

상악 중절치 삭제 시 수복 디자인과 변연부 위치에 따른 부피 변화

김종현 · 박영범 · 김성태 · 이근우*

연세대학교 치과대학 보철학교실

연구 목적: 상악 중절치에 여러 가지 수복물 설계와 변연부 위치를 설정하여 치아 삭제를 하였을 때 나타나는 치아 삭제량의 변화를 평가하기 위함이다.

연구 재료 및 방법: 36개의 상악 중절치 레진 인공치가 실험에 사용되었다. 수복물의 디자인에 따라 이들은 4개의 군으로 나뉘었다. 그리고 각각의 군은 다시 변연부의 위치에 따라 3개의 세부 군으로 나뉘었다. 삭제되지 않은 치아의 부피가 미세단층촬영을 이용해 측정되었고 같은 방법으로 삭제 후의 치아의 부피가 측정되었다. 이 측정된 영상들을 서로 겹쳐서 비교함으로써 삭제 전과 후의 부피 변화를 알아보았다.

결과: 수복물 설계에 따른 삭제 전과 후의 부피 변화량은 다음과 같은 순서로 변화량의 차이를 보였다: traditional laminate veneer < full laminate veneer < all ceramic crown < metal ceramic crown. One-Way ANOVA와 다중비교 Tukey로 유의수준 5%에서 통계 분석한 결과 각각의 군에서는 다음과 같은 순서로 변화량의 차이를 보였다: CEJ 1 mm 상방 < CEJ < CEJ 1 mm 하방 ($P < .05$). 부피 변화를 백분율로 나타낸 수치를 보면 all ceramic crown과 metal ceramic crown에서는 31 - 48%로 나타났고 laminate veneer에서는 14 - 30%로 나타났다. Laminate veneer에서 나타난 부피 변화량은 metal ceramic crown의 1/3로 나타났다. The full laminate (CEJ 1 mm 하방)와 all ceramic crown (CEJ 1 mm 상방)는 유사한 부피 변화를 보였다. Metal ceramic crown은 all ceramic crown과 비교하였을 때 13.7% 더 많은 부피 변화를 보였다.

결론: 수복물의 설계와 변연부 위치의 변화에 따라 부피 변화의 차이가 존재한다. (대한치과보철학회지 2011;49:152-60)

주요단어: 미세단층 촬영, 수복물 설계, 변연부 위치, 부피 변화

서론

치아가 손상되었거나 상실되었을 때 기능과 심미를 회복하기 위해서 생물학적인 손상을 최소로 하는 것이 중요한 원칙 중 하나이다. 이를 위해서는 치아의 삭제량을 가급적 적게 하는 것이 치아 손상을 최소화하는 데 중요하다고 할 수 있다.

전치부 수복을 위해 많이 사용되고 있는 금속도재관 (metal ceramic crown)은 금속의 두께와 도재의 두께를 허용하기 위해 많은 삭제량이 요구되는 것으로 알려져 있다.¹ 또한 shoulder나 chamfer 변연부를 부여해야 하는데, 과거에 사용된 feather-edge 변연부에 비해 더 많은 치아삭제를 필요로 하는 것으로 알려져 있다. 이로 인해서 1960년대엔 약 2%미만의 치수 합병증이 있었지만 금속도재관이 많이 사용되기 시작한 1970년대엔 2.9%, 1980년대엔 4%로 점차 합병증 발생률이 증가하였다.²³ 접착기술의 발달과 함께 금속도재관에 비해서 좀 더 심미적, 보존적이고 창의적인 디자인의 수복물이 나타나게 되는,⁴ 전부도재관 (all ceramic crown)과 라미네이트가 이에 속한다. 전치부 치아의 지대치 형성 전후의 질량비를 비교하여 수복물의 디자인의 변화에 따른 삭제질량의 차이를 비교한 실험에서 금속도재관이 전부도재관에 비해서 약 11% 더 삭제된다고 하였고 라미네이트에 비해서는 약 4.3배 더 삭제된다고 하였다.¹ 또한 수복 시

각각의 심미성과 치아의 조건에 따라서 변연부의 위치를 조절하게 된다. 이 경우에 변연부의 위치가 낮아질수록 치아의 삭제량은 증가하게 되는데⁵ 어느 정도 증가하는지에 대해서는 정확히 알지 못하고 있다.⁴⁸

치아의 삭제된 정도를 알아보는 방법을 살펴보면 질량을 비교하는 방법과 부피를 비교하는 방법으로 크게 나눌 수 있다.¹ 단순히 질량을 비교 하는 것 보다는 입체적으로 삭제 부피를 측정하는 것이 특정부위의 변화를 볼 수 있으므로 더 가치 있는 방법이라 생각할 수 있다. 치아는 복잡한 구조를 지닌 3차원적인 구조물이다. 3차원적인 구조물을 분석하는 방법 중에서 최근에 개발된 미세 컴퓨터 단층 촬영장치 (이하 Micro CT)는 높은 공간 해상능으로 인하여 정확한 구조 분석이 가능하고 비교적 조직에 비파괴적인 방법이다. 반면에 측정시간이 길고 방사선 량 (radiation dose)이 크다는 단점이 있어서 일반적으로 *in vitro* study에서 주로 쓰인다. 이러한 특성들이 있기에 이번 연구에서는 Micro CT를 부피측정을 위한 도구로 사용하기로 하였다.

따라서 이번 연구의 목적은 상악 중절치 치아를 가지고 Micro CT를 이용하여서 디자인과 변연부의 위치를 변화시켰을 때 삭제 전과 후의 부피의 차이를 정량적으로 알아보는 것이다.

*교신저자: 이근우

120-752 서울 서대문구 성산로 250 연세대학교 치과대학 보철학교실 02 2228 3158; e-mail, kwlee@yuhs.ac

원고접수일: 2011년 4월 1일 / 원고최종수정일: 2011년 4월 11일 / 원고채택일: 2011년 4월 15일

* 본 연구는 연세대학교 치과대학 2010년도 교수연구비에 의하여 이루어졌음 (06-2010-0094).

연구 재료 및 방법

1. 시편의 제작

우측 상악 중절치를 실험하기 위하여 레진 인공 치아 (Nissin Inc., Kyoto, Japan)를 36개 준비하였다. 총 4개의 군 (traditional laminate veneer, full laminate veneer, all ceramic crown, 그리고 metal ceramic crown preparation) 으로 구분하였으며 각 군의 9개의 치아를 3개씩 3개의 세부 군 (변연부 위치: CEJ, CEJ 상방 1 mm, 그리고 CEJ 하방 1 mm)으로 나누었고 바닥 (base)은 putty를 이용하여 CEJ 3 mm 정도 하방까지 putty가 잠기도록 하였다 (Fig. 1).

2. 삭제 방법

인공치 시편들을 삭제 디자인에 따라 4가지 군으로 분류하였다. 그리고 각 군 (n=9)을 세 개의 소그룹으로 나눈 후 각 소그룹 (n=3)마다 변연부의 위치를 다르게 하였다. CEJ를 기준으로 하여 CEJ (M₀), CEJ 하방 1 mm (M₋₁), CEJ 하방 1 mm (M₋₁)로 구분하였다. 총 12가지의 조합이 나오게 되며 각 조합의 삭제 전과 후의 부피의 차이를 Micro CT를 이용하여 측정하여서 비교

하였다. 각 조합엔 3개의 치아가 사용되었고 이들의 평균값을 구해서 부피의 감소량을 정하였다. 삭제는 오랜 임상경력을 지닌 보철전문의 한 명이 시행하였고 삭제 전에 putty를 이용해서 index를 채득하고 이를 반으로 분할하여 삭제 중에 index를 치아에 부착하여 삭제의 정도를 정확히 하는데 기준으로 삼았다. 각 군에서의 삭제방법 및 사용한 Bur의 종류는 다음과 같다.

- A군 (Fig. 2) Traditional laminate veneer: medium wrap, preservation of interproximal contacts, chamfer finish line; cervical 1/3 0.3 mm, middle 1/3 0.5 mm, incisal 1/3 0.7 mm 삭제; FG 834 021, FG 6844 014 (Komet, Rock Hill, USA)
- B군 (Fig. 3) Full laminate veneer: additional long wrap design with removal of interproximal contacts; incisal clearance 2 mm, additional lingual overlap 1.0 mm; FG 834 021, FG 6844 014 (Komet, Rock Hill, USA)
- C군 (Fig. 4) All ceramic crown: rounded shoulder (1.0 mm 두께), incisal clearance 1.5 mm, axial convergence 6°; FG847KR, FG 379 023 (Komet, Rock Hill, USA)
- D군 (Fig. 5) Metal ceramic crown: labial round shoulder (1.4 mm 두께), palatal chamfer (0.7 mm 두께), incisal clearance 2.0 mm, axial convergence 6°; FG847KR, FG 878 016, FG 379 023 (Komet, Rock Hill, USA)

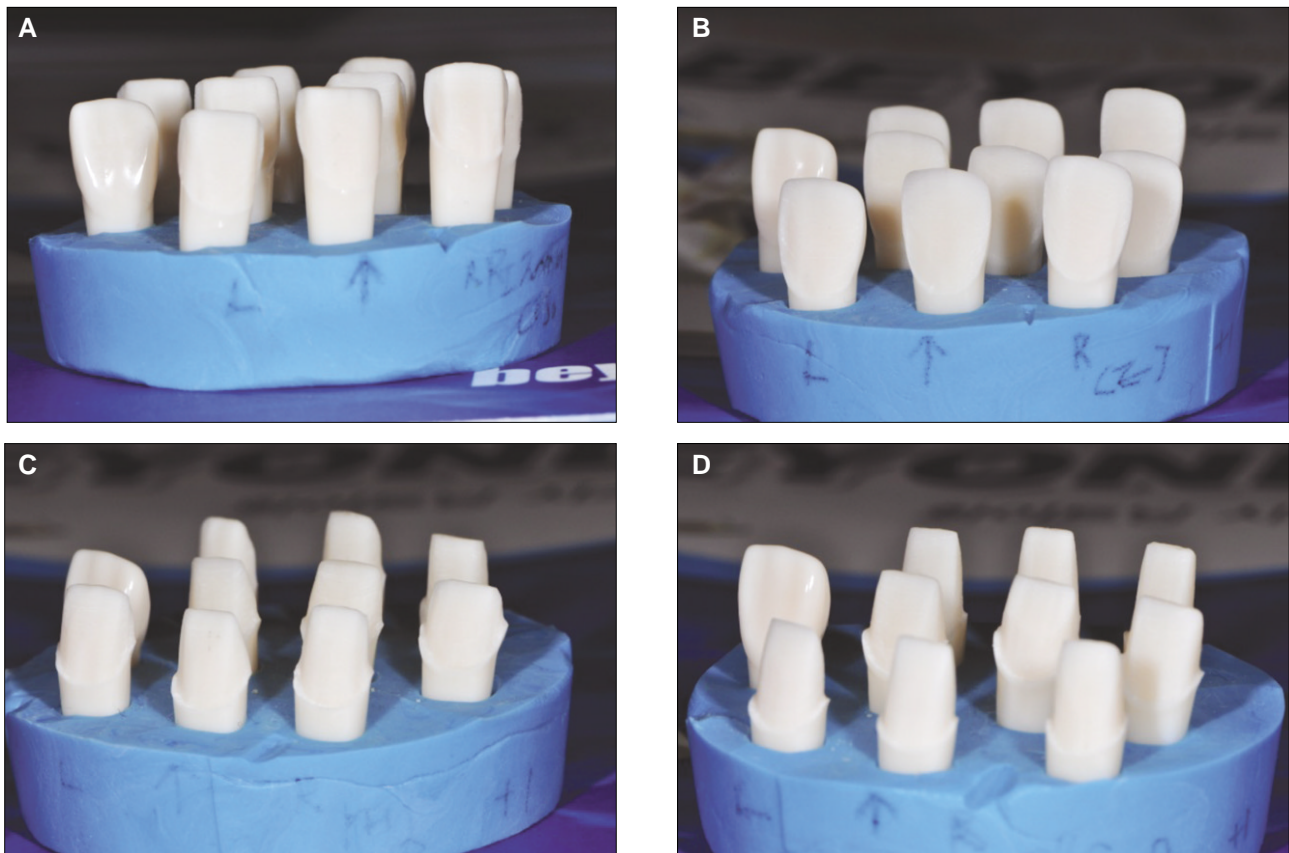


Fig. 1. Photos of A (traditional laminate veneer), B (full laminate veneer), C (all ceramic crown) and D (metal ceramic crown) preparation.

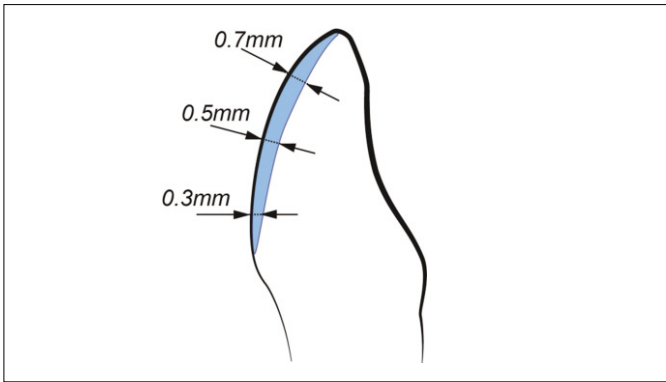


Fig. 2. Schematic image of group A.

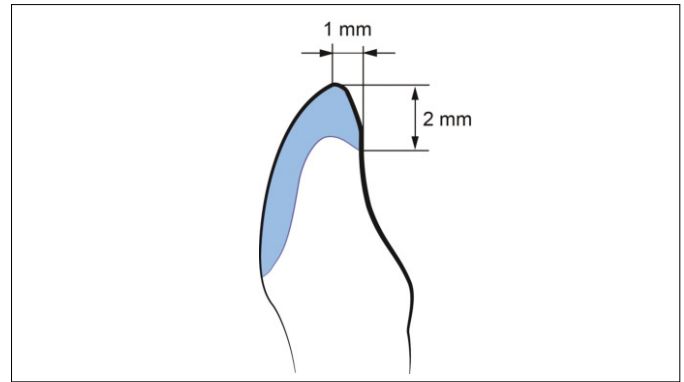


Fig. 3. Schematic image of group B.

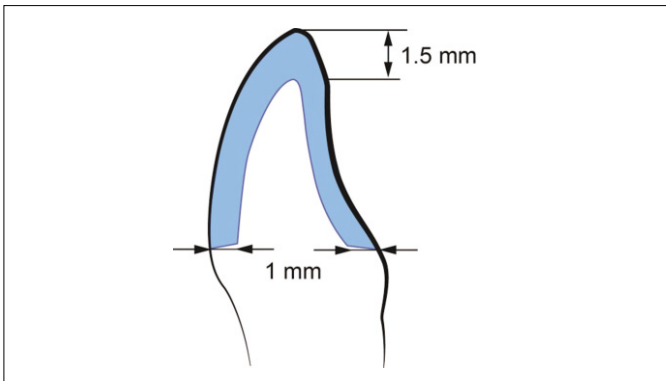


Fig. 4. Schematic image of group C.

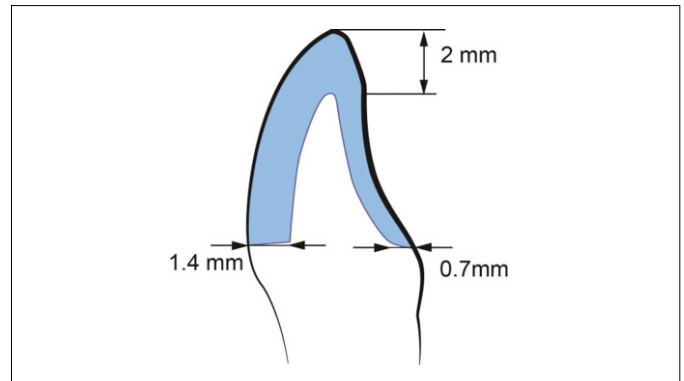


Fig. 5. Schematic image of group D.

3. 평가방법

(1) 부피 변화 평가 방법

보철물 삭제에 의해서 제거된 부피비 (R_v)는 다음의 공식으로 구하였다.

$$R_v = (V_0 - V) / V_0 \times 100$$

V_0 : 3개 시편의 삭제 전 평균 부피

V : 3개 시편의 삭제 후 평균 부피

$V_0 - V$: 삭제된 부피량

(2) 미세 컴퓨터 단층 촬영

삭제전의 시편들은 Micro CT (Skyscan 1076, SKYSCAN, Konicht, Belgium)를 이용하여 촬영하였고 변연부의 위치와 디자인에 따른 차이를 부여하여 삭제한 시편들은 다시 Micro CT를 이용하여 촬영하였다. 삭제 전과 후의 영상을 CEJ를 기준으로 중첩하여 삭제로 인한 부피의 감소량을 측정하였다.

Micro CT 촬영조건은 Source Voltage (kV) = 100, Source Current (uA) = 100, Filter = Al 0.5 mm, Exposure (ms) = 1180, Rotation Step (deg) = 0.500 / 360 Rotation (CT camera가 0.5도씩 360도 돌아가며 촬영)으로 하였다. Reconstruction을 위해서 Nrecon 프로그램을, 3D modeling과 volume 측정을 위해서 ctan 프로그램을 사용하였다. Rapidform

2006 프로그램에서 제공하는 regional register방법을 이용해서 중첩을 하였는데 이때 삭제 전과 후의 공통된 부분인 CEJ를 기준으로 정하였다.

(3) 통계 분석

각 조합마다 평균과 표준편차를 구하였으며 모든 통계는 SPSS 12.0 (SPSS Inc., Chicago, Illinois, USA) 프로그램을 이용하여 분석하였다. M_{-1} , M_0 , M_{+1} 에서 디자인의 변화에 따른 삭제된 부피량을 구하였고 각 디자인에서 변연부의 위치를 다르게 하였을 때의 삭제된 부피량을 구하였으며 변연부의 위치, 디자인의 차이에 따른 유의한 차이가 있는지를 보기 위하여 One-Way ANOVA와 다중비교 Tukey로 유의수준 5%에서 통계 분석하였다.

결과

· Micro CT 중첩 부피 변화 ($V_0 - V$) (Figs. 6 - 9)

삭제하지 않은 치아들을 이용하여 쉐 V_0 는 377.6 mm³였다. Table 1에 각각의 디자인과 변연부 위치에서의 삭제부피의 변화 ($V_0 - V$)와 R_v 값을 구하여 나타내었다.

$V_0 - V$ 와 R_v 값을 가지고 평가하면 삭제시의 부피 변화는 A <

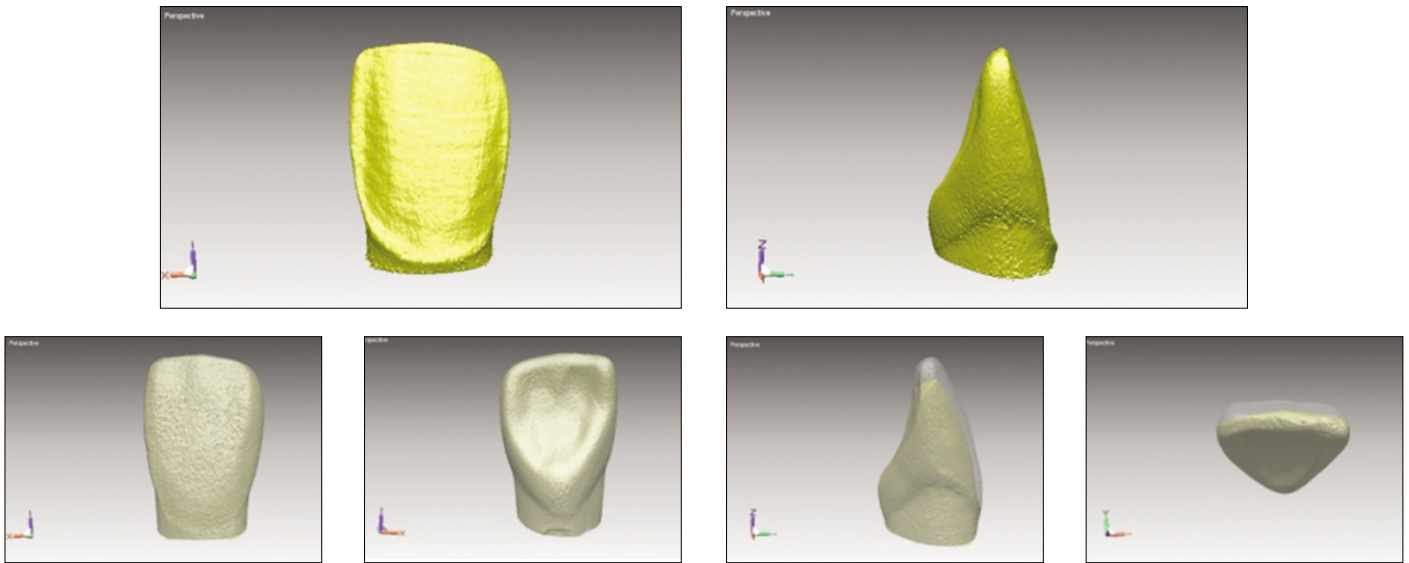


Fig. 6. CT scanned images (upper) and superimposed scanned images (lower) of group A.

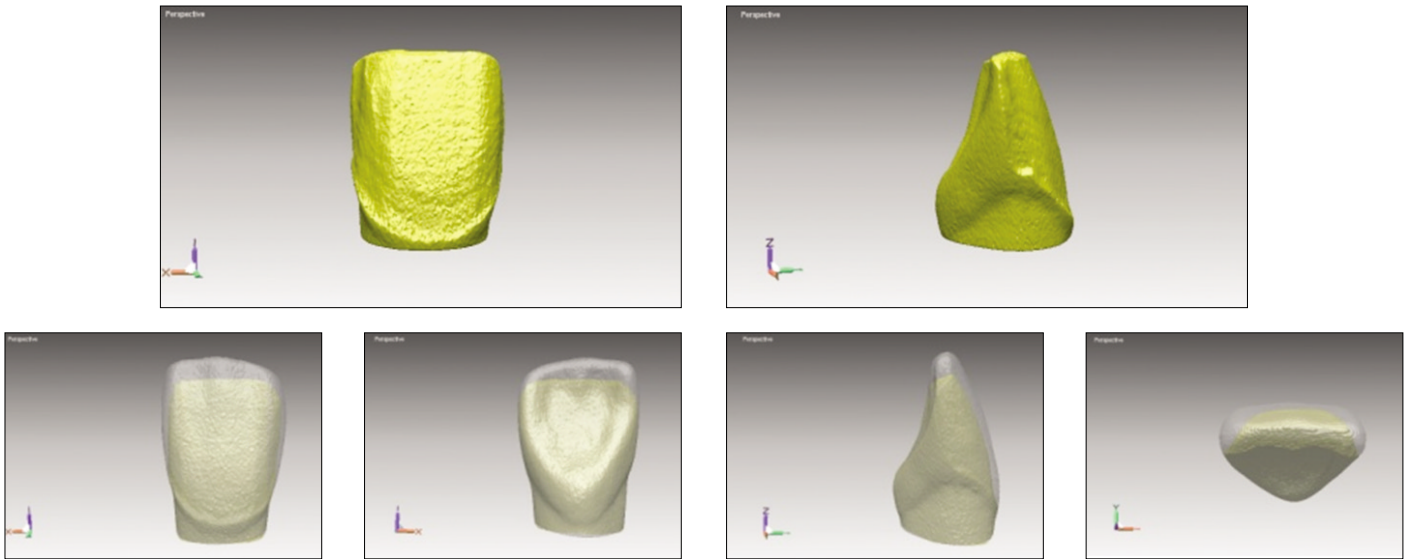


Fig. 7. CT scanned images (upper) and superimposed scanned images (lower) of group B.

B<C<D의 순서로 점차 유의성 있는 증가를 보였다 (Fig 10, 11). 가장 많은 부피 변화를 보인 그룹은 D의 M_1 이며 48.3%의 부피 감소를 보였다. 가장 적은 부피 변화는 A의 M_1 에서 나타났으며 14.0%의 부피 감소를 보였다. All ceramic crown과 metal ceramic crown의 삭제로 인한 부피 감소는 약 31 - 48%였으며 라미네이트의 경우 약 14 - 30%의 부피 감소를 보였다. B군 M_1 의 경우엔 C군 M_1 과 거의 비슷한 부피 감소를 보였다. Margin이 일정할 때 design 간의 차이를 보기 위해 다중비교 Tukey를 실시한 결과 A, B, C, D간의 차이가 모두 유의한 것을 알 수 있다. 이 중 가장 차이가 나는 그룹은 A와 D이다. 전통적인 디자인의 라미네

이트 (A군)의 부피 감소는 가장 큰 부피 변화를 보인 metal ceramic crown (D군)의 약 1/3 정도였다. Metal ceramic crown이 all ceramic crown에 비해 약 1.1배 (13.7%) 더 많은 부피 감소를 나타내었다. 그리고 동일 군내에서는 $M_1 < M_0 < M_2$ 의 순서로 부피 변화의 유의성 있는 증가를 보였다. 라미네이트 삭제인 A, B군에서는 M_1 에서 M_0 로 이동할 때보다 M_0 에서 M_2 로 이동할 때에 삭제 부피의 증가 폭이 더 크게 나타났으며 인공치관 삭제인 C, D군에서는 같은 경우에 증가폭이 더 줄어들었다. Design이 일정할 때 margin에 대한 one-way ANOVA를 실시한 결과 A군을 제외하고는 유의한 결과를 보였다.

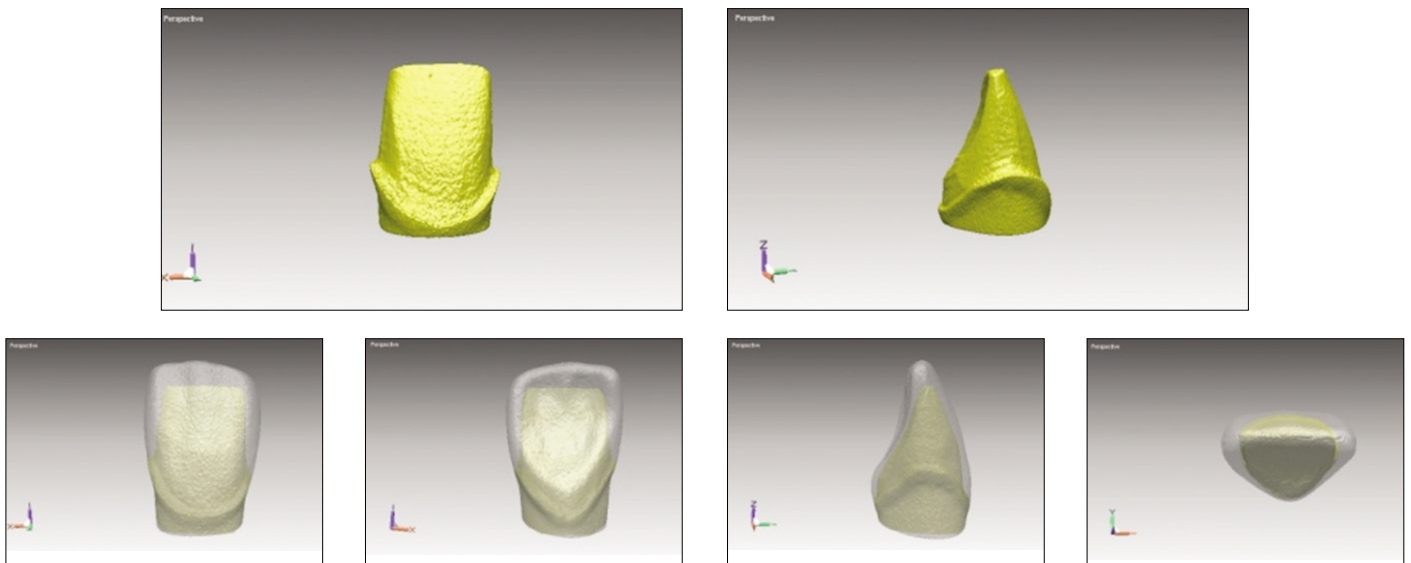


Fig. 8. CT scanned images (upper) and superimposed scanned images (lower) of group C.

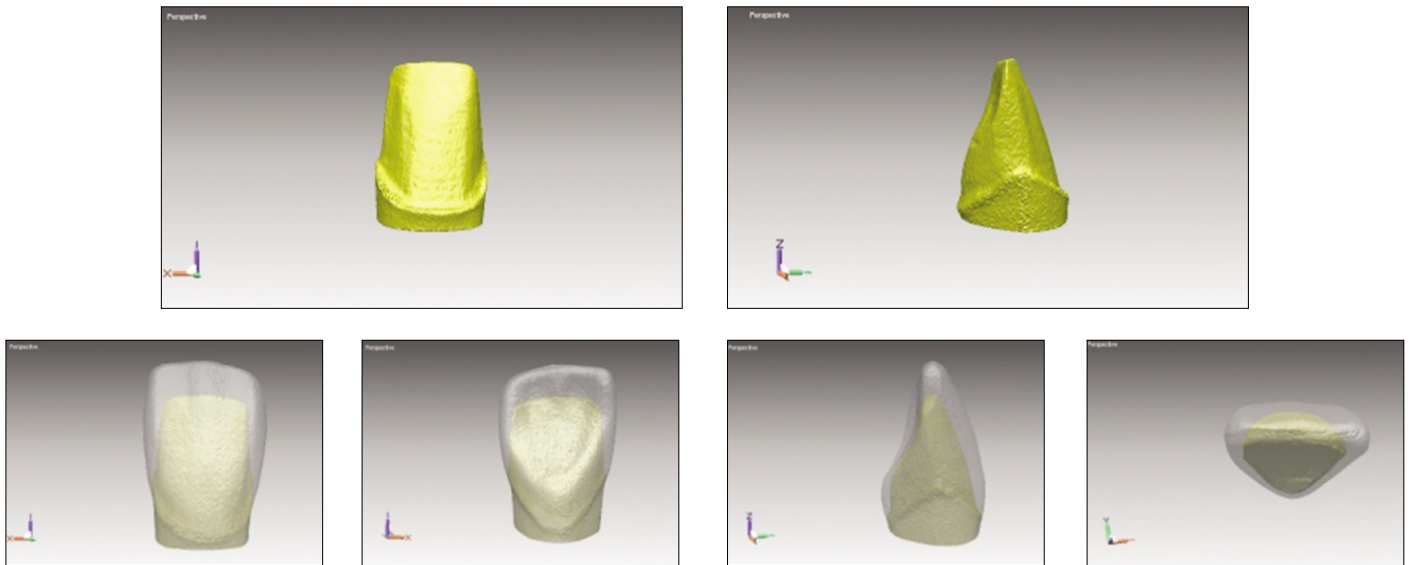


Fig. 9. CT scanned images (upper) and superimposed scanned images (lower) of group D.

Table 1. Volume difference ($V_0 - V$) and R_v of each margin at each group

Design	Margin	Sample Number			Average	S	$V_0 - V$	R_v
		1	2	3				
A	M_{-1}	311.0	307.0	323.0	313.7	8.3	63.9	16.9
	M_0	326.0	319.0	317.0	320.7	4.7	56.9	15.1
	M_{+1}	328.0	320.0	326.0	324.7	4.2	52.9	14.0
B	M_{-1}	276.0	261.0	256.0	264.3	10.4	113.3	30.0
	M_0	299.0	280.0	276.0	285.0	12.3	92.6	24.5
	M_{+1}	302.0	292.0	300.0	298.0	5.3	79.6	21.1
C	M_{-1}	212.0	221.0	214.0	215.7	4.7	161.9	42.9
	M_0	221.0	226.0	237.0	228.0	8.2	149.6	39.6
	M_{+1}	254.0	267.0	259.0	260.0	6.6	117.6	31.1
D	M_{-1}	198.0	197.0	191.0	195.3	3.8	182.3	48.3
	M_0	200.0	208.0	199.0	202.3	4.9	175.3	46.4
	M_{+1}	244.0	248.0	249.0	247.0	2.6	130.6	34.6

s = variance, $V_0 - V$ = volume difference, R_v = % ratio of reduced volume

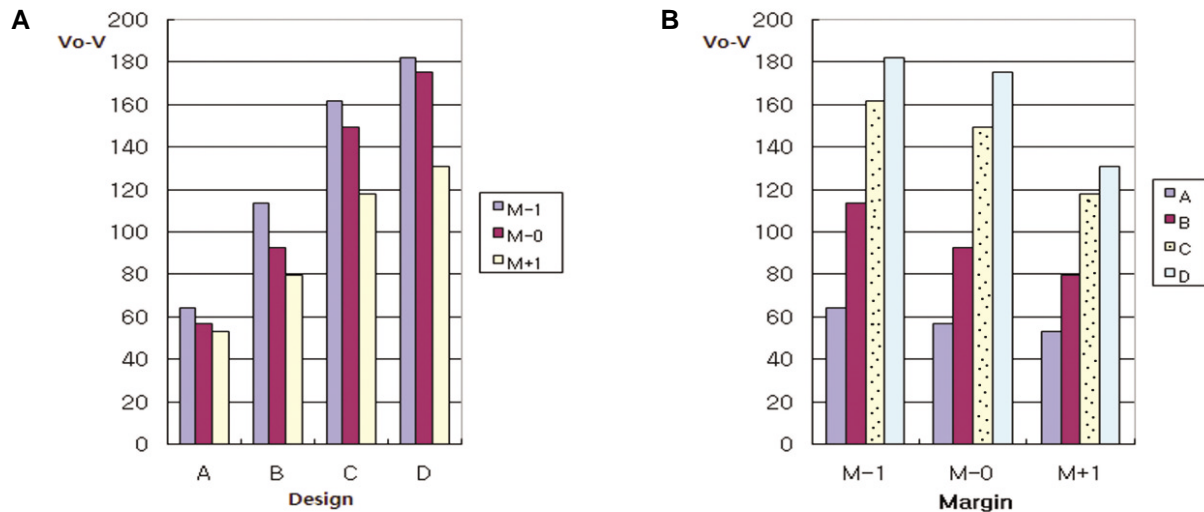


Fig. 10. Volume difference ($V_0 - V$) of each design and margin. A: Design- Volume difference based on the design of prosthesis, B: Margin- Volume difference by the location of the margin.

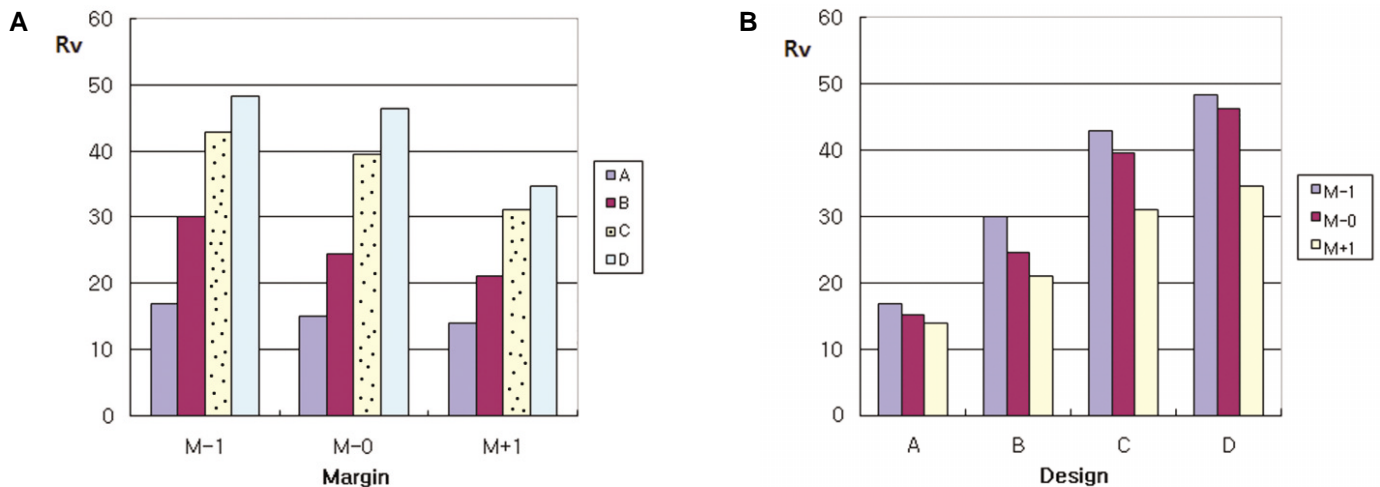


Fig. 11. Rv of each design and margin. A: Margin- Ratio of reduced volume based on the location of margin, B: Design- Ratio of reduced volume by the design of the prosthesis.

고찰

보철 수복을 위해 치아를 삭제할 때 삭제된 정도를 측정하기 위하여 여러 가지 방법들을 이용할 수 있는데 이번 실험에서는 정확한 부피 변화의 측정을 위하여 Micro CT를 이용하여 삭제전과 후의 부피의 차이를 비교하는 방법을 사용하였다. 이번 실험에서는 Edelhoff 등이 시도한 것과 같은 방법으로 치아 삭제를 하였는데 결과를 비교해 볼 때 라미네이트의 경우 질량감소량과 부피 감소량이 큰 차이를 보이지 않았다. 그러나 all ceramic crown은 63%, metal ceramic crown은 72%라는 삭제로 인한 질량감소량과 이번 연구에서의 38% (all ceramic crown), 43% (metal ceramic crown)의 부피 감소량과는 큰 차이를 보였다. 실제 삭제된 치아를 살펴보면 Edelhoff 등의 연구에서 인접면 삭제가 이번 연구 때 보다 더 많이 되었다는 것을 고려하더라도 63 -

72% 정도의 질량 감소는 과하게 계산되어진 것이 아닌가 생각되어지고 이번에 부피의 변화를 가지고 한 연구의 결과가 실제와 더 유사한 결과를 보여주고 있다고 판단된다. 결과적으로 부피의 변화량이 질량 변화량에 비해 좀 더 임상적인 정보를 제공함을 알 수 있었다.

결과를 보면 각 디자인 별로 평균 Rv값을 비교하면 A (15.3) < B (25.2) < C (37.9) < D (43.1) 순서로 증가한다. 최소한의 삭제를 보인 A군은 가장 큰 부피 변화를 보인 D군에 비해서 약 1/3정도로 적은 변화를 나타내었다. 가장 큰 부피 변화를 나타낸 라미네이트 (B군 M_i)의 경우엔 가장 적게 삭제한 all ceramic crown (C군 M₊)과 거의 비슷한 변화를 보였다. 라미네이트 간에도 부피 변화의 차이가 발견되는데 삭제량이 많은 B군 디자인의 경우 A군에 비해서 약 1.6배 (64.7%) 많은 변화가 나타남을 확인하였다. 최근에 심미성을 증진시키고 유지력을 향상시킬 목적으로 B

군과 같이 많은 삭제를 필요로 하는 라미네이트를 적용하는 사례가 증가하는데 이 경우 더 많은 삭제로 잔존 법랑질의 상당량이 소실되어 결과적으로 장기적인 수명이 감소하게 되는 단점이 있으므로 불가피한 경우가 아니면 삭제량이 적은 디자인을 선택하는 것이 유리할 것으로 사료된다. 많은 수의 상아 세관들이 있는 치수 근처의 상아질이 노출되면 술 후 민감도가 증가하고 이는 특히 큰 치수를 가진 젊은 사람들에게 불리하다. 따라서 많은 양의 경조직을 제거하는 것은 지양되어야 한다.⁹⁻¹⁴

많은 연구들에서 all ceramic crown에 대해 다룬 것을 보면 변연부의 위치나 축벽 삭제각 등의 요소에 의해서 삭제량의 차이가 나타나게 됨을 알 수 있다. *In vitro* 실험에서 높은 탄성계수를 지닌 지지조직은 all ceramic crown의 강도를 증가시킨다고 하였다. 즉, 삭제 후 잔존 상아질의 두께가 수복물의 수명에 영향을 준다는 것이다.¹⁵⁻¹⁸ Edelhoff 등¹의 임상연구에서는 all ceramic crown을 삭제할 경우에 0.8 mm 두께의 chamfer finish line과 10°의 삭제각으로 치료하는 것이 상대적으로 쉽고 적은 외상을 주는 삭제방법으로 추천하고 있다. 1.0-1.3 mm나 1.2-1.5 mm 정도 두께의 다른 삭제방식과 비교해 볼 때 오랜 기간 관찰한 결과 덜 위험하고 효과적이라고 하였다. All ceramic crown과 metal ceramic crown 사이에도 부피 변화의 차이가 나타나는데 metal ceramic crown이 약 1.1배 (13.7%) 더 많은 부피 변화가 나타났다. 이러한 차이가 나타나는 것은 metal ceramic crown이 all ceramic crown에 비해서 절단면 삭제량이 0.5 mm가 더 많은 것과 순면삭제의 두께가 1.4 mm로 더 두꺼운 데 기인한다고 여겨진다. 최근에 접착기술의 발달과 심미 수복물에 대한 선호도의 증가로 인해 all ceramic crown의 사용이 점차 증가하는 추세에 있으며¹⁹⁻²³ 심미적으로 우수하므로 치아삭제량 및 치질 보존의 관점에서 metal ceramic crown에 비해서 더 유리한 면이 있다.

이번 실험에서는 변연부의 위치를 정함에 있어서 CEJ를 기준으로 M₁, M₀, M₋₁로 나누었는데 변연부의 위치가 1 mm 하방으로 이동함에 따라 부피의 변화량은 같은 비율로 증가하는 것이 아님을 알 수 있다. M₁에서 M₀로 이동할 경우의 R_값의 변화를 살펴보면 A군의 경우 7.9% 증가, B군의 경우 16.1% 증가, C군의 경우 27.3% 증가, D군의 경우 34.1% 증가하는 것으로 나타났다. 한편 M₀에서 M₋₁로 이동시엔 A군의 경우 11.9% 증가, B군의 경우 22.4% 증가, C군의 경우 8.3% 증가, D군의 경우 4.1% 증가하는 것으로 나타났다. 라미네이트 삭제인 A, B군에서는 M₁에서 M₀로 이동할 때보다 M₀에서 M₋₁로 이동할 때에 삭제 부피의 증가 폭이 더 크게 나타났으며 인공치관삭제인 C, D군에서는 같은 경우에 증가폭이 더 줄어드는 것을 알 수 있다. 인공치아를 관찰해 보면 CEJ 위로 풍융한 형태를 보이고 그 밑으로는 tapering이 약한 형태를 보인다. C, D군의 경우엔 M₁에서 M₀로 이동할 때가 M₀에서 M₋₁로 이동할 때보다 삭제 부피의 증가 폭이 더 크게 나타나는데 이는 CEJ 상방의 풍융한 부위의 삭제가 많이 일어났기 때문으로 판단된다. A, B군의 경우는 치아의 인접면 풍융부 삭제 시에 M₁에서 M₀로 이동할 때보다 M₀에서 M₋₁로

이동할 때 더 많은 부피의 감소가 일어나게 되므로 이 구간에서 증가폭이 더 크게 나타났다고 추정된다.

삭제 후 부피 변화가 클수록 잔존 상아질이 치수와 가까워짐으로 인해서 술 후 민감도가 증가하고 치수의 생활력이 사라져 근관치료를 받을 확률이 증가하며 상아질의 지지력이 약해지므로 치아의 기대수명이 떨어지게 된다. 또, 근관치료를 시행하게 되면 치아의 파절위험이 증가하게 되어 보철물의 수명이 감소하게 된다.^{4,5,7,8,14} 라미네이트의 경우엔 삭제나 부피 감소가 그리 크지 않으므로 변연부의 위치변화와 치수 생활력 간에 큰 상관관계가 없고 다만 변연부의 위치가 내려갈수록 치관부의 잔존 법랑질의 양이 줄거나 사라져버리는 위험이 증가하게 된다. 반면 all ceramic crown이나 metal ceramic crown의 경우엔 변연부의 위치가 내려가면 근관치료를 해야 할 위험이 커지게 되고 이로 인해 치아에 부정적인 영향을 미치게 된다. 따라서 변연부를 내려서 제작해야 하는 전치부 수복물의 경우엔 가급적 인공치관 수복보다는 B군과 같은 많은 삭제량을 지닌 라미네이트를 선택하는 것이 더 좋으리라고 생각된다.

본 연구에서는 인공치아를 사용함으로 자연치아와 같은 법랑질, 상아질 및 치수에 대한 정보를 얻을 수 없었으나 향후 자연치를 이용한 연구를 통해 좀 더 예지성 있고 실용적인 연구 결과를 얻고자 하는 시도가 필요할 것으로 사료된다. 그러나 이런 시도에는 여러 가지 어려운 점들이 있는데 치수의 형태가 사람마다 다양하여 일정하지 않다는 점, 연령의 증가에 따라 치수의 부피가 변하므로 (줄어들므로) 연령을 고려해야 한다는 점들이 그것이다.²⁴⁻²⁷ 본 연구에서 사용된 Micro-CT를 이용해 자연치 삭제 후 치수와의 근접 정도를 정량적으로 다룬다면 삭제 디자인과 변연부를 변화시켰을 때 근관치료를 할 가능성이 높은지 혹은 근관치료를 피할 수 있는지를 비교적인 방법으로 알 수 있고 가급적 근관치료를 피하면서 잔존 상아질과 법랑질을 최대한 남기기 위해서 어떤 시도를 해야 하는지에 대한 정보를 제공해 줄 수 있을 것으로 기대한다.

결론

보철물 제작을 위한 치아 삭제 시의 삭제 정도를 알아보기 위하여 상악 중절치 인공치아를 삭제 디자인에 따라 4개의 군으로 나누고 변연부의 위치에 따라서 3개의 소그룹으로 나누어서 총 12가지 조합을 만들었다. Micro CT를 이용해 삭제 전후의 부피를 비교하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 삭제시의 부피 변화는 traditional laminate veneer < full laminate veneer < all ceramic crown < metal ceramic crown의 순서로 점차 유의성 있는 증가를 보였다. 그리고 동일 군내에서는 CEJ 상방 1 mm < CEJ < CEJ 하방 1 mm의 순서로 부피 변화의 유의성 있는 증가를 보였다 ($P < .05$).
2. All ceramic crown과 metal ceramic crown의 삭제로 인한 부피 감소는 약 31-48%였으며 라미네이트의 경우 약 14-30%의 부피 감소를 보였다.

3. 전통적인 디자인의 라미네이트의 부피 감소는 가장 큰 부피 변화를 보인 metal ceramic crown의 약 1/3 정도였다.
4. 가장 큰 부피 변화를 나타낸 라미네이트(CEJ 하방 1 mm)의 경우엔 가장 적게 삭제한 all ceramic crown(CEJ 상방 1 mm)과 거의 비슷한 부피 감소를 보였다.
5. Metal ceramic crown이 all ceramic crown에 비해 약 1.1배 (13.7%) 더 많은 부피 감소를 나타내었다.
6. 라미네이트 삭제 디자인에서는 CEJ 상방 1 mm에서 CEJ로 이동할 때보다 CEJ에서 CEJ 하방 1 mm로 이동할 때에 삭제 부피의 증가 폭이 더 크게 나타났으며 인공치관 삭제 디자인에서는 같은 경우에 증가폭이 더 줄어들었다.

참고문헌

1. Edelhoff D, Sorensen JA. Tooth structure removal associated with various preparation designs for anterior teeth. *J Prosthet Dent* 2002;87:503-9.
2. Ericson S, Hedegård B, Wennström A. Roentgenographic study of vital abutment teeth. *J Prosthet Dent* 1966;16:981-7.
3. Schwartz NL, Whitsett LD, Berry TG, Stewart JL. Unserviceable crowns and fixed partial dentures: life-span and causes for loss of serviceability. *J Am Dent Assoc* 1970;81:1395-401.
4. Doyle MG, Goodacre CJ, Munoz CA, Andres CJ. The effect of tooth preparation design on the breaking strength of Dicor crowns: 3. *Int J Prosthodont* 1990;3:327-40.
5. Scherrer SS, de Rijk WG. The fracture resistance of all-ceramic crowns on supporting structures with different elastic moduli. *Int J Prosthodont* 1993;6:462-7.
6. Lehner C, Studer S, Brodbeck U, Schäfer P. Short-term results of IPS-Empress full-porcelain crowns. *J Prosthodont* 1997;6:20-30.
7. Sorensen JA, Choi C, Fanuscu MI, Mito WT. IPS Empress crown system: three-year clinical trial results. *J Calif Dent Assoc* 1998;26:130-6.
8. Fradeani M, Aquilano A. Clinical experience with Empress crowns. *Int J Prosthodont* 1997;10:241-7.
9. Christensen GJ. Has tooth structure been replaced? *J Am Dent Assoc* 2002;133:103-5.
10. Clyde JS, Gilmour A. Porcelain veneers: a preliminary review. *Br Dent J* 1988;164:9-14.
11. Kress B, Buhl Y, Hähnel S, Eggers G, Sartor K, Schmitter M. Age- and tooth-related pulp cavity signal intensity changes in healthy teeth: a comparative magnetic resonance imaging analysis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007;103:134-7.
12. Dumfahrt H, Schäfer H. Porcelain laminate veneers. A retrospective evaluation after 1 to 10 years of service: Part II-Clinical results. *Int J Prosthodont* 2000;13:9-18.
13. Ferrari M, Patroni S, Balleri P. Measurement of enamel thickness in relation to reduction for etched laminate veneers. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1992;12:407-13.
14. Goodacre CJ, Spolnik KJ. The prosthodontic management of endodontically treated teeth: a literature review. Part I. Success and failure data, treatment concepts. *J Prosthodont* 1994;3:243-50.
15. Crispin BJ. Esthetic moieties: enamel thickness. *J Esthet Dent* 1993;5:37.
16. Sorensen JA, Munksgaard EC. Relative gap formation adjacent to ceramic inlays with combinations of resin cements and dentin bonding agents. *J Prosthet Dent* 1996;76:472-6.
17. Magne P, Douglas WH. Additive contour of porcelain veneers: a key element in enamel preservation, adhesion, and esthetics for aging dentition. *J Adhes Dent* 1999;1:81-92.
18. Jones JC. The success rate of anterior crowns. *Br Dent J* 1972;132:399-403.
19. Wolf JE, Hakala PE, Kolehmainen L, Järvinen V. A follow-up study of porcelain and acrylic jacket crowns. *Proc Finn Dent Soc* 1978;74:54-8.
20. Foster LV. Failed conventional bridge work from general dental practice: clinical aspects and treatment needs of 142 cases. *Br Dent J* 1990;168:199-201.
21. Zarone F, Epifania E, Leone G, Sorrentino R, Ferrari M. Dynamometric assessment of the mechanical resistance of porcelain veneers related to tooth preparation: a comparison between two techniques. *J Prosthet Dent* 2006;95:354-63.
22. Stappert CF, Ozden U, Gerds T, Strub JR. Longevity and failure load of ceramic veneers with different preparation designs after exposure to masticatory simulation. *J Prosthet Dent* 2005;94:132-9.
23. Guess PC, Stappert CF. Midterm results of a 5-year prospective clinical investigation of extended ceramic veneers. *Dent Mater* 2008;24:804-13.
24. Atsu SS, Aka PS, Kucukesmen HC, Kilcarslan MA, Atakan C. Age-related changes in tooth enamel as measured by electron microscopy: implications for porcelain laminate veneers. *J Prosthet Dent* 2005;94:336-41.
25. Murray PE, Stanley HR, Matthews JB, Sloan AJ, Smith AJ. Age-related odontometric changes of human teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2002;93:474-82.
26. Peumans M, Van Meerbeek B, Lambrechts P, Vuylsteke-Wauters M, Vanherle G. Five-year clinical performance of porcelain veneers. *Quintessence Int* 1998;29:211-21.
27. Morse DR. Age-related changes of the dental pulp complex and their relationship to systemic aging. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1991;72:721-45.

Volume difference in upper central incisor preparation according to the changes of restorative design and marginal location

Chong Hyun Kim, DDS, PhD, Young-Bum Park, DDS, MS, PhD, Sung-Tae Kim, DDS, MS, PhD, Keun-Woo Lee*, DDS, PhD

Department of Prosthodontics, College of Dentistry, Yonsei University, Seoul, Korea

Purpose: The aim of this study was to evaluate the volumetric change of teeth after preparation for various designs and margin locations through Micro CT analysis (Skyscan 1076: SKYSCAN, Konicht, Belgium). **Materials and methods:** The 36 artificial teeth were used to determine reduction volume of upper central incisor. According to the restorative design these 36 teeth were divided into 4 groups and according to the marginal location each group was divided into 3 subgroups. The volume of unprepared teeth was obtained by using Micro CT and the volume of prepared teeth was obtained in the same method. The CT scanned images before and after preparation were superimposed. **Results:** The volume difference was significantly increased as follows: traditional laminate veneer < full laminate veneer < all ceramic crown < metal ceramic crown. One-way ANOVA and Tukey multiple comparison analyses were used to analyze the data in this study. In each group the volume difference was significantly increased as follows: 1 mm above CEJ < CEJ < 1 mm below CEJ ($P < .05$). The % volume difference of all ceramic crown and metal ceramic crown was 31 - 48% and that of laminate veneer was 14 - 30%. The volume difference of the traditional laminate veneer was 1/3 of that of metal ceramic crown. The full laminate (1 mm below CEJ) and all ceramic crown (1 mm above CEJ) showed a similar volume difference. Metal ceramic crown showed 13.7% more volume difference than all ceramic crown. **Conclusion:** There exists the difference in volumetric change according to designs of restoration and margin locations of preparation. (*J Korean Acad Prosthodont 2011;49:152-60*)

Key words: Micro CT, Restorative design, Marginal location, Volume difference

*Corresponding Author: **Keun-Woo Lee**

Department of Prosthodontics, College of Dentistry, Yonsei University 250 Seongsanno, Seodaemun-gu, Seoul, 120-752, Korea

+82 2 2228 3158: e-mail, kwlee@yuhs.ac

Article history

Received April 1, 2011 / Last Revision April 11, 2011 / Accepted April 15, 2011