

금 실린더의 제작법과 고정 방법이 임플란트 지대주의 preload에 미치는 영향

원광대학교 치과대학 치과보철학교실*, 원광치의학연구소

조혜원* · 김성훈

I. 서 론

임플란트지지 보철물의 문제점으로 잦은 나사의 풀림(screw loosening)이나 파절을 들 수 있다. Zarb와 Schmitt¹⁾는 46명의 무치악 환자를 치료했을 때 가장 많은 문제가 나사가 파절되는 것이었다고 하였고, Jemt²⁾는 373명의 무치악 환자에게 391개의 보철물을 장착한 바, 상악 보철물의 42%, 하악 보철물의 27%가 장착 2주 후에 금 나사가 풀렸다고 보고했다. Tolman과 Laney³⁾도 407 악에서 가장 많은 후유증이 금 나사나 지대주 나사의 파절이었다고 보고했다.

나사의 풀림은 상부 보철물의 적합도와 토오크 고정에 의한 예하중(preload)의 영향을 받으며, 연결부를 고정할 때 적절한 예하중에 미치지 못하게 되면 교합압을 받았을 때 나사가 풀리거나 실패할 확률이 높아진다⁴⁾. 예하중은 나사로 보철물을 지대주에 연결할 때 가하는 고정력으로, 나사가 반대면에 물려 마찰력이 생기면서 신장되어 나사의 풀림을 저지할 수 있다. 그러나 과도한 외력이 가해지면 그 압력으로 마찰력이 감소하면서 예하중이 없어지고 나사가 풀리게 된다.

임플란트지지 보철물의 제작 과정에서 플라스틱 패턴이나 기가공된 금 실린더를 주조해 사용할 때,

실린더 내면이 변형되거나 경도가 달라지는 경우가 있다. Carr 등⁵⁾은 보철물의 제작과정에 따른 예하중을 계측 비교하였으며 실린더 표면의 변화는 나사를 조이는 토오크의 50%가 이 부위에서 발생하기 때문에 예하중에 영향을 미칠 수 있다고 하였다. Isa와 Hobkirk⁶⁾ 및 Smedberg 등⁷⁾도 스트레인 게이지를 이용해 나사 조임에 의해 표준형 지대주에 발생하는 축력과 휨 모멘트를 비교 연구했다.

예하중을 가하는 방법에는 손으로 나사고정용 드라이버(handheld screwdriver)를 이용해 고정하는 방법과 전기 토오크 조절기(electronic torque controller)를 이용해 고정하는 방법이 있으며 이에 대한 평가가 연구자마다 다양하게 보고되고 있다⁸⁻¹⁰⁾.

본 연구는 기가공된 금 실린더와 플라스틱 실린더를 이용해 주조한 금실린더에서 손으로 고정하는 방법과 전기 토오크 조절기로 고정했을 때 지대주에 나타나는 예하중을 계측하여 실린더의 종류와 고정 방법이 예하중에 미치는 영향을 평가하고자 하였다.

II. 연구재료 및 방법

1. 연구재료

본 연구에 사용한 재료와 그 물성은 Table 1, 2와 같다.

*이 논문은 1999년도 원광대학교 교내 연구비에 의해 연구되었음.

Table 1. The materials used in this study

	Brand name	Manufacturer
Implant Fixture	SDCA 001-0	Nobel Biocare, Sweden
Standard abutment	SDCA 005	Nobel Biocare, Sweden
Gold cylinder	DCA 072	Nobel Biocare, Sweden
Gold Screw	DCA 074	Nobel Biocare, Sweden
Plastic cylinder	SPS 100	AVANA, Korea

Table 2. Composition & mechanical properties of gold cylinder, gold screw, & casting alloy*

Component	Composition (wt%)					Properties		
	Au	Pt	Ag	Pd	Cu	YS(MPa)	UTS(MPa)	VHN
Gold cylinder	10	38.5	24.5	26.0	-	945	1000	220
Gold screw	61.4	12.7	16.4	0.2	9.1	830	880	230
Cast-4	68.5	9.0	11.0	-	-	502	752	225

* From literature¹¹⁾ & product information

YS: Yield strength at 0.2% offset, UTS: Ultimate tensile strength

Table 3. The experimental groups

Groups	Type of cylinder	Manipulation	Number
1	Premachined gold cylinder before casting	H	6
2		E	6
3	Permachined gold cylinder after casting	H	6
4		E	6
5	Plastic cylinder after casting	H	6
6		E	6

H: handheld screwdriver, E: Electronic torque controller

2. 연구 방법

1) 고정체 모형 제작과 스트레인 게이지의 부착
 브로네막 임플란트 고정체 (SDCA 001-0, Nobel Biocare, Sweden)를 직립상태로 레진 모형(Orthojet TM Acrylic, Lang dental MFG, Inc., U.S.A.)에 포매하고 그 상부에 표준형 5.5mm 지대주 (SDCA 005, Nobel Biocare, Sweden)를 연결하였다. 지대주에 발생하는 축력을 측정하기 위해 통법에 따라 지대주에 세 개의 단축 스트레인 게이지 (KFR-02N-120-C1-23, Kyowa, Japan)를 부착하고 도선은 스캐너 (Model 6100, Measurements group, Raleigh, U.S.A.)에 연결하고 Strain Smart 프로그램 (version 1.11, Measurements group,

Raleigh, U.S.A.)을 이용하여 운용하였다.

2) 실험군의 분류

실험군은 실린더의 종류와 실린더를 지대주에 고정하는 방법에 따라 모두 6개 군으로 분류하였다 (Table 3). 제1군과 제2군은 금 실린더 (DCA 072, Nobel Biocare, Sweden)를 가공하지 않고, 시판된 그대로 사용하였고, 제3군과 제4군은 금 실린더에 실리콘 인덱스를 이용하여 단순한 형태의 납형을 형성하고 이를 매몰하여 제4형 금합금 (Cast-4, Myungbo, Korea)으로 주조한 후의 실린더를 사용하였다. 제5군과 제6군은 플라스틱 실린더 (SPS 100, AVANA, Korea)를 같은 방법으로 납형을 제작한 후 이를 Cast-4로 주조하여 사용하였다. 금 실린더는 각 군

당 6개씩 시편을 제작하였다.

3) 금실린더의 고정

스트레인 게이지가 부착된 지대주에 금나사로 금실린더를 연결, 고정하였으며 이때 나사고정용 드라이버 (Handheld screwdriver, DIB172, Nobel Biocare, Sweden)를 이용하여 손으로 고정하는 방법과 전기 토오크 조절기 (Torque controller, Nobel Biocare, Sweden)를 이용하여 10Ncm의 토오크를 가하는 방법의 두 가지를 사용 비교하였다. 나사 고정용 육각 드라이버를 사용하는 경우에는 지대주 나사에 세 가지 종류의 금실린더를 한 명의 연구자가 대략 10Ncm을 예측하여 고정하였다. 전기 토오크 조절기를 이용하는 경우에는 먼저 금나사를 고정체에 드라이버로 가볍게 연결한 후 10Ncm의 토오크를 1회 가하였다. 고정 후 발생하는 스트레인을 30분간 관찰 계측하고, 5분 후의 평균적인 스트레인 값을 각 군의 스트레인 값으로 기록하였다.

실험 순서는 실험군에 관계없이 무작위로 실시하였고 각 측정 시에는 금실린더를 완전히 분리하고 10분이 경과한 후 다시 지대주에 대한 영점 조정과 calibration을 실시하고 금실린더를 연결하여 계측하였다.

4) 축력의 계산

각 지대주에 가해지는 축력은 세 개의 스트레인 게이지에서 얻은 스트레인 값을 이용해 아래의 공식에 의거 계산하였다.

$$L = EA \times (\epsilon_A + \epsilon_B + \epsilon_C)/3$$

E: Elastic modulus ,

A: Cross-section area

$\epsilon_A, \epsilon_B, \epsilon_C$: Strain A, B, C

5) 통계처리

각 시편에 의해 지대주에 발생하는 축력을 계산하고 평균치와 표준 편차를 구하였으며 이를 two-way ANOVA로 고정방법과 실린더의 종류 사이의 상호작용을 검사하고, one-way ANOVA (일원배치분산법)와 Tukey test로 각 군 사이의 차이를 검증하였다.

Ⅲ. 연구 성적

1. 표준형 지대주에 나타난 스트레인

표준형 지대주에 금실린더를 연결하고, 나사고정용 드라이버와 전기 조절기를 이용하여 10Ncm로 금나사를 조여 고정할 때, 지대주에 발생하는 스트레인을 측정된 결과 각 게이지의 평균 스트레인 값은 아래와 같았다 (Table 4, Fig. 1). 세 게이지에 나타난 스트레인은 균일하지 않았으며 약간의 편차가 나타났다. 특히 플라스틱 실린더를 주조한 제 5군과 제 6군에서 이러한 편차가 심한 경향을 보였다.

2. 표준형 지대주에 발생한 축력

지대주 표면에 부착된 스트레인 게이지에 발생하는 스트레인을 측정하고 공식 1)에 의해 지대주에

Table 4. Mean strain values in three gauges ($\mu\epsilon$)

Groups	Strain A(ϵ_A)	Strain B(ϵ_B)	Strain C(ϵ_C)
1	-358.7	-263.7	-336.3
2	-452.7	-338	-396.3
3	-345.3	-285.7	-376.2
4	-465.5	-343	-351.2
5	-56.3	-188.5	-322.3
6	-242	-314	-394.2

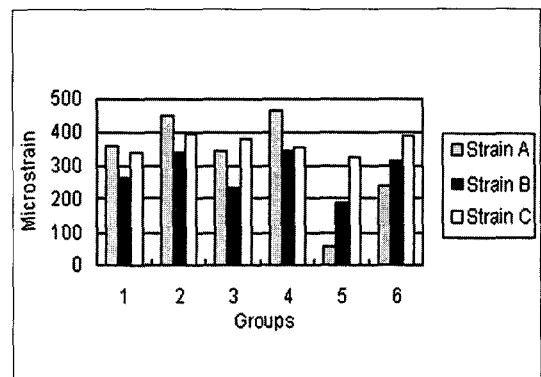


Fig. 1. Mean strain values in three gauges ($\mu\epsilon$).

Table 5. Mean and standard deviation of axial stresses (N)

Groups	Mean	SD
1	-519.4	185.4
2	-643.1	70.4
3	-518.6	102.4
4	-628.3	58.0
5	-307.2*	135.8
6	-514.8	93.2

* denotes statistically significant difference at $P < 0.05$

발생하는 축력을 계산한 결과 각 군에서 발생하는 평균 응력과 표준편차는 아래와 같다 (Table 5, Fig. 2).

나사고정용 드라이버를 이용하여 손으로 토오크를 가하는 경우에는 금 실린더를 사용하는 제1군에서 -519.4N, 주조 후에는 -518.6N이었으나, 플라스틱 실린더를 주조한 제5군은 -307.2N으로 낮아지는 경향을 보였다. 전기 토오크 조절기를 이용하여 토오크를 가하는 경우에도 금 실린더를 사용한 제2군과 제4군에서는 -643.1N과 -628.3N으로 비교적 높은 반면 플라스틱 실린더를 사용한 제6군에서는 -514.8N으로 낮은 경향이 나타났다. 같은 시편에서 손으로 토오크를 가한 경우와 전기조절기를 이용한 경우를 보면 대체로 손으로 토오크를 가한 경우에 낮은 경향을 보였다.

이원배치 분산분석의 결과 고정방법이나 실린더의 종류에 따른 차이는 있으나 그 상호작용은 없었다. 일원배치분산분석과 Tukey test를 이용한 사후분석 결과, 플라스틱 실린더를 주조한 후 손으로 고정한 제5군이 다른 실험군에 비해 통계학적으로 유의한 차이를 나타내었다 ($p < 0.05$).

동일한 고정방법에서는 손으로 고정한 세 군을 비교한 결과 제5군이 가장 낮았고, 전기조절기로 고정한 세 군 중에서는 제6군이 가장 낮아 플라스틱 패턴을 이용해 주조한 실린더의 예하중이 금실린더를 사용한 경우에 비해 낮았다($p < 0.05$). 두가지 고정방법은 전기조절기를 이용한 경우에 손으로 고정한 경우보다 예하중이 높았다.

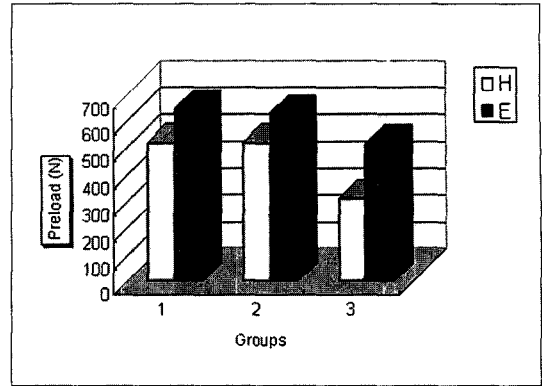


Fig. 2. Axial stress (preload) in different cylinders(N).

- 1: Premachined gold cylinder before casting
- 2: Premachined gold cylinder after casting
- 3: Plastic cylinder after casting
- H: Handheld screwdriver,
- E: Electronic torque controller

IV. 총괄 및 고찰

임플란트 보철물의 각 구성부분을 서로 연결하기 위해, 금나사는 나사머리 하부와 금실린더, 지대주가 서로 닿을 때까지 우선 저항이 느껴지지 않을 정도까지 조여주게 된다. 그 이상 돌리면 나사가 늘어나면서 나사 내부에는 인장력을 유발하게 된다¹²⁾. 이때 구성부분이 서로 조여지면서 금 실린더와 지대주는 압축력을 받게 된다. 저항감을 느끼는 이상으로 나사를 조이는 것은 나사에 토오크를 가하는 것으로 이로 인해 발생하는 실린더 내의 조이는 힘은 예하중(preload)이라 한다. 나사 풀림에 대한 저항으로서 예하중은 주로 나사의 톱니와 내부 대응면 사이의 마찰력에 의한다. 그러나 보철물에 과도한 기능이 가해지면 나사 머리에 압력이 가해지고 나사 대응부 사이의 마찰력이 감소하면서 나사가 서로 분리되지 않게 되고 예하중이 감소하면서 나사가 풀리게 된다. 따라서 각 구성부분을 잘 연결 고정하기 위해서, 나사를 조일 때 요구되는 적절한 토오크는 전체 임플란트 시스템에 작용하는 외력, 각 구성부의 재료나, 기하적 위치, 크기 등의 조건에 따른 강도와 조이는 과정에서 고유의 저항력에 따라 달라질 것이다.

Rangert 등⁴⁾은 브레넬막 시스템의 금나사를 고정할 때, 대략 300N의 힘을 가해 조여주는 것이 적당하다고 하였다. 이 힘은 금 실린더를 지대주에 고정

하기 위한 것으로 구성 부분 사이의 접촉이 균일할 때 성공적으로 고정된다. Smedberg 등⁷⁾은 5개의 임플란트에 의해 지지되는 세 가지 보철물에서 금나사를 조였을 때 지대주에 발생하는 응력이 263 - 496N으로 대략 300N이었다고 보고하였고 보철물에 100 μ m 정도 부적합시키면 200N의 차이가 생기며 인장력화한다고 하였다. 또한 Carr 등¹³⁾도 10Ncm으로 고정했을 때 주조 전의 금 실린더는 지대주에 322 \pm 21N의 축력을 발생하였고 주조 후에는 금속에 따른 차이가 있어 저온용융형 금합금인 Jelenko # 7으로 주조한 경우에는 172 \pm 31N, 고온용융형 고파라디움 합금인 IS-85로 주조한 경우에는 203 \pm 38N을 발생시켰다고 보고하였다. 그들은 금속실린더를 주조한 후에는 예하중이 낮아졌으며 주조할 때의 여러 가지 조건이 예하중에 영향을 미쳤다고 보고하였다.

본 연구에서는 금 나사를 고정할 때 지대주에 발생하는 축력(axial stress)을 측정한 결과 주조 전의 금 실린더에서는 손으로 고정했을 때 -519.4N, 전기조절기로 고정했을 때 -643.1N이었다. 주조 후의 금 실린더에서는 고정방법에 따라 -518.6N과 -628.3N이었으며, 플라스틱 실린더를 주조한 경우에는 -307.2N과 -514.8N이었다. 이 결과는 Ranger 등⁴⁾이 추천한 300N이나 Carr 등¹³⁾, Smedberg 등⁷⁾의 보고보다 상당히 높은 수치이다. 그러나 Isa와 Hobkirk⁶⁾는 비슷한 연구에서 금 나사를 조일 때 발생한 하중을 500N으로 보고했으며 이 연구결과와는 본 연구와 수치 면에서 근접한 양상을 보여주었다. 그들은 지대주가 받는 압축력을 측정하고 여기에 상수를 곱해 가해진 외력으로 계산했으며, 다른 연구자들의 연구보다 상세하게 그 계산 방법을 보여주고 있었다. 이러한 차이는 계산 방식과 함께 측정기기의 차이도 있을 것으로 생각된다. 본 연구는 6100 Scanner를 이용한 것으로 영점 조정이나 calibration 과정이 컴퓨터화 되어 있으며 아직 이 시스템을 이용한 전례가 없어 비교하기가 어려운 실정이다.

보철물의 제작 과정에서 서로 접촉되는 두 부분의 조건을 변화시키면 임상에서의 결과가 달라질 것이다¹²⁾. 금 실린더도 주조 과정 자체나 주조 후의 연마 등으로 발생하는 이 부위의 변형이나 불규칙성으로 균일하지 못한 접촉이 일어나고 이로 인해 예하중이 감소한다. 주조 후 보이는 금속 실린더의 경도 감소는 외력을 받으면 영구변형을 일으키고 나사의 예하

중을 감소시킬 수 있다. Carr와 Brantley¹²⁾는 나사 풀림을 일으키는 요인 중 고정된 연결부의 성상에 대해 미세구조와 구성성분의 변화 등 두 가지 관점에서 접근하였고 각 구성부와 접합면에서의 비커스 경도를 비교했다. 네 가지 다른 실린더를 시험한 결과 주조 후에 실린더는 미세구조와 구성성분에 적은 변화가 발생했으나 미세 경도는 12~43%가 감소하여 이에 대한 우려를 표명하였다. 그들은 기가공된 실린더의 요건으로 마모저항성과, 부식 저항성, 강도를 들고 이를 주조할 합금은 잘 구분될 수 있는 경계면의 유지, 휘발에 의한 기포나, 구성분 사이의 inter-diffusion이 적을 것 등을 강조했다. 또한 비귀속속 합금을 사용하면 고온과 합금의 상이한 구성으로 실린더의 미세구조를 유지할 수 없기 때문에 귀속속 합금을 사용할 것을 권고하였다. 본 연구에서 사용한 Cast-4는 제 4형 금합금으로 기존의 금실린더와 경도의 차이가 크지 않았다.

Haak 등¹⁴⁾은 기공과정에서 생긴 금 실린더와의 마찰력으로 인해 금나사의 신장에 변화가 생긴다고 보고했다. 금 실린더와 지대주 사이의 부적합으로 인해 기하적인 변위가 생겼다면 예하중의 일부는 고정체에 대한 외력으로 전환되고 축력과 모멘트를 유발해 지속적으로 임플란트에 하중을 가할 수 있다. 금나사로 조이는 과정에 연관되는 실린더 내면이 주조나 가공에 의한 영향을 받을 수 있다. 기가공된 금 실린더를 사용하는 보철물에서도 internal cylinder shelf surface가 변형되기도 한다. 플라스틱 패턴을 사용하는 경우에는 이 부위가 주조된 상태로 만들어지며 금실린더를 사용해도 주조로 인해 이 부위에서 적절한 경도를 상실하는 수가 많다. Carr 등⁵⁾은 기존의 금 실린더와 플라스틱 실린더를 사용한 보철물의 예하중에 관해 연구하였는데 예하중은 금 나사와 금 실린더, 지대주와의 경계면에서 주조과정, 실린더의 종류, 주조합금과 매몰재의 종류, 임플란트 실린더의 마무리 및 연마 술식 등의 영향을 받는다고 하였다. 실린더 표면의 변화는 나사를 조이는 반응 토오크의 50%가 이 부위에서 발생하기 때문에 예하중에 큰 영향을 미친다. 따라서 실린더 shelf의 주조후의 상태를 개선하는 것이 예하중에 효과적이고 조임도 좋아진다. 경도를 증가시키는 것은 물론, 표면의 조건을 개선하는 방법도 효과적인 것으로 사료된다. Isa와 Hobkirk⁶⁾도 비록 상부 구조물과 지대주 사이 적합도

가 우수하더라도 금 나사를 조일 때 상당한 양의 압축응력이 발생한다고 했고 이때 발생하는 힘은 균일하게 배분되지는 않는다고 하였다. Carr 등⁵⁾의 연구에서와 같이 본 연구에서도 금속으로 주조 한 후의 실린더는 주조하기 전의 실린더에 비해 예하중이 낮아지고, 플라스틱 실린더를 주조한 것은 더욱 낮아지는 것을 확인할 수 있었다. 또한 기 가공된 금 실린더를 사용한 경우가 예하중의 크기와 정확도에서 플라스틱 패턴보다 우수했다. 본 연구에서 기록된 축력은 실험 대상인 임플란트 시스템의 기계적인 하중 한계보다 상당히 낮았다.

Isa와 Hobkirk⁹⁾는 금나사를 조였을 때 축력이 다양하게 나타났으며 지대주의 양면에 붙인 두 개의 게이지의 반응에도 차이가 있다고 보고했다. 그들은 이런 차이가 두 구성부분사이의 적합도가 균일하지 않음을 의미하며, 특히 지대주가 육각 계면에서 가능한 세 가지 다른 위치에 있을 때도 게이지의 반응이 달랐다고 하였다. 또한 같은 지대주 위치에서도 재위치할 때마다 약간씩 변위가 일어나기 때문이라고 하였다. 본 연구에서도 표준형 지대주에 부착된 세 개의 게이지에 나타나는 스트레인은 제 1, 2 군인 금 실린더를 주조하기 전의 경우 Table 3 과 같으며 평균 스트레인과 편차는 손으로 고정하는 경우에는 $319.6 \pm 122.9 \mu\epsilon$, 전기조절기를 이용하는 경우에는 $395.7 \pm 122.8 \mu\epsilon$ 였다. 제 3, 4군인 금 실린더를 주조한 후에 지대주에 발생하는 스트레인은 손으로 고정하는 경우에는 $319.1 \pm 154.0 \mu\epsilon$, 전기조절기를 이용하는 경우에는 $386.6 \pm 110.7 \mu\epsilon$ 였다. 제 5, 6 군인 주조 후의 플라스틱 실린더에서는 손으로 고정하는 경우에는 $189.01 \pm 328.7 \mu\epsilon$, 전기조절기를 이용하는 경우에는 $316.7 \pm 276.7 \mu\epsilon$ 로 특히 제 5군과 제 6군에서 3개의 게이지 사이의 편차가 크게 나타났다.

스트레인 게이지의 다양성은 두 계면 사이의 적합도와 계면에서의 거칠음(asperities)에 따른 마찰력과의 관계가 있을 수 있다. 이는 정밀한 기계가공이 이루어진 경우에도 나타나며 조심스러운 연마로 감소시킬 수는 있으나 그런 현상을 피할 수는 없다. 본 연구에서 실험한 브레넬막 시스템은 여러 가지 구성부로 되어 있기 때문에 각 구성부가 그 제조사의 허용오차, bevelled interface의 효과, 각 재료의 물성, 표면조도에 따른 미세운동의 범위 내에서 조립되는 방식에 따라 발생하는 스트레인이 달라졌을 것이다^{6,7)}.

예하중을 가하는 방법은 크게 세 가지로 나눌 수 있으며, 일반적인 스크류 드라이버(unlimited conventional screwdriver)를 이용해 손으로 조이는 방법과 전기조절형(electronically controlled screwdriver), 혹은 기계조절형 스크류 드라이버(mechanically limited screwdriver)로 지정된 토크를 가하는 방법이 있다⁸⁻¹⁰⁾.

Goheen 등⁸⁾은 손으로 조이는 경우, 토크의 양이 15~48%의 오차를 보이면서 다양하게 나타나 하중이 가해지면 나사가 풀리기 쉬워 토크 조절기를 이용하는 것이 바람직하다고 하였다. Patterson 등¹⁵⁾은 인공타액이 있을 때와 없을 때 예하중을 비교하여 인공타액을 사용한 경우에 예하중이 증가했으며 전기 조절기보다 보철 전문의의 손으로 조정하는 것이 정확할 수도 있으나 전기조절기를 사용하는 것이 보다 안전하다고 하였다. Dellings와 Curtis⁹⁾도 감염 방지과정 전과 후의 토크 조절기의 성능을 검사하였으며, 손으로 고정하는 방법보다 전기조절기를 사용할 때 예하중이 높았다고 보고했다. 본 연구에서도 전기조절기로 고정하는 경우보다 손으로 고정하는 경우에 예하중이 낮은 경향을 보였으며 이런 경향은 특히 플라스틱 패턴을 주조해 만든 금실린더에서 크게 영향을 미치고 있다. 그래도 전기 조절기로 고정하는 경우에는 예하중을 어느 정도 올릴 수 있어 플라스틱 패턴을 사용하는 경우에 예하중에 주의가 필요함을 알 수 있었다.

일반적으로 공장에서 너트와 볼트를 사용해 고정하는 경우에 발생하는 힘은 같은 토크로 조였을 때 $\pm 26\%$ 의 범주 내에 있다고 한다¹⁰⁾. 산업계에서의 수치가 잘 조절된 상황에서 얻은 수치라는 것을 감안하면, 전기조절기로 조이는 경우에 발생하는 예하중이 아주 정확하리라고는 생각하기 어렵다. Goheen 등⁸⁾은 전기조절기도 지정 예하중치를 발생시키는 데에는 오차가 있었다고 보고했다. Carlsson¹⁶⁾은 전기 조절기는 일종의 전기가감저항기(rheostat)로서 10% 오차범위를 가지고 있다고 하였고 Edgren¹⁷⁾은 전기조절기를 사용할 때 천천히 느린 속도로 고정하고 한 번만 고정해야지 반복하면 지나친 토크가 가해질 위험이 있다고 하였다. 또한 각 회사 제품마다 기계적 성질이 달라 다른 회사의 토크 조절기를 사용해서 안된다고 경고하였다. Standlee와 Caputo¹⁰⁾는 7개의 전기조절기에서 지정

된 예하중에 도달하는 능력을 검사한 결과 각 조절기마다 차이가 크고 속도에 따라 원하는 예하중치에 대한 오차가 다양하게 나타났으며 전기조절기의 조정이 필요하다고 하였다. 본 연구에서는 1개의 전기조절기만 이용하여 실험에 이용하였으며 이에 따른 오차가 있을 것으로 생각된다.

V. 결 론

임플란트지지 고정성 보철물을 지대주에 연결할 때 금나사로 고정시 실린더의 제작법과 고정방법이 예하중에 미치는 영향을 비교 평가하기 위해 세 개의 단축 스트레인 게이지를 브로네막 표준형 지대주에 부착한 후 세 가지 종류의 실린더를 연결해 예하중을 측정하였다. 또한 손으로 나사고정용 드라이버를 이용해 금 나사를 조이는 방법과 전기 조절기 10 Ncm의 토오크를 가해 금 나사를 조이는 방법을 사용했을 때 지대주에 발생하는 예하중을 측정 비교한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 세 가지 실린더 중에서 플라스틱 패턴을 사용해 제작한 실린더를 손으로 고정한 경우에 가장 낮은 예하중을 보였다.
2. 고정방법에 관계없이 플라스틱 패턴을 주조해 제작한 실린더의 예하중이 금실린더에 비해 낮았다.
3. 두가지 고정방법 중 전기 조절기를 이용한 방법이 손으로 고정한 방법보다 높은 예하중을 발생하였다.

참 고 문 헌

1. Zarb GA, Schmitt A. The longitudinal clinical effectiveness of osseointegrated dental implants: The Toronto study. Part III: Problems and complications encountered. *J Prosthet Dent* 1990;64:185-194.
2. Jemt T. Failures and complications in 391 consecutively inserted fixed prostheses supported by Brånemark implants in edentulous jaws: A study of treatment from the time of prosthesis placement to the first annual checkup. *Int J Oral Maxillofac*

- Implants 1991;6:270-276.
3. Tolman DE, Laney WR. Tissue-integrated prosthesis complications. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1992;7:477-484.
4. Rangert B, Jemt T, Jörneus L. Forces and moments on Brånemark implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1989;4:241-247.
5. Carr AB, Brunski JB, Hurley E. Effects of fabrication, finishing, and polishing procedures on preload in prostheses using conventional 'Gold' and plastic cylinders. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1996;11:589-598.
6. Isa ZM, Hobkirk JA. The effects of superstructure fit and loading on individual implant units: Part I. The effects of tightening the gold screws and placement of a superstructure with varying degrees of fit. *Eur J Prosthodont Restor Dent* 1995;3:247-253.
7. Smedberg JI, Nilner K, Rangert B, Svensson SA, Glantz SA. On the influence of superstructure connection on implant preload: a methodological and clinical study. *Clin Oral Implants Res* 1996;7:55-63.
8. Goheen KL, Vermilyea SG, Vossoughi J, Agar JR. Torque generated by handheld screwdrivers and mechanical torquing devices for osseointegrated implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1994;9:149-155.
9. Dellings SM, Curtis D. Effects of infection control procedures on the accuracy of a new mechanical torque wrench system for implant restoration. *J Prosthet Dent* 1996;75:93-98.
10. Standlee JP, Caputo AA. Accuracy of an electric torque-limiting device for implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1999;14:278-281.
11. White GE. Osseointegrated dental technology. London: Quintessence, 1993:226-227.

12. Carr AB, Brantley W. Characterization of noble metal implant cylinders: As-received cylinders and cast interfaces with noble metal alloys. *J Prosthet Dent* 1996;75:77-85.
13. Carr AB, Brunski B, Labishak I, Bagley B. Preload comparison between as-received and cast-to implant cylinders (abstract 695) *J Dent Res* 1993;72(special issue):190
14. Haak J, Sakaguchi R, Sun T, Coffey J. Elongation and preload stress in dental implant abutment screws. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1995;10:529-536.
15. Patterson EA, Burguete RL, Thoi H, Richard BJ. Distribution of load in an oral prosthesis system. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1995;10:552-560.
16. Carlsson L. Avoiding the pitfalls of torque measuring. *Nobelpharma News* 1992;1:5.
17. Edgren S. The right torque for the right job. *Nobelpharma News* 1992;1:5.

Reprint request to:

Hye-Won Cho

Dept. of prosthodontics, College of dentistry, Wonkwang University,
344-2, Shinyong-Dong, Iksan, 570-749, Korea
Tel) 063-850-1940, 1937 Fax) 063-857-4824
hwcho@wonkwang.ac.kr

ABSTRACT

THE EFFECTS OF FABRICATION AND TIGHTENING METHODS OF GOLD CYLINDER ON THE PRELOAD OF THE IMPLANT ABUTMENT

Hye-Won Cho, Sung-Hoon Kim

*Department of Prosthodontics, Wonkwang Dental Research Institute,
College of Dentistry, Wonkwang University*

The purpose of this study was to evaluate the effects of fabrication and tightening methods of gold cylinder on the preload of the standard abutment. Three linear strain gauges (KFR-02N-120-C1-23, Kyowa, Japan) were mounted longitudinally on the 5.5mm Standard abutment (Nobel Biocare, Sweden) and three kinds of gold cylinders such as, as-received gold cylinder, gold cylinder after casting, and plastic cylinder after casting with type IV gold alloy were connected over the top of the standard abutment. Two kinds of tightening methods, such as manual torque with handheld screwdriver and electronic torque using Electronic torque controller were used to generate preload on the abutment. The result were as follows:

1. The preload generated by tightening cast plastic cylinder with handheld screw driver, was the lowest among the six groups.
2. The preload generated by cast plastic cylinder was lower than those by gold cylinders regardless of the tightening methods.
3. The electronic torque controller produced higher torque values than the handheld screwdriver.

Key words : Gold cylinder, Gold screw, Handheld screwdriver, Preload, Strain gauge, Torque