Implant에 사용되는 CAD/CAM 전용 zirconia abutment의 표면적과 디자인에 따른 유지력 차이

남 택 모, 김 한 곤*, 김 병 식**, 임 시 덕**
기쁨치과기공소, 영남대학교 사회학과*, 대구산업정보대학 치기공과**

Differences in retention of the reduction direction depending on dimensions and design CAD/CAM zirconia abutment for implant

Taeg-Mo Nam, Han-Gon Kim*, Byung-Sik Kim**, Si-Duk Lim**
Dental Laboratory of Kippum
Department of Sociology, Yeungnam University*
Department of Dental Laboratory Technology, Daegu Polytechnic College**

[Abstract]

Purpose: The aim of this study is to make some basic materials to find retention force difference based on the total height of CAD/CAM zirconia abutment used for implant, retention force difference based on how to regulate the height of the abutment, retention force difference based on the size and retention force difference based on the design group.

Methods: The retention force was measured by being pulled at the speed of 1mm/min after being combined with zirconia block and abutment using Temp-BOND of Kerr. The experiment was done at the research lab of OSTEM in Busan by useing UNIVERSAL TESTING MACHINE on March 3rd, 2010.

Results: After analysing the total height and the retention force, p-value had minor difference by 0.01 statistically. Namely, 3㎜, 4㎜, 5㎜ had the retention force difference and we could see retention force difference on 3㎜ and 5㎜ at the post test. After analyzing how to regulate the height and retention force, p-value had minor difference by 0.000 statistically. Namely, 1㎜ and 2㎜ had the retention difference and we could see that 1㎜ and 2㎜ with the total height had retention difference. After analyzing the retention force based on the size, p-value had minor retention force difference by 0.000 statistically. Namely, 7 different size had retention force difference and we could see the size 21.9㎜, 32.9㎜, 32.9㎜, 38.4㎜, 48.9㎜ and 54.9㎜ had retention force difference.

Conclusion: Namely 9 different design group had retention difference and we could see that 9 design group with 5.6.7.8 design group and 9 design group with 1.2.3.4. design group had retention force.

Key words : abutment, CAD/CAM, Implant, zirconia

교신저자	성 명	남 택 모	전 화	010-4503-2804	E-mail	Ntm9651@naver.com
	주 소	대구광역시 수성구 진리2길 42번지 대구산업정보대학 치기공과				

접 수 일	2010. 11. 8	수 정 일	2010. 11. 18	확 정 일	2010. 11. 30

Ⅰ. 서 론

현재 치과에서 사용되고 있는 Implant는 기술의 발달로 급속한 성장과 발전을 하고 있다. 기존의 Implant abutment는 티타늄 또는 금합금으로 되어 있어 비록 최종 수복물로 전부 도재관을 이용한다 하더라도, 연조직의 두께가 얇거나 열구가 얕은 경우에 수복물 경부 치은부위에 회색 음영을 남기는 한계를 가질 수밖에 없었다. 또한 장기간 기능 하에 치은 퇴축이 발생하면 치은연에서 금속이 노출되어 심미적 요구도가 높은 전치부 등에서는 치명적인 결함을 야기할 수 있다.

이와 같은 문제점을 해결하고 성공적인 Implant 보철수복을 위해서는 기능적인 요구 뿐 아니라, 생물학적, 심미적 요구를 만족시키기 위해 Implant 주위 치은 점막의 상태와 보철수복물의 재료 및 그 형태 등의 연구가 지속되고 있다. 그 가운데 기존의 티타늄과 금합금, 알루미나 세라믹 등의 물리적 단점을 극복하고자 고강도와 고인성을 가지며, 치아의 색과 조화를 이루는 생체적합성이 우수한 zirconia 지대주가 대안으로 사용되고 있다.

현재 임상에서의 충분한 강도와 심미적 욕구, 두 가지의 요건을 충족시키는 zirconia with metal abutment의 제작은 현재의 우리나라의 현실에선 UCLA gold abutment를 이용하여 wax로 modelling 한 후 casting을 하고, 그것을 Scan하여 그 제원으로 zirconia abutment를 만든다. 이 방법의 한계로는 wax-up, burn-out, casting 등을 해야 한다는 과정의 번거로움과 UCLA gold abutment를 사용해야 하는 비용의 문제점이 있다. 이와 같이 제작을 한다고 하여도 오스템(2009)의 공구현미경 또는 주사 전자현미경을 이용한 CAD/CAM 전용 abutment(Neoss 링크)와 맞춤형 ceramic abutment간의 간격 측정 시험결과를 보면 정밀도의 양측 평균값이 29.4㎛과 3㎛으로 대조군간 정밀도의 큰 차이를 보여주는 결과가 나왔다. 즉 제원이 탑재된 Neoss 링크를 이용한 단면 평균 정밀도는 3㎛이고, 현재 제작하며 쓰고 있는 방법으로 제작한 (UCLA abutment를 이용한) 평균 29.4㎛으로 측정결과가 나왔다.

이에 이 연구는 zirconia가 가지고 있는 다양한 장점, 특히 높은 심미성을 가진 동시에 높은 강도를 가진 고강도 재료의 특성을 갖춘 metal connecter(link)의 면적과 디자인(군)의 종류에 따른 유지력을 측정하여 그에 따른 단축방향의 유지력 차이를 비교 분석하였다.

또한 Implant용 CAD/CAM 전용 abutment의 표면적과 디자인에 따른 단축 방향의 유지력의 차이를 살펴보기 위하여 직경 4㎜, 각 높이 3, 4, 5㎜의 abutment를 높이 1㎜와 2㎜로 사면처리 한 abutment와 조절하지 않은 원래 형태의 abutment 각각 6개, 총 54개를 체결한 후 KaVo Everest Scan-pro로 scanning하고 그 제원으로 zirconia 시편을 제작하여 그들을 Kerr사의 Temp-bond 시멘트로 cementation 한 보철물의 단축방향 유지력을 측정하고자 한다.

연구의 구체적 목적은 abutment의 전체 높이에 따른 유지력의 차이와 abutment의 조절높이에 따른 유지력차이, abutment의 표면적에 따른 유지력의 차이, abutment의 디자인(군)에 따른 유지력의 차이를 알아보고자 하는데 있으며, abutment의 유지력 차이를 토대로 CAD/CAM 탑재를 위한 기본자료로 활용하고자 한다.

Ⅱ. 연구 방법

1. 연구 재료

이 연구에서 사용된 실험재료로는 metal & ceramic 접합용 접착제(Kerr, Temp-Bond)와 CAD/CAM 블록(KaVo Everest, KaVo Dental GmbH, Germany), 그리고 CAD/CAM abutment (Osstem implant, Co., Ltd.)를 사용하였다.

2. 연구 장비

1) 이 실험에 사용된 장비로는 CAD/CAM 장비 (KaVo Everest, KaVo Dental GmbH, Germany)와 Universal testing machine(Instron 8841)을 사용하였다(Fig. 1).

2) Universal Testing Machine (Instron 8841)

Fig. 2은 이 실험에서 유지력 측정을 위한 장비로써 Fig. 4의 가공된 zirconia 시편과 Fig. 7의 조절된 abutment와 Fig. 8의 원래모양의 abutment를 Kerr사

Fig. 1. CAD/CAM 장비 (KaVo Everest)

의 Temp-Bond를 사용하여 결합한 후 1㎜/min의 속도로 당겨서 유지력을 측정하는 장비이다.

3) Fig. 3은 Universal Testing Machine (Instron 8841)을 이용한 (주)오스템 부산 연구소에서의 실험으로 2010년 3월 10일 시행하였다.

Fig. 2. Universal Testing Machine (Instron 8841)

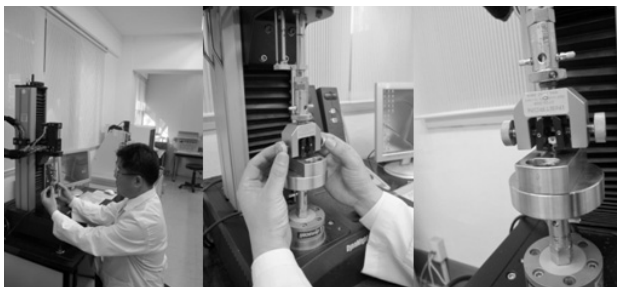


Fig. 3. Universal Testing Machine (Instron 8841)을 이용한 실험

3. zirconia 시편 제작 방법

이 실험에서 사용된 시편 제작은 다음과 같다.

1) model preparation

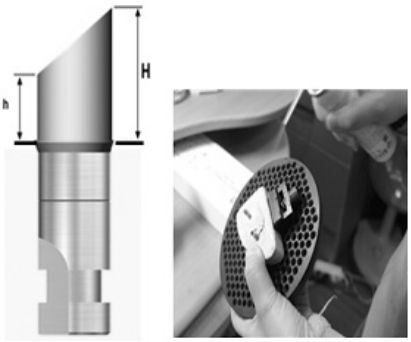
Fig. 4은 이 실험을 위해 각각의 직경 4㎜, 원 높이 (H) 3, 4, 5㎜의 abutment를 조절 높이 (h) 1㎜와 2㎜로 사면처리한 abutment와 lab analog를 체결 한 후 KaVo Everest Scan-pro로 scanning 후 그 제원으로 Fig. 9의 zirconia 시편제작을 하였다.

2) scan & customized 3D model 생성

Fig. 5은 CAD/CAM abutment의 Scan-pro와 스캔후의 데이터 화면으로 Fig. 4에서 준비된 시편을 컴퓨터로 DATA 처리 한 것이다.

3) customized abutment 가공

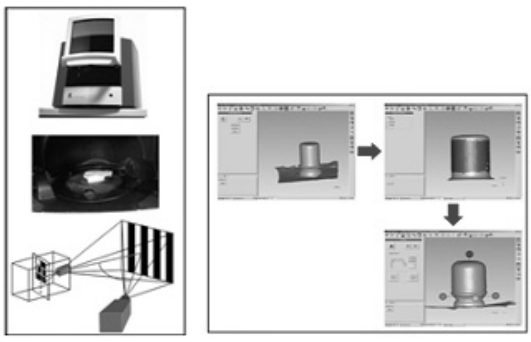
Fig. 6는 CAD/CAM block과 가공기계와 가공후의 block을 제작한 것으로 Fig. 5의 제원을 이용하여 sintering 시행하기 전까지의 과정을 간단히 도식화 한 것이다.



[실험을 위한 lab analog와 abutment의 체결]

[guide pin 연결 및 난반사 유도재 도포]

Fig. 4. CAD/CAM abutment의 스캔을 위한 준비작업



scanning

program을 이용한 customized ABT. design

Fig. 5. CAD/CAM abutment의 scan-pro와 스캔후의 데이터 화면

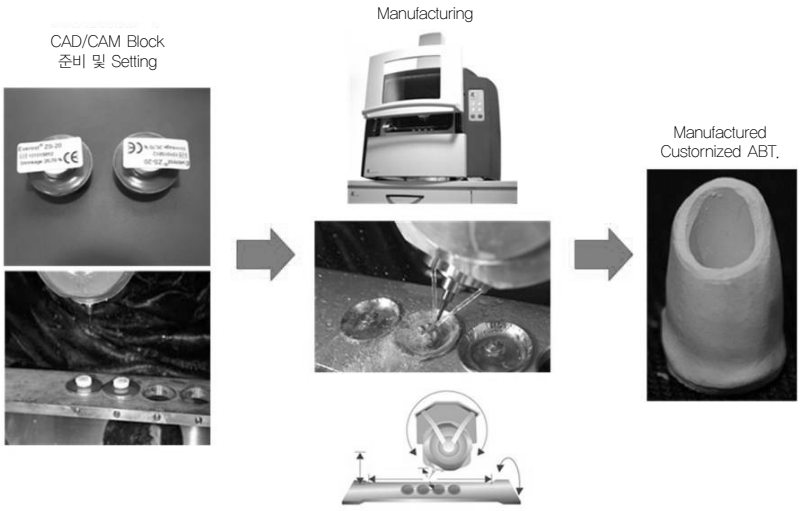


Fig. 6. CAD/CAM block과 가공기계와 가공후의 block

4) sintering (소결, 燒結)

CAD/CAM 장비(KaVo Everest, KaVo Dental GmbH, Germany)의 sintering 스케줄에 맞게 12시간 sintering 한다.

4. abutment의 종류에 따른 유지력 실험 방법

1) 조절된 abutment 시편의 각 디자인(군)별 구성

Fig. 7의 조절된 abutment 시편과 Fig. 8의 원래모양의 abutment를 Fig. 9의 가공된 zirconia 시편에 결합하였다(Fig. 10). 결합에 사용된 시멘트로는 Kerr사의 Tempo-Bond를 사용하였으며 제조회사 지시대로 접착한 뒤 24시간 경과 후 실험하였으며 결합된 CAD/CAM 전용ABT.(OSSTEMIMPLANT Co.,Ltd.)와 맞춤형 Ceramic ABT.를 만능시험기에 전용 지그를 이용하여 체결한 후 1㎜/min. 속도로 CAD/CAM abutment 와 조절된 링크 시편에 가공된 지르코니아 시편의 높이(H) 및 cement 접합 면적에 따른 유지력을 측정하였다.

Table 1과 같이 조절된 abutment 시편을 9개 디자인(군)으로 구성하였고 각 디자인(군)별 6개의 시편 총 54개로 실험하였다.

Table 1. 조절된 abutment 시편의 각 군별 구성

디자인(군)	H(㎜)	h(㎜)
1	3	1
2	3	2
3	3	3
4	4	1
5	4	2
6	4	4
7	5	1
8	5	2
9	5	5

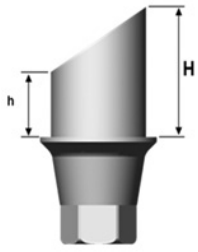


Fig. 7. 조절된 abutment

Fig. 8. 원래 모양의 abutment

Fig. 9. 가공된 zirconia 시편

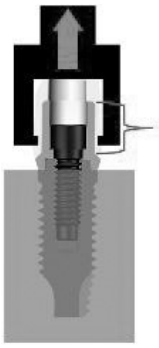


Fig. 10. cement 유지력 실험 모식도

2) 조절된 abutment 시편의 사면처리

Fig. 7 조절된 abutment 시편의 조절은 각 시편의 전체 abutment에서 칼라를 기준으로 각각 1㎜, 2㎜로 남기고 전체 높이까지를 사면으로 수동 절삭하였다. 이와같은 사면 처리는 임상에서 기존 abutment를 사용하지 않고 다양한 증례에 맞도록 사면을 형성하기 때문에 임상에 준하는 다양한 면적을 맞추어야 할 필요성 때문에 사면처리를 하였다.

3) 유지력 측정

Fig. 1 CAD/CAM 장비 (KaVo Everest)에 의해 가공된 Fig. 9의 zirconia 시편과 Fig. 7의 조절된 abutment 시편을 결합한 뒤 24시간 경과 후 Fig. 2 Universal Testing Machine (Instron 8841)에 전용 지그를 이용하여 체결 후 1㎜/min. 속도로 당겨 그의 단축방향의 유지력을 측정하였다.

이 평가를 통해 CAD/CAM abutment의 높이와 표면적과 조절 높이의 조절과 디자인(군)에 따른 유지력을 평가하였다.

조절하지 않은 전체 높이의 abutment 디자인(군)과 조절된 디자인(군)속에서도 각각의 디자인(군)과 표면적을 다르게 만들었으며, 그 조건을 나열하면 9개의 디자인(군)으로 나눠질 수 있고, 각 디자인(군)의 표면적은 7 개의 표면적으로 나눠진다. 각 디자인(군)별로의 나눠진 abutment는 디자인(군)이 Table 1과 같이 다르고 cement 접합 표면적 또한 Table 2와 같이 7 개의 표면적으로 다르며 이와 같이 cement 접합면적과 디자인(군)에 대한 유지력을 측정하였다.

Ⅲ. 연구 결과

1. abutment 표면적과 디자인(군)에 따른 유지력 결과

abutment 표면적과 디자인(군)에 따른 유지력 실험 결과 Table 2에서 총 9개의 디자인(군)에서 각 디자인(군)별 6개의 시편 총 54개의 시편의 유지력을 측정하였다. 최고의 유지력은 9 디자인(군) 즉, 전체 높이 5㎜, 조절 높이 5㎜의 시편에서 148.2 N으로 측정되었으며, 최소의 유지력은 1 디자인(군), 즉 전체 높이 3㎜, 조절높이 1㎜에서 7.2 N으로 측정되었다.

Table 2. abutment 표면적과 디자인(군)에 따른 유지력 결과

군	H (㎜)	h (㎜)	max. load (N)								area
			#01	#02	#03	#04	#05	#06	합계	평균	(㎟)
1	3	1	15.6	45.4	22	50.4	7.2	16.7	157	26.2	21.99
2	3	2	42.6	53.7	67.1	26.2	16.4	23.3	229	38.2	27.49
3	3	3	107.3	61.8	80.4	112.7	44.7	100.7	508	84.6	32.99
4	4	1	29.6	31.2	34.6	22.4	22.1	23	163	27.2	27.49
5	4	2	112.9	99.0	89.9	76.7	82.4	77.2	439	73.2	32.99
6	4	4	113.8	127.6	92.3	111.5	59.6	59.8	565	94.1	43.98
7	5	1	40.8	35	32.9	107.3	68.7	46.3	331	55.2	32.98
8	5	2	134.2	92.5	106.3	103.7	94.9	31.29	563	93.8	38.48
9	5	5	132.7	120	92.2	138.8	110.3	148.2	742	123.7	54.98

2. abutment 전체 높이와 유지력의 비교

abutment 전체 높이와 유지력의 분석결과 Table 3 p-value가 0.01로 유의수준 5%에서 통계적으로 유의한 결과를 보였다. 즉 3㎜, 4㎜, 5㎜에서 유지력의 차이가 있었다. 사후검정결과 3㎜와 5㎜에서 유지력의 차이가 있었다.

Table 3. abutment 전체 높이와 유지력의 비교

	N	M	SD	F-value	p-value
3㎜	18	49.6 b	33.0		
4㎜	18	702. ab	36.1	5.82	.01
5㎜	18	90.8 a	39.2		

3. abutment 조절 높이와 유지력의 비교

abutment 조절 높이와 유지력의 분석결과 Table 4 p-value가 0.000으로 유의수준 1%에서 통계적으로 유의한 결과를 보였다. 즉 1㎜, 2㎜, 전체 높이에서 유지력의 차이가 있었다. 사후검정결과 전체 높이와 1㎜, 전체 높이와 2㎜에서 유지력의 차이가 있었다.

Table 4. abutment 조절 높이에 따른 유지력의 비교

조절높이	N	M	SD	F-value	p-value
1㎜	18	36.1 c	23.0		
2㎜	18	73.9 b	34.5	21.869	.000
전체높이	18	100.8 a	29.6		

4. abutment 표면적과 유지력의 비교

abutment 표면적에 따른 유지력의 분석결과 Table 5 p-value가 0.000으로 유의수준 1%에서 통계적으로 유의한 결과를 보였다. 즉 7개의 표면적에서 유지력의 차이가 있었다. 사후검정결과 면적 21.9㎟와 32.9㎟, 32.9㎟, 38.4㎟, 48.9㎟, 54.9㎟에서 유지력의 차이가 있었다.

Table 5. abutment 표면적에 따른 유지력의 비교

표면적(㎟)	N	M	SD	F-value	p-value
21.99	6	26.2 c	17.5		
27.49	12	32.6 bc	14.9		
32.98	6	55.1 b	28.6		
32.99	12	87.1 b	20.8	17.985	.000
38.48	6	93.8 b	34.0		
43.98	6	94.1 b	28.9		
54.98	6	123.7 a	20.4		

5. abutment 디자인(군)에 따른 유지력의 비교

abutment 디자인(군)에 따른 유지력의 분석결과 Table 6 p-value가 0.000으로 유의수준 1%에서 통계적으로 유의한 결과를 보였다. 즉 9개의 디자인(군)에서 유지력의 차이가 있었다. 사후검정결과 9디자인(군)과 5 · 6 · 7 · 8 디자인(군), 9디자인(군)과 1 · 2 · 3 · 4디자인(군)에서 유지력의 차이가 있었다.

Table 6. abutment 디자인(군)에 따른 유지력의 비교

디자인(군)의 유형	N	M	SD	F-value	p-value
1	6	26.2 c	17.5		
2	6	38.2 c	19.6		
3	6	84.6 c	27.1		
4	6	26.9 c	5.5		
5	6	89.6 b	14.1	13.251	.000
6	6	94.1 b	28.9		
7	6	55.1 b	28.6		
8	6	93.8 b	34.0		
9	6	123.7 a	20.4		

6. abutment 유지력과 높이, 표면적, 디자인(군)의 상관관계

abutment 유지력과 높이, 표면적, 디자인(군)의 상관관계 분석결과 Table 7 전체 높이, 조절 높이, 표면적, 디자인(군)과 유지력은 양의 상관관계로 유의수준 1%에서 매우 유의한 것으로 나타났다.

그리고 표면적, 디자인(군)과 전체 높이에서도 양의 상관관계로 유의수준 1%에서 매우 유의한 것으로 나타났다.

표면적과 조절 높이에서도 양의 상관관계로 유의수준 1%에서 매우 유의한 것으로 나타났으며, 디자인(군)과 조절 높이는 유의수준 1%에서 유의하게 나타났고 디자인(군)과 표면적에서는 양의 상관관계로 유의수준 1%에서 매우 유의한 것으로 나타났다.

Table 7. abutment 유지력과 높이, 표면적, 디자인(군)의 상관관계

	유지력	전체 높이	조절 높이	표면적	디자인(군)
유지력	1				
전체 높이	.431**	1			
조절 높이	.676**	.000	1		
표면적	.751**	.640**	.721**	1	
디자인(군)	.623**	.949**	.316*	.835**	1

* p<0.05, ** p<0.01

Ⅳ. 결과 및 고찰

이 연구에서는 abutment의 전체 높이와 조절 높이, 표면적, 디자인(군)을 독립 변수로 하고 유지력을 종속변수로 하여 abutment의 유지력을 실험하였다.

abutment의 전체 높이와 유지력의 분석결과 p-value가 0.01로 유의수준 5%에서 통계적으로 유의한 결과를 보였다. 즉 3㎜, 4㎜, 5㎜에서 유지력의 차이가 있었다. 사후검정결과 3㎜와 5㎜에서 유지력의 차이가 있었다.

abutment의 조절 높이와 유지력의 분석결과 p-value가 0.000으로 유의수준 1%에서 통계적으로 유의한 결과를 보였다. 즉 1㎜, 2㎜, 전체 높이에서 유지력의 차이가 있었다. 사후검정결과 전체 높이와 1㎜, 전체 높이와 2㎜에서 유지력의 차이가 있었다.

abutment의 표면적에 따른 유지력의 분석결과 p-value가 0.000으로 유의수준 1%에서 통계적으로 유의한

결과를 보였다. 즉 6개의 표면적이지만 디자인이 다르게 추가된 7개의 표면적에서 유지력의 차이가 있었다. 사후검정결과 면적 21.9㎟와 32.9㎟, 32.9㎟, 38.4㎟, 48.9㎟, 54.9㎟에서 유지력의 차이가 있었다.

abutment의 디자인(군)에 따른 유지력의 분석결과 p-value가 0.000으로 유의수준 1%에서 통계적으로 유의한 결과를 보였다. 즉 9개의 디자인(군)에서 유지력의 차이가 있었다. 사후검정결과 9디자인(군)과 5 · 6 · 7 · 8군, 9디자인(군)과 1 · 2 · 3 · 4디자인(군)에서 유지력의 차이가 있었다.

이상의 실험 결과는 Maxwell(1990) 등의 자연치를 이용한 연구와 비교하면, 높이 5㎜의 abutment에 비해 3㎜의 높이를 가지는 abutment에서 유지력이 반으로 떨어진다고 하는 결과와 이 실험의 전체 높이와 유지력과의 사후검정 결과 통계적으로 유의미한 결과를 나타내었으며, Ceraone abutment를 이용한 Kent(1997) 등의 연구와 비교한 결과 abutment의 높이나 높이 대 너비가 증가할수록 유지력도 증가하였지만 전체 abutment의 표면적과는 상관관계를 찾을 수 없었다고 연구하였으며, 그 외 시편을 조절하여 유지력 실험을 한 연구는 전무한 상태이고 이 실험의 시편 조절후의 유지력 측정 결과를 비롯한 디자인(군)에 따른 유지력의 측정결과와 통계적으로 유의미한 결과를 나타내었다.

이러한 결과는 Implant용 CAD/CAM 전용 abutment의 표면적과 디자인에 따른 단축 방향의 유지력의 차이를 통해 현재 널리 사용되고 있는 치과용 Implant의 품질개선과 치과 보철물 제작에 있어 유지력 증가에 효과적인 abutment의 제작은 물론 CAD/CAM 전용 abutment의 국산화 연구에 기초자료로 활용될 수 있다고 사료된다.

Ⅴ. 결 론

이 연구는 Implant에 사용되는 CAD/CAM 전용 abutment의 전체 높이에 따른 유지력의 차이, abutment의 조절 높이에 따른 유지력의 차이, abutment의 표면적에 따른 유지력의 차이, abutment의 디자인(군)에 따른 유지력의 차이 등을 알아보기 위한 기초자료를 마련하고자 가공된 zrconia 시편과 조절된 abutment 원래모양의 abutment를 Kerr사의 Temp-Bond로 결합한 후 1㎜/min의 속도로 당겨서 유지력을 측정하였고, Universal Testing Machine (Instron 8841)을 이용해 실험을 시행하였으며, 수집된 자료를 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 전체 높이와 유지력의 분석결과 p-value가 0.01로 나타나 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 즉 3㎜, 4㎜, 5㎜에서 유지력의 차이가 있었으며, 사후검정결과 3㎜와 5㎜에서 유지력의 차이가 있었다.

2. 조절 높이와 유지력의 분석결과 p-value가 0.000으로 나타나 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 즉 1㎜, 2㎜, 전체 높이에서 유지력의 차이가 있었으며, 사후검정결과 전체 높이와 1㎜, 전체 높이와 2㎜에서 유지력의 차이가 있었다.

3. 표면적에 따른 유지력의 분석결과 p-value가 0.000으로 나타나 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 즉 7개의 표면적에서 유지력의 차이가 있었으며, 사후검정결과 면적 21.9㎟와 32.9㎟, 32.9㎟, 38.4㎟, 48.9㎟, 54.9㎟에서 유지력의 차이가 있었다.

4. 디자인(군)에 따른 유지력의 분석결과 p-value가 0.000으로 나타나 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 즉 9개의 디자인(군)에서 유지력의 차이가 있었으며, 사후검정결과 9디자인(군)과 5 · 6 · 7 · 8군, 9디자인(군)과 1 · 2 · 3 · 4디자인(군)에서 유지력의 차이가 있었다.

이러한 결과는 Implant용 CAD/CAM 전용 abutment의 표면적과 디자인에 따른 단축 방향의 유지력의 차이를 통해 현재 널리 사용되고 있는 치과용 Implant의 품질개선과 치과 보철물 제작에 있어 유지력 증가에 효과적인 abutment의 제작은 물론 CAD/CAM 전용 abutment의 국산화 연구에 기초자료로 활용될 수 있다고 사료된다.

참 고 문 헌

Bae KH, Han JS, Kim TI, Seol YJ, Lee YM. Biological stability of zirconia/alumina composite ceramic implant abutment. Kor Perio Assoc, 36, 555-65, 2006.

Boudris P, Shoghikian É, Morin É, Huntnik P. Esthetic option for implant supprted single tooth restoration. J Can Dent Assoc, 67, 508-14, 2001.

Ebert A, Hedderich J, Kern M. Retention of zirconia ceramic coping bonded to titanium abutment. Int J Oral Maxillofac Implants, 22, 921-7, 2007.

Garvie RC, Hannink RH. Ceramic steel Nature. 258, 703-4, 1975.

Ichikawa Y, Akagawa Y, Nikai H, Tsuru H. Tissue compatibility and stability of a new zirconia ceramic in vivo. J Prosthet Dent, 68, 322-6, 1992.

Kent DK, Kosa S, Froeschle ML. Retention of cemented implant-supported restorations. J Prosthod, 6, 193-196, 1997.

Maxwell A, Blank L, Pelleu JG. Effect of crown preparation height on the retention and resistance of gold castings. Gen Dent, 38, 200-202, 1990.

Prestipino V, Ingber A. Esthetic high stregth implant abutment, Part I. J Esthe Dent, 3, 29-36, 1993.

Prestipino V, Ingber A. Esthtic high stregth implant abutment, Part Ⅱ. J. Esthe Dent, 5, 63-68, 1993.

Pilathadka S. Vahalová D. Vosáhlo T. The zirconia; a new dental ceramic material. Pargue medical report, 108, 5-12, 2008.

Rimondini L, Cerroni L, Carrassi A. Bacterial colonozation ceramic surface; an vitro and in vivo study. Int J Oral Maxillofac Implants, 17, 793-8, 2002.