0.181

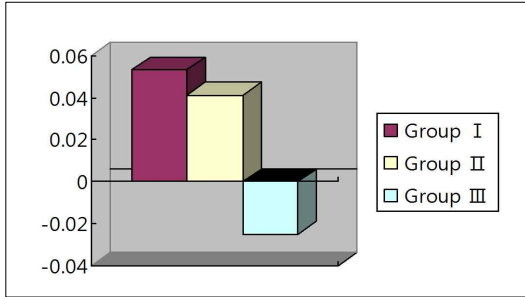


Fig. 12. Comparative distances from Point 1 to Point 2 in the experiment groups.

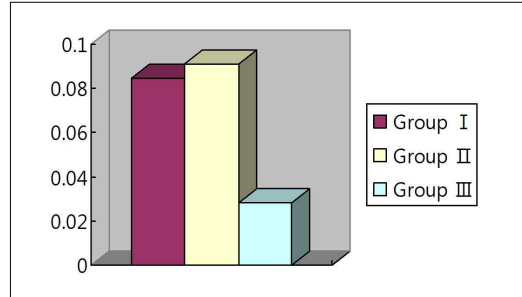


Fig. 14. Comparative distances from Point 1 to Point 4 in the experiment groups.

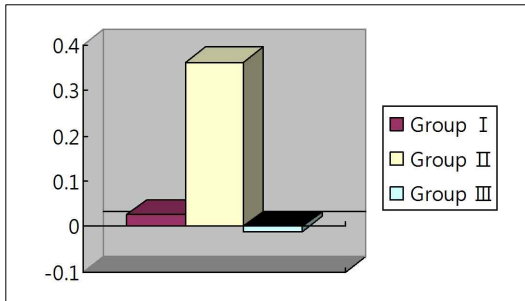


Fig. 13. Comparative distances from Point 1 to Point 3 in the experiment groups.

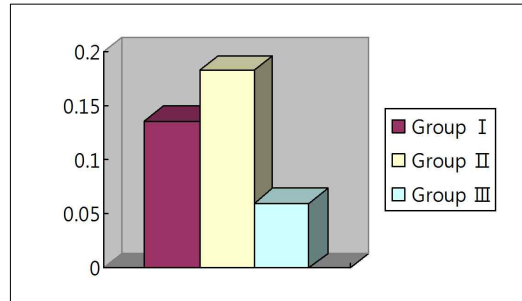


Fig. 15. Comparative distances from Point 1 to Point 5 in the experiment groups.

-0.011mm 차이를 보였으나 이는 통계적으로 유의하지 않았다($P > .05$).

각 실험군에서 Point 1로부터 Point 2, Point 3, Point 4, Point 5까지 거리를 비교한 그래프는 Fig. 12, 13, 14, 15와 같다.

기준 모형과 각 실험군의 Point 간의 거리를 비교한 결과는 다음과 같다 (Table 6, Fig. 16).

3. 기준 모형과 각 인상 방법에 따른 작업 모형의 수직적 거리 비교

인상 채득 방법에 따른 3차원적 변화를 비교하기 위해 기준 모형에 대한 작업 모형의 동일

평면에 대한 수직적 거리를 계산하였다(Table 7, Fig. 17). 이 때 기준 모형의 Point 1를 기준으로 하여 각 Point의 수직적 거리 변화를 비교하였다. 기준 모형과 각 작업 모형의 각 Point에 대해 동일한 평면에 대한 수직적 거리 변화는 flag type의 새로운 인상용 코핑을 사용하여 만들어진 작업 모형 내의 Point 2가 가장 변화가 적었으며 Point 3에서의 오차가 가장 컸다($P < .05$). Flag type의 새로운 인상용 코핑을 사용하여 만들어진 작업 모형은 Point 4와 5에서 가장 오차가 컸으나 통계적으로 유의하지는 않았다($P > .05$).

Table VI. Comparison of distances in the standard model and experiment groups (millimeter)

	Standard model	Group I	Group II	Group III
point 1~point 2	16.578	16.631	16.619	16.553
point 1~point 3	29.442	29.467	29.805	29.431
point 1~point 4	37.495	37.580	37.586	37.523
point 1~point 5	44.172	44.308	44.355	44.232

Table VII. Vertical distances of data points in the standard model and experiment groups (millimeter)

	Standard model	Group I	Group II	Group III
point 2	0.065	0.021	0.041	0.045
point 3	0.072	0.114	0.066	0.075
point 4	0.018	0.064	0.045	0.045
point 5	0.004	0.065	0.060	0.062

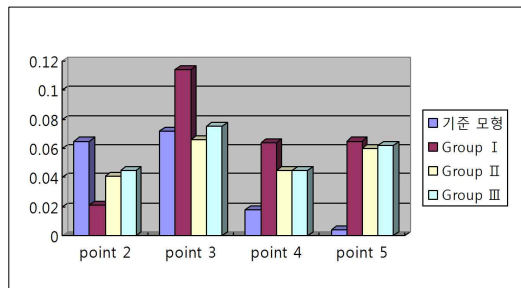


Fig. 16. A graph of comparison between the vertical distances in the standard model and experiment groups

총괄 및 고안

성공적인 임플란트 치료는 임플란트 고정체 식립 후 골유착을 획득하여 상부 보철물이 그 위에 정확하게 장착될 때 이뤄진다. 임플란트 치료의 실패는 고정체의 골유착의 실패, 잘못된 식립 각도 등 수술에서 기인한 요인 이외에 보철물의

기공적 측면에서 발생하는 요인이 있을 수 있다. 임플란트 상부 보철물은 제작시 수평력을 최소화하도록 설계해야 하며 보철물 결합시에 반드시 수동적 적합을 확인해야 한다. 그렇지 않을 경우 보철물의 기계적인 실패나 임플란트의 실패 혹은 생물학적 합병증이 나타날 수 있다. 즉, 임플란트 보철물과 지대주, 고정체 간의 수동적 적합은 장기적인 임플란트 치료의 성공을 좌우하며 이런 수동적 적합을 이루기 위한 선행 조건은 정확한 인상 채득과 이에 의한 정확한 작업 모형 제작이라고 할 수 있다.

임플란트의 인상 채득 방법으로 인상체 내에 인상용 코핑이 매몰된 채로 인상을 채득하는 open tray 방법과 인상 채득 후 인상용 코핑을 인상체 내에 삽입하는 closed tray 방법이 있다. Closed tray인상 채득법은 Open tray 인상 채득법에 비해 간편하지만 구강 외에서 임플란트 고정체나 지대주와 transfer coping을 먼저 연결한 후 인상체 내의 본래 위치로 넣어줄 때 정확한 재위치가 곤란한 경우가 있다. 일반적으로 Open tray

인상 채득법은 다수의 임플란트가 평행하지 않게 식립된 경우에 Closed tray 인상 채득법에 비해 더 정확한 편이다⁷. 특히, 다수의 임플란트 인상 채득에서 Open tray 인상법을 이용할 때 인상의 정확성을 높이기 위해서 통상적으로 인상용 코핑을 자가 중합 레진으로 연결한다⁸. 그러나 자가 중합 레진은 중합시 수축이 발생하고 혼수비에 따라 수축률이 달라지는 문제를 가지고 있다. Assif 등은 3가지 다른 연결 재료를 사용한 인상법에 대한 비교를 했고 그 결과 이원 중합형 레진을 이용하는 것 보다 자가 중합 레진이나 인상용 석고를 이용하는 것이 더 정확하다고 하였지만, 자가 중합 레진으로 코핑을 연결한 경우와 코핑을 연결하지 않는 경우에 차이가 없다는 주장^{13, 14, 26, 27}도 있다. 그러나 Vigolo 등³⁵은 사각형 인상용 코핑을 사용한 실험에서 자가 중합 레진을 사용하거나 airborne-particle 처리가 된 그룹에서 더 정확성이 높다는 결론을 얻었다.

Carr 등은 3차원적 측정 현미경을 이용하여 경사진 인상용 코핑을 사용하여 간접법으로 인상 채득한 것과 사각형 코핑을 사용하여 직접법으로 인상 채득한 것을 비교하였다⁷. 이 때 현미경을 통한 위치 측정을 위해 구의 끝에 스프링을 부착하여 측정하였는데 측정점에 매번 스프링을 부착하는 것이 쉽지 않았다. Phillips 등은 접촉식 3차원적 계측 장치를 이용하여 자가 중합 레진으로 연결된 경사진 코핑과 사각형 형태의 코핑을 사용한 인상법에 대해 연구한 바 있다³⁶. 본 연구에서 사용한 접촉식 3차원적 계측 장치는 측정 탐침과 프레임으로 구성된 접촉식 탐침이 기준점을 정하고 그에 따라 특정 점의 위치를 알아내는 것이며 이는 컴퓨터와 연결되어 있으며 디지털 수치로 환산된다. 탐침은 평면, 원통, 구 등에 접촉할 수 있도록 금속 shaft로 이뤄져 있다. 탐침이 표본에 접촉하면 X, Y, Z값이 자동적으로 컴퓨터로 보내지면서 3차원적 측정이 가능하다. 그러나 이런 계측 장치는 2차원적 계측에 비해서 시간이 많이 소요되고 단단한 물질에만 접촉하여 사용될 수 있으며 측정체의 크기가 제

한되므로 큰 물체에서의 사용에 한계가 있다. 이에 본 연구에서는 인상 채득 전 후 변화를 입체적으로 비교 분석하기 위해 특별히 고안된 원뿔형의 측정용 지그를 제작하여 사용함으로써 모형 상의 임플란트 고정체 혹은 유사체의 중심점에 대한 3차원적 좌표 산출이 가능하게 하였다. 절삭 가공을 통해 만들어진 이 지그는 하부에 나사산이 있는 stud가 있어 임플란트 고정체 혹은 유사체에 직접 연결할 수 있도록 제작하였다. 이때 연결시 조여지는 힘에 따라 오차가 발생할 수 있음을 감안하여 지그 하부와 stud 사이에 stop이 형성되도록 함으로써 실험의 오차를 사전에 방지하고자 하였다.

본 연구에서는 새로운 형태인 flag type의 인상용 코핑을 이용한 경우, 기존 형태인 standard type의 원통형 인상용 코핑을 체결하여 이들을 자가 중합 레진으로 연결한 경우, standard type 인상용 코핑을 체결한 후 자가 중합 레진으로 연결하지 않은 경우로 나누어 인상을 채득한 뒤 제작한 작업 모형을 접촉식 3차원 계측기를 사용하여 비교하였다. 그 결과 Point 1에서 가장 근접한 점인 Point 2에서는 flag type의 인상용 코핑을 이용하여 제작된 작업 모형의 오차가 가장 컸으나 이는 통계적으로 유의하지 않았다($P > .05$). Point 3에서는 기존의 인상용 코핑을 체결한 후 자가 중합 레진으로 연결한 뒤 인상을 채득하여 제작된 작업 모형에서 오차가 가장 컸고 자가 중합 레진으로 연결 하지 않고 제작된 작업 모형은 기준 모형보다 평균 거리가 짧았으며 이는 통계적으로 유의하지 않았다($P > .05$). Point 4와 5에서는 기존의 인상용 코핑을 자가 중합 레진으로 연결하지 않고 제작된 작업 모형에서 거리의 오차가 가장 작았으며 그 다음으로 새로운 형태의 flag type 인상용 코핑을 사용하여 제작된 작업 모형의 오차가 작았으나 이는 통계적으로 유의하지 않았다($P > .05$). 세 가지 인상법을 통한 작업 모형의 거리 차이에 대한 비교 결과 모든 점에서 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다($P > .05$). 본 실험의 결과는 자가 중합 레진으

로 인상용 코핑을 연결한 경우와 코핑을 연결하지 않는 경우에 차이가 없다는 Assif 등(1999)의 주장과 같은 결과이기도 하다. 또한 기준 모형과 작업 모형 간의 동일한 평면 상에서 수직적 거리를 비교한 결과 Point 4와 5에서는 모든 실험군에서 유의한 차이는 없었으나 Point 2에서는 flag type을 사용한 실험군에서 3차원적으로 가장 정확하였고 Point 3에서는 오히려 오차가 가장 크게 나타났다($P < .05$). 이 결과는 본 실험에서 사용된 실험용 지그가 고정체에 불안전하게 연결되었거나, 실험 시 측정 오차에 의한 결과로 추측된다.

인상용 코핑의 형태 및 코핑 간의 연결에 따른 각 인상법의 정확성을 3차원적으로 비교하기 위해 특별히 고안된 측정용 지그와 접촉식 3차원적 계측 장치를 사용한 본 연구에서 각 실험군 간에 거리에서 통계적으로 유의한 차이가 없었으며, 수평면에 대한 수직적 변화에서 flag type을 사용한 경우에 일부 Point에서는 변화가 크게 나타났다. 그러나 인상재의 종류, 사용한 트레이의 유형, 각 임플란트 간의 각도와 개수, 가공 과정에서 오류, 생체 외 실험의 한계성을 고려하지 않았으므로 이들을 고려한 향후 연구가 필요하다고 사료된다.

결 론

본 연구에서는 임플란트 상부 보철물을 제작하기 위한 pick-up 인상 채득법에서 기존 형태인 원통형의 인상용 코핑과 새로운 형태의 flag 형 인상용 코핑을 사용하여 인상 채득 후 제작된 모형을 기준 모형과 비교하여 새로운 형태의 인상용 코핑의 유용성을 알아보려고 하였고 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 본 연구 결과 새로운 flag type의 인상용 코핑을 이용하여 인상 채득한 군, 기존의 인상용 코핑을 자가 중합 레진으로 splinting하여 인상 채득한 군, 기존의 인상용 코핑을 splinting하지 않고 인상 채득한 군의 작업 모형에서

각 임플란트 유사체 간 거리 차이는 통계적으로 유의하지 않았다($P > .05$).

2. 위의 세 가지 방법으로 인상 채득하여 제작한 작업 모형에서 각 임플란트 유사체 간의 동일 수평면에 대한 수직적 거리를 비교한 결과 flag type의 새로운 인상용 코핑을 사용하여 제작한 작업 모형이 Point 2에서는 기준 모형에 가장 근접한 수치를 보였고 Point 3에서는 오차가 가장 컸으며 이는 통계적으로 유의하였다($P < .05$). 그 외 Point에서는 세 가지 방법 간에 통계적으로 유의한 차이는 없었다($P > .05$).
3. 새로운 인상용 코핑을 사용한 인상법은 기존의 인상용 코핑을 사용한 인상법과 비교적 유사한 정확성을 보여주었다. 따라서 flag 형의 새로운 인상용 코핑을 사용하여 인상을 채득할 경우 자가 중합형 레진에 의한 연결 과정을 생략하거나 최소화하므로 더 간편하면서도 기존의 인상용 코핑을 사용한 인상법과 유사한 정도의 정확한 인상 채득을 이뤄낼 수 있을 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. Zarb GA, Jansson T. Prosthodontic procedures, in Branemark PI, Zarb GA, Albrektsson T, editors: Tissue integrated prostheses, osseointegration in clinical dentistry. Chicago: Quintessence; 1985; 241-282.
2. Nevins M, Langer B. The successful use of osseointegrated implants for the treatment of the recalcitrant periodontal patient. J Periodontol 1995;66:150-157.
3. Esposito M, Hirsch JM, Lekholm U, Thomsen P. Biological factors contributing to failures of osseointegrated oral implants.(II). Etiopathogenesis. Eur J Oral Sci 1998;106:721-764.
4. Goodacre CJ, Bernal G, Rungcharassaeng K et al: Clinical complications with implants in implant prostheses, J Prosthet Dent 2003;90:121-132.
5. Rangert B, Jemt F, Jorneus L. Forces and moments

- on Branemark implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1989;4:241-247.
6. Carl M. Contemporary implant dentistry. Seoul, DaehanNarae Publishing, Inc. 2009;68-84.
 7. Carr AB. A comparison of impression techniques for a five-implant mandibular model. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1991;6:448-455.
 8. Assif D, Marshak B, Schmidt A. Accuracy of implant impression techniques. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1996;11:216-222.
 9. Suzuki H, Arataki T, Akahori Y et al. A development of the immediate impression technique for multiple support implants. KAP annual meeting 2001 Seoul.
 10. Mojon P, Oberholzer J, Meyer JM, Belser UC. Polymerization shrinkage of index and pattern acrylic resins. *J Prosthet Dent* 1990;64:686-688.
 11. Kim Y, Yang H. Effect of impression technique on the accuracy of master cast for implant prosthesis. *J Korean Acad Prosthodont* 2004;42:238-247.
 12. Spector MR, Donovan TE, Nicholls JI. An evaluation of impression techniques for osseointegrated implants. *J Prosthet Dent* 1990;64:444-447.
 13. Assif D, Nissan J, Varsano I, Singer A. Accuracy of implant impression splinted techniques: effect of splinting material. *Int J Oral Maxillofac Implant* 1999;14:885-888.
 14. Humphries RM, Yaman P, Bloem TJ. The accuracy of implant master casts constructed from transfer impressions. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1990;5: 331-336.
 15. Assif D, Fenton A, Zarb G, Schmitt A. Comparative accuracy of implant impression procedures. *Int J Peridontics Restorative Dent* 1990;64:684-688.
 16. Naconecy NM, Teixeira ER, Shinkai RS et al. Evaluation of the accuracy of 3 transfer techniques for implant-supported prostheses with multiple abutments. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2004;19(2):192-198.
 17. Vigolo P, Fonzi F, Majzoub Z, Cordioli G. An evaluation of impression techniques for multiple internal connection implant prostheses. *J Prosthet Dent* 2004;92:470-476.
 18. Lee YJ, Heo SH, Koak JY, Kim SK. Accuracy of different impression techniques for internal-connection implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2009;24(5):823-830.
 19. Rashidan N, Alikhasi M, Samadzadeh S et al. Accuracy of implant impressions with different impression coping types and shapes. *Clin Implant Dent Relat Res* 2009 Oct 5.
 20. Miyashita Y, Suzuki H, Kischi M, Ko SM. Accuracy of the impression technique using thermoforming polymethyl methacrylate tray. *J Korean Acad Prosthodont* 2007;45:389-400.
 21. Sullivan D. Prosthetic considerations for the utilization of osseointegrated fixtures in the partially edentulous arch. *Int J Oral Maxillofac Implant* 1986;1:39.
 22. Hurson S. Laboratory techniques to prevent screw loosening on dental implants. *J Dent Technol* 1996;13(3):30.
 23. Chinche GI, Pinault A. Considerations for fabrication of implant-supported posterior restorations. *Int J Prosthodont* 1991;4:37.
 24. Phillips KM, Nicholls JI, Ma T, Rubenstein J. The accuracy of three implant impression techniques: a three-dimensional analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1994;9:533-540.
 25. Vigolo P, Majzoub Z, Cordioli G. In vitro comparison of master cast accuracy for single-tooth implant replacement. *J Prosthet Dent* 2000;83: 562-566.
 26. Hus CC, Millsten PL, Stein RS. A comparative analysis of the accuracy of implant transfer techniques. *J Prosthet Dent* 1993;69:588-593.
 27. Herbst D, Nel JC, Driessen CH, Becger PJ. Evaluation of impression accuracy for osseointegrated implant supported superstructures. *J Prosthet Dent* 2000;83:555-561.
 28. De La Cruz JE, Funkenbusch PD, Ercoli C et al. Verification jig for implant-supported prostheses: A comparison of standard impressions with verification jigs made of different materials. *J Prosthet Dent* 2002;88:329-336.
 29. Barrett MG, de Rijk WG, Burgess JO. The accuracy of six impression techniques for osseointegrated

- implants. *J Prosthet Dent* 1993;69:503-509.
30. Cabral LM, Guedes CG. Comparative analysis of 4 impression techniques for implants. *Implant Dent* 2007;16:187-194.
 31. Holst S, Blatz MB, Bergler M et al. Influence of impression material and time on the 3-dimensional accuracy of implant impressions. *Quintessence Int* 2007;38:67-73.
 32. Choi JH, Lim YJ, Yim SH, Kim CW. Evaluation of the accuracy of implant-level impression techniques for internal-connection implant prostheses in parallel and divergent models. *Int J Oral Maxillofac Implant* 2007;22:761-768.
 33. Lee H, Ercoli C, Funkenbusch PD, Feng C. Effect of subgingival depth of implant placement on the dimensional accuracy of the implant impression: an in vitro study. *J Prosthet Dent* 2008;99:107-113.
 34. Burawi G, Houston F, Byrne D, Claffey N. A comparison of the dimensional accuracy of the splinted and unsplinted impression techniques for the Bone-Lock implant system. *J Prosthet Dent* 1997;77:68-75.
 35. Vigolo P, Fonzi F, Majzoub Z, Cordioli G. Master cast accuracy in single-tooth implant replacement cases: an in vitro comparison. A technical note. *Int J Oral Maxillofac Implant* 2005;20:455-460.
 36. Phillips KM, Nicholls JJ, Ma T, Rubenstein J. The accuracy of three implant impression techniques: a three-dimensional analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1994;9:533-540.
 37. Conrad HJ, Pesun JJ, DeLong R, Hodges JS. Accuracy of two impression techniques with angulated implants. *J Prosthet Dent* 2007;97:349-356.
 38. Vigolo P, Majzoub Z, Corioli CP. Evaluation of the accuracy of three techniques used for multiple implant abutment impressions. *J Prosthet Dent* 2003;89:189-192.

Three Dimensional Comparative Study On The Accuracy Of Impression Technique Using New Impression Coping

Se-Ra Kim¹, In-Soo Kim¹, Sung-Jae Park¹, Byung-Ok Lee², Sok-Min Ko¹

¹Dept. of Dentistry, School of Medicine,

²Dept. of Mechanical Engineering, College of Engineering, Ajou University, Suwon, Korea

The objective of this study was to examine the availability of the new impression coping by comparing with conventional coping in implant pick-up impression technique. Five implant fixtures were installed on #14, 21, 23, 25, 27 in acrylic resin model. That model with 5 fixtures was standard model, which was divided 3 groups; using new flag type impression coping, conventional impression coping splinted with self-curing resin, conventional impression coping without splinting. We made metal circular cones for calculation 3-dimensional coordinates by attaching to implant fixtures or analogs. Three-dimensional relationships of each model were calculated. Data was analyzed by multiple ANOVA and Bonferroni. The accuracy of impression between using new flag type impression coping and conventional impression coping did not show differences in 3 - dimensional analysis. Within limitations of this study, the new flag type impression coping is available in implant pick-up impression technique.

Key words: Implant impression, Impression coping, Three dimensional accuracy

Correspondence to : Sok-Min Ko

Department of Dentistry, College of Medicine, Ajou University
San 5 Wonchon-Dong, Youngtong-Ku, Suwon, Gyeonggi-do 443-721, Korea
+82 31 219 5332, E-mail, shugoi@ajou.ac.kr

Received: May 05, 2010, Last Revision: August 20, 2010, Accepted: September 25, 2010