

Three Dimensional Analysis of Primary Maxillary Central and Lateral Anterior Zirconia Crown

Jungmin Lee, Hyoseol Lee, Okhyung Nam, Misun Kim, Sungchul Choi

Department of Pediatric Dentistry, School of Dentistry, Kyunghee University

Abstract

This study was performed to compare the shape and dimension of anterior zirconia crowns to other pediatric crowns using a three-dimensional scanner to investigate adequate amount of tooth preparation.

Primary central and lateral anterior zirconia crowns, stainless steel crowns and celluloid strip crowns were scanned by a three-dimensional scanner. Outer and inner surfaces of zirconia and stainless steel crowns, and outer surface of celluloid strip crowns were analyzed.

In outer scanned images, all sizes of central and lateral size 1 zirconia crown had the largest labiolingual diameter among the three crowns.

In inner scanned images, zirconia crown's mesiodistal diameter was 0.7-1.0 mm smaller and crown length was approximately 1 mm shorter than those of stainless steel crowns. Zirconia crown's labiolingual diameter was larger in central crowns whereas it was smaller in lateral crowns than that of stainless steel crowns.

Recommended preparation required for zirconia crown is incisal 2.5-3.0 mm, mesiodistal 1.5-2.0 mm, labial 0.5-1.0 mm. Cingulum should be trimmed parallel to the long axis. No more lingual reduction is needed in central incisors whereas additional 0.5 mm reduction is suggested in lateral incisors.

Key words : Zirconia crown, Primary incisors, Tooth preparation, Three dimension

I. 서 론

지르코니아 전장관(zirconia crown; ZrCr)이 도입되기 이전, 유전치에 사용되고 있던 심미 피개 수복 재료는 셀룰로이드 외피(celluloid crown form)를 이용한 레진관(celluloid strip crown; CellCr), 개창 금속관(open-faced stainless steel crown; OFCr), 레진피복 금속관(resin veneered stainless steel crown; RVCr) 세 가지가 대표적이다.

Oueis 등¹⁾의 연구에 따르면, CellCr은 46%의 치과 의사들이 가장 선호하는 유전치 수복 방법이고 다른 재료들에 비해 심미적이지만 수복을 위해 건전한 치아구조가 상대적으로 많이 남아있어야 한다²⁾. OFCr은 금속관(stainless steel crown;

SSCr)의 순면에 구멍을 뚫어 복합레진을 추가한 것으로 CellCr보다 유지력은 우수하나 술식이 복잡하며 금속이 노출되어 비심미적이다. 이러한 단점을 극복하고자 RVCr이 개발되었다. RVCr은 41%의 치과 의사들이 유전치 수복 시 가장 선호하는 방법으로 술식이 빠르고 편리하며, CellCr 보다는 견고하고 OFCr 보다는 심미적이다. 그러나 금속이 일부 노출될 수 있으며 순면의 피복이 깨질 수 있다¹⁾.

ZrCr은 다른 유치 전장관들에 비해 외관상 자연스럽고 강도가 높으며 생체친화성 및 변색 저항성이 뛰어나다³⁾. 그러나 비교적 치아 삭제량이 많고, 삭제범위가 모호하여 건전한 치질 보존의 측면에서 그 한계점을 보인다.

본 연구에서는 유중절치와 유측절치에서 지르코니아 전장관

Corresponding author : Sungchul Choi

Department of Pediatric Dentistry, School of Dentistry, Kyung-Hee University, 26, Kyungheedaero, Dongdaemun-gu, Seoul, 02447, Korea

Tel: +82-2-958-9371 / Fax: +82-2-965-7247 / E-mail: pedochoi@gmail.com

Received October 1, 2015 / Revised November 25, 2015 / Accepted November 21, 2015

과 수 종의 전장관 재료들의 내, 외면의 크기 및 형태를 3차원적으로 비교, 분석함으로써 수복 시 부위별 치아 삭제량의 차이를 알아보고자 한다.

II. 연구 대상 및 방법

1. 연구 재료

상악 좌측 유중절치와 유측절치 CellCr (3M ESPE, St Paul, MN, USA), SSCr (3M ESPE, St Paul, MN, USA), ZrCr (NuSmile Pediatric Crowns, Houston, Texas, USA) 을 이용하였다. 각 전장관에 대한 사항은 Table 1에 나타내었다.

2. 연구 방법

1) 3차원 스캔

치과 기공용 3차원 스캐너(D800, 23shape, Copenhagen, Denmark)를 이용하였다. 모든 표본은 스캔용 도포제(Easy Scan, NABAKEM, Asan, Korea) 적용 후 스캔하였다. ZrCr

과 SSCr은 내면과 외면을, CellCr의 경우는 셀룰로이드 외피의 내면이 수복된 치아의 외면이 되므로 내부에 복합레진을 충전하여 만들어진 레진관의 외면만을 측정하였다. 스캔의 정확성을 위해 ZrCr과 SSCr의 내면은 각각 유동성 복합레진, 실리콘 인상재로 내부를 양형으로 복제하여 스캔하였다(Fig. 1).

2) 데이터의 계측과 분석

크기와 형태의 비교를 위해 설정한 기준점, 벡터 및 평면은 Fig. 2와 Table 2에 기술하였으며, 각 전장관의 측정 항목은 Table 3에 기술하였다.

기준 점, 벡터, 평면 설정과 이를 바탕으로 한 각 항목의 측정은 3차원 역설계 프로그램(Geomagic design X, 3DSYS-TEMS, Morrisville, NC, USA)상에서 시행되었다. 각 항목의 계측치는 한 명의 측정자가 동일한 방법으로 세 번 계측하여 나온 값의 평균을 이용하였으며 반복 검사의 신뢰성을 위하여 급내상관 분석을 시행하였다. ZrCr과 다른 전장관의 형태를 비교하기 위하여 ZrCr의 근원심 폭경을 기준으로 유사한 길이를 보이는 SSCr과 CellCr을 한 군으로 하여 크기와 형태를 비교 분석하였다. 각각의 군은 Table 4, 5에 기술되어 있다.

Table 1. Scanned crowns for primary anterior teeth

Crown	Company	Composition	Size	Abbreviation
Zirconia Crown	NuSmile Pediatric Crowns, Houston, Texas, USA	Zirconium oxide 88-96% Yttrium oxide (Y ₂ O ₃) 4-6% Hafnium oxide (HfO ₂) 5% etc.	1, 2, 3	ZrCr
Stainless Steel Crown	3M ESPE, St Paul, MN, USA	Stainless steel	1, 2, 3, 4, 5, 6	SSCr
Celluloid strip Crown	3M ESPE, St Paul, MN, USA	Plastic	1, 2, 3, 4	CellCr

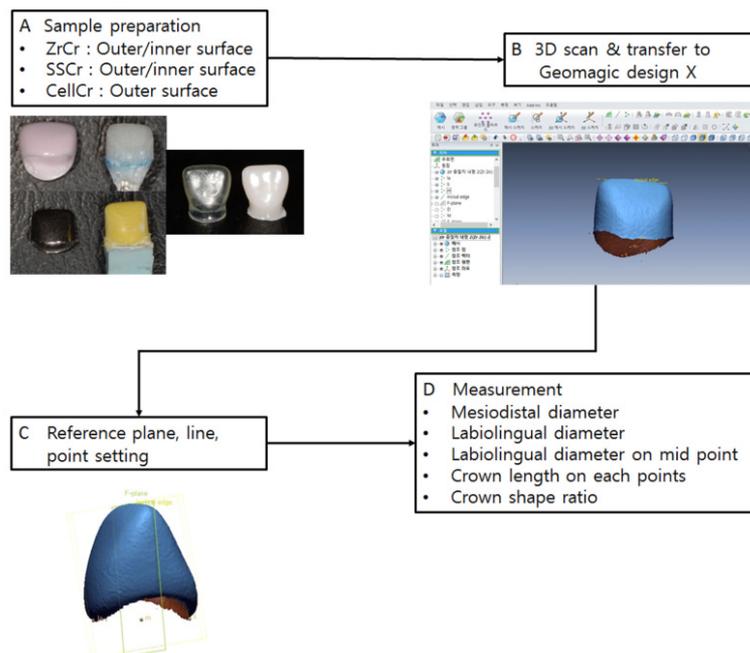


Fig. 1. Schematic illustration of the experimental procedure.

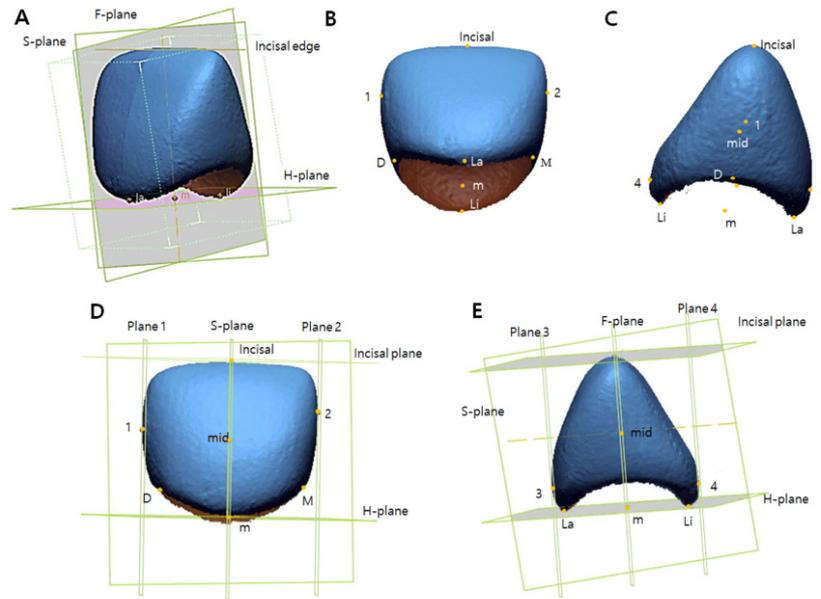


Fig. 2. Reference planes, line, points. A Basic line and Planes. B, C reference points. D, E Incisal plane and plane 1, 2, 3, 4.

Table 2. Reference line, planes and points

Reference	Definition
Basic line	
Incisal edge	The line represents average of several points in curved surface of crown's incisal edge
Basic plane	
F-plane	The plane was constructed by incisal edge and m
S-plane	The plane was perpendicular to incisal edge passing through m
H-plane	The plane was perpendicular to F-plane and S-plane passing through m
Point	
La	The most inferior point of labial surface
Li	The most inferior point of lingual surface
m	The midpoint of La and Li
M	The most superior point of the cervical outline of mesial surface
D	The most superior point of the cervical outline of distal surface
Incisal	The point of intersection of F-plane, S-plane and incisal edge
mid	The midpoint of Incisal and m
1	The distally farthest point to S-Plane
2	The mesially farthest point to S-Plane
3	The labially farthest point to F-Plane
4	The lingually farthest point to F-Plane
Plane	
1	The plane was parallel to S-plane passing through point 1
2	The plane was parallel to S-plane passing through point 2
3	The plane was parallel to F-plane passing through point 3
4	The plane was parallel to F-plane passing through point 4
Incisal	The plane was parallel to H-plane passing through incisal

Table 3. Crown measurements

Crown measurements	
M-D	Mesiodistal diameter. Distance from plane 1 to plane 2
La-Li	Labiolingual diameter. Distance from plane 1 to plane 2
CL	Crown length at m point. Distance from incisal plane to m
CL-M	Crown length at M point. Distance from incisal plane to M
CL-D	Crown length at D point. Distance from incisal plane to D
CL-La	Crown length at La point. Distance from incisal plane to La
CL-Li	Crown length at Li point. Distance from incisal plane to Li
La-Limid	Labiolingual diameter at mid point. The distance that Normal line of F-plane passing mid point penetrated the crown
crown shape ratio	La-Li/M-D ratio

Table 4. Measurement data of primary central incisor crowns

Crown	Size	Code	M-D (mm)	La-Li (mm)	CL (mm)	CL-M (mm)	CL-D (mm)	CL-La (mm)	CL-Li (mm)	La-Limid (mm)	crown shape ratio
Group 1 - Outer Surface											
ZrCr	1	Zr 1oc	6.62 ± 0.03	5.63 ± 0.03	5.72 ± 0.03	4.93 ± 0.06	4.85 ± 0.05	5.79 ± 0.22	5.71 ± 0.15	4.43 ± 0.12	0.85 ± 0.00
SSCr	2	SS 2oc	6.75 ± 0.00	4.58 ± 0.02	6.03 ± 0.01	4.93 ± 0.03	5.01 ± 0.02	6.05 ± 0.05	6.01 ± 0.06	3.73 ± 0.03	0.68 ± 0.00
CellCr	2	Cl 2c	6.36 ± 0.03	4.58 ± 0.00	5.59 ± 0.01	4.84 ± 0.01	4.69 ± 0.05	5.42 ± 0.03	5.76 ± 0.01	3.43 ± 0.01	0.72 ± 0.00
Group 1 - Inner surface											
ZrCr	1	Zr 1ic	5.44 ± 0.06	4.51 ± 0.05	4.96 ± 0.03	3.86 ± 0.18	4.01 ± 0.08	4.75 ± 0.13	5.11 ± 0.15	3.55 ± 0.07	0.83 ± 0.02
SSCr	2	SS 2ic	6.47 ± 0.01	4.31 ± 0.05	5.98 ± 0.02	4.74 ± 0.01	4.80 ± 0.09	6.11 ± 0.09	5.85 ± 0.13	3.47 ± 0.01	0.67 ± 0.01
Group 2 - Outer surface											
ZrCr	2	Zr 2oc	6.95 ± 0.02	5.91 ± 0.03	6.23 ± 0.00	5.07 ± 0.04	5.17 ± 0.06	6.07 ± 0.02	6.33 ± 0.04	4.58 ± 0.12	0.85 ± 0.01
SSCr	3	SS 3oc	7.14 ± 0.01	4.89 ± 0.01	6.34 ± 0.03	5.23 ± 0.03	5.40 ± 0.04	6.21 ± 0.03	6.47 ± 0.08	3.85 ± 0.01	0.69 ± 0.00
CellCr	3	Cl 3c	7.05 ± 0.00	5.26 ± 0.02	6.33 ± 0.00	5.43 ± 0.02	5.66 ± 0.01	6.26 ± 0.05	6.41 ± 0.06	3.98 ± 0.03	0.75 ± 0.00
Group 2 - Inner surface											
ZrCr	2	Zr 2ic	5.61 ± 0.02	4.79 ± 0.00	4.94 ± 0.01	4.14 ± 0.04	3.95 ± 0.04	4.78 ± 0.01	5.11 ± 0.02	3.68 ± 0.01	0.85 ± 0.00
SSCr	3	SS 3ic	6.87 ± 0.00	4.67 ± 0.01	6.20 ± 0.03	5.03 ± 0.03	5.33 ± 0.03	6.15 ± 0.04	6.26 ± 0.09	3.66 ± 0.06	0.68 ± 0.00
Group 3 - Outer surface											
ZrCr	3	Zr 3oc	7.33 ± 0.03	6.19 ± 0.01	6.58 ± 0.01	5.54 ± 0.03	5.45 ± 0.05	6.45 ± 0.05	6.70 ± 0.03	4.86 ± 0.06	0.84 ± 0.00
SSCr	4	SS 4oc	7.46 ± 0.00	5.07 ± 0.02	6.36 ± 0.01	5.78 ± 0.02	5.31 ± 0.02	6.39 ± 0.03	6.32 ± 0.04	3.93 ± 0.03	0.68 ± 0.00
CellCr	4	Cl 4c	7.76 ± 0.00	5.57 ± 0.01	6.83 ± 0.01	6.11 ± 0.00	5.91 ± 0.02	6.63 ± 0.03	7.03 ± 0.02	4.21 ± 0.01	0.72 ± 0.00
Group 3 - Inner surface											
ZrCr	3	Zr 3ic	5.89 ± 0.04	4.99 ± 0.03	5.34 ± 0.02	4.21 ± 0.03	4.38 ± 0.02	5.14 ± 0.02	5.53 ± 0.04	3.87 ± 0.07	0.85 ± 0.01
SSCr	4	SS 4ic	7.15 ± 0.00	4.79 ± 0.01	6.18 ± 0.05	5.49 ± 0.03	5.19 ± 0.01	6.20 ± 0.09	6.14 ± 0.05	3.68 ± 0.02	0.67 ± 0.00

Values are mean ± standard deviation.

Table 5. Measurement data of primary lateral incisor crowns

Crown	Size	Code	M-D (mm)	La-Li (mm)	CL (mm)	CL-M (mm)	CL-D (mm)	CL-La (mm)	CL-Li (mm)	La-Limid (mm)	crown shape ratio
Group 1 - Outer Surface											
ZrCr	1	Zr 1ol	5.09 ± 0.01	4.70 ± 0.00	4.90 ± 0.00	3.95 ± 0.02	3.93 ± 0.03	4.83 ± 0.03	4.99 ± 0.02	3.73 ± 0.04	0.92 ± 0.00
SSCr	2	SS 2ol	4.87 ± 0.00	4.20 ± 0.00	4.82 ± 0.04	4.08 ± 0.07	4.02 ± 0.01	4.81 ± 0.01	4.83 ± 0.07	3.36 ± 0.09	0.86 ± 0.00
CellCr	2	Cl 2l	4.84 ± 0.01	4.25 ± 0.01	5.44 ± 0.00	4.66 ± 0.01	4.17 ± 0.01	5.42 ± 0.02	5.46 ± 0.02	3.09 ± 0.04	0.88 ± 0.00
Group 1 - Inner surface											
ZrCr	1	Zr 1il	3.88 ± 0.00	3.74 ± 0.00	3.97 ± 0.02	3.09 ± 0.04	3.32 ± 0.03	3.73 ± 0.02	4.20 ± 0.02	2.69 ± 0.06	0.97 ± 0.00
SSCr	2	SS 2il	4.61 ± 0.00	3.90 ± 0.00	4.76 ± 0.01	4.08 ± 0.04	4.17 ± 0.05	4.69 ± 0.02	4.84 ± 0.02	3.05 ± 0.03	0.85 ± 0.00
Group 2 - Outer surface											
ZrCr	2	Zr 2ol	5.45 ± 0.01	5.03 ± 0.00	5.23 ± 0.05	4.40 ± 0.05	4.34 ± 0.06	5.15 ± 0.03	5.28 ± 0.05	4.07 ± 0.04	0.92 ± 0.00
SSCr	3	SS 3ol	5.30 ± 0.00	4.52 ± 0.02	5.29 ± 0.01	4.67 ± 0.03	4.44 ± 0.05	5.53 ± 0.06	5.04 ± 0.05	3.54 ± 0.06	0.85 ± 0.00
CellCr	3	Cl 3l	5.62 ± 0.01	5.23 ± 0.00	6.20 ± 0.01	5.49 ± 0.05	4.94 ± 0.02	6.24 ± 0.02	6.15 ± 0.01	3.63 ± 0.06	0.93 ± 0.00
Group 2 - Inner surface											
ZrCr	2	Zr 2il	4.25 ± 0.00	4.05 ± 0.00	4.32 ± 0.03	3.49 ± 0.02	3.62 ± 0.03	4.21 ± 0.03	4.42 ± 0.03	2.98 ± 0.03	0.95 ± 0.00
SSCr	3	SS 3il	4.95 ± 0.00	4.22 ± 0.00	5.18 ± 0.00	4.56 ± 0.02	4.50 ± 0.01	5.20 ± 0.00	5.16 ± 0.00	3.26 ± 0.02	0.85 ± 0.00
Group 3 - Outer surface											
ZrCr	3	Zr 3ol	5.79 ± 0.01	5.35 ± 0.01	5.71 ± 0.01	4.55 ± 0.03	4.79 ± 0.04	5.58 ± 0.02	5.85 ± 0.02	4.31 ± 0.07	0.92 ± 0.00
SSCr	4	SS 4ol	5.61 ± 0.00	4.90 ± 0.01	5.74 ± 0.01	4.96 ± 0.06	4.99 ± 0.09	5.86 ± 0.01	5.67 ± 0.08	3.81 ± 0.01	0.87 ± 0.00
CellCr	4	Cl 4l	6.35 ± 0.01	5.62 ± 0.01	6.75 ± 0.03	5.74 ± 0.04	5.20 ± 0.04	6.72 ± 0.03	6.78 ± 0.04	4.10 ± 0.03	0.89 ± 0.00
Group 3 - Inner surface											
ZrCr	3	Zr 3il	4.58 ± 0.00	4.25 ± 0.01	4.61 ± 0.02	3.76 ± 0.00	3.89 ± 0.05	4.45 ± 0.02	4.77 ± 0.05	3.15 ± 0.01	0.93 ± 0.00
SSCr	4	SS 4il	5.36 ± 0.01	4.66 ± 0.00	5.73 ± 0.01	4.87 ± 0.03	4.80 ± 0.02	5.76 ± 0.02	5.70 ± 0.04	3.55 ± 0.03	0.87 ± 0.00

Values are mean ± standard deviation.

Ⅲ . 연구 성적

1. 검사자 내 신뢰도

검사자 내 반복측정의 신뢰도 분석은 급내상관분석 (Intraclass correlation coefficient, ICC)을 이용하여 검정하였다. 검사자 내의 신뢰도를 나타내는 ICC값은 0.996-1.000 ($p < 0.0001$)으로 강한 일치도를 보였다.

2. 유중절치 전장관의 비교

1) 각 측정 항목별 수치

각 유중절치 전장관의 내면과 외면의 측정 결과는 Table 4에 나타내었다. 각각의 표본은 재료, 치수, 내/외면, 중/측절치에 따라 고유 코드를 정하여 표시하였다.

중절치의 외면에서는 ZrCr이 가장 큰 순설 폭경을 나타냈으며 치관의 길이는 군마다 다른 결과를 보였다. 내면에서는 모든 군에서 ZrCr이 SSCr보다 근원심 폭경은 1.03-1.26 mm, 치

Table 6. Difference between stainless steel crown and zirconia crown in inner surface

	Central incisor	Lateral incisor
M-D difference	SSCr > ZrCr by 1.03-1.26 mm	SSCr > ZrCr by 0.70-0.78 mm
La-Li difference	SSCr < ZrCr by 0.11-0.20 mm	SSCr > ZrCr by 0.16-0.41 mm
La-Limid difference	SSCr < ZrCr By 0.02-0.18 mm	SSCr > ZrCr by 0.28-0.40 mm
CL difference	SSCr > ZrCr by 0.84-1.26 mm	SSCr > ZrCr by 0.79-1.12 mm

관의 길이는 각 부위에서 0.75-1.39 mm 차이로 작았다. 내면의 순설 폭경은 La-Li에서 ZrCr이 0.11-0.20 mm 컸으며, La-Limid에서는 3군을 제외하면 두 종류의 전장관이 차이를 보이지 않았다. 내면에서의 두 전장관의 차이는 Table 6에 정리하였다.

2) 중절치 crown shape ratio

중절치 전장관 외면의 crown shape ratio는 ZrCr (0.84-0.85), CellCr (0.70-0.75), SSCr (0.68-0.70) 순으로 나타났으며, 중절치 SSCr과 ZrCr 내면의 crown shape ratio는 SSCr이 0.66-0.70, ZrCr이 0.83-0.85이었다(Fig. 3).

3. 유측절치 전장관의 비교

1) 각 측정 항목별 수치

각 유측절치 전장관의 내면과 외면의 측정 결과는 Table 5에 나타내었다. 중절치와 마찬가지로 재료, 치수, 내/외면, 중/측절치에 따라 고유코드를 정하여 표시하였다.

측절치 외면에서의 La-Li, La-Limid 수치는 1군에서 ZrCr이 가장 컸다. 2, 3군에서 La-Li값은 CellCr이 가장 컸으나 La-Limid는 ZrCr이 가장 컸다. 치관 길이는 CellCr이 가장 길었으나 ZrCr과 SSCr에서는 군 별로 일관된 결과가 나오지 않았다.

내면에서는 ZrCr이 SSCr 보다 치관의 길이는 부위별로 0.63-1.31 mm 짧았으며 근원심 길이는 0.70-0.78 mm 짧았다. 내면의 La-Li값은 0.16-0.41 mm, La-Limid값은 0.28-0.40 mm 차이로 ZrCr이 SSCr 보다 작게 나타났다. 측정된 내면에서의 차이는 Table 6에 정리하였다.

2) 측절치 crown shape ratio

측절치 전장관의 crown shape ratio는 중절치보다 큰 값을 나타냈고 외면에서 ZrCr (0.92-0.92), CellCr (0.88-0.93), SSCr (0.85-0.87) 순이었으며, 내면에서는 SSCr이 0.85-0.87, ZrCr이 0.93-0.97이었다(Fig. 4).

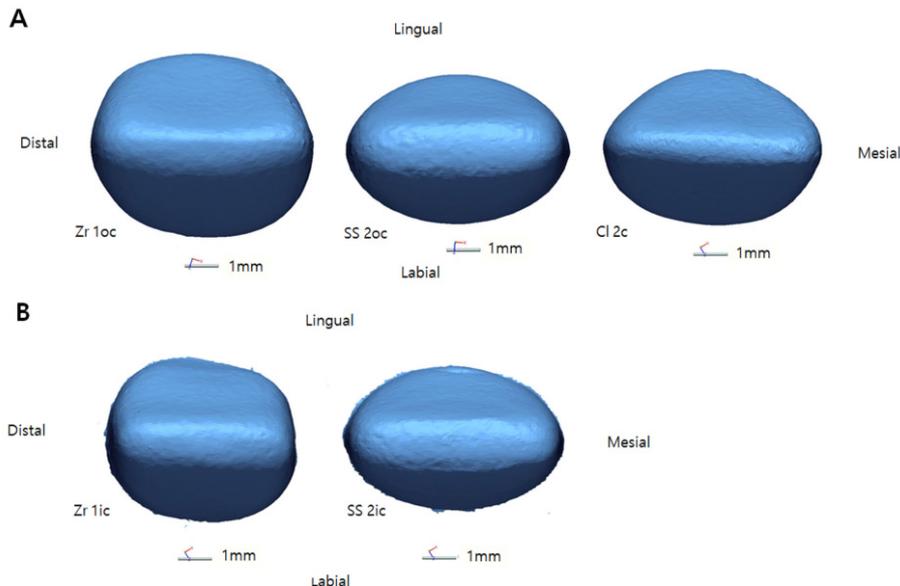


Fig. 3. Incisal view of central incisor group 1. Scanned models show incisal view of each crown materials. A Outer surface. Crown shape ratios of outer surfaces were the largest in zirconia crowns followed by celluloid strip crowns and stainless steel crowns. B Inner surface. Crown shape ratios of inner surfaces were larger in zirconia crowns than stainless steel crowns.

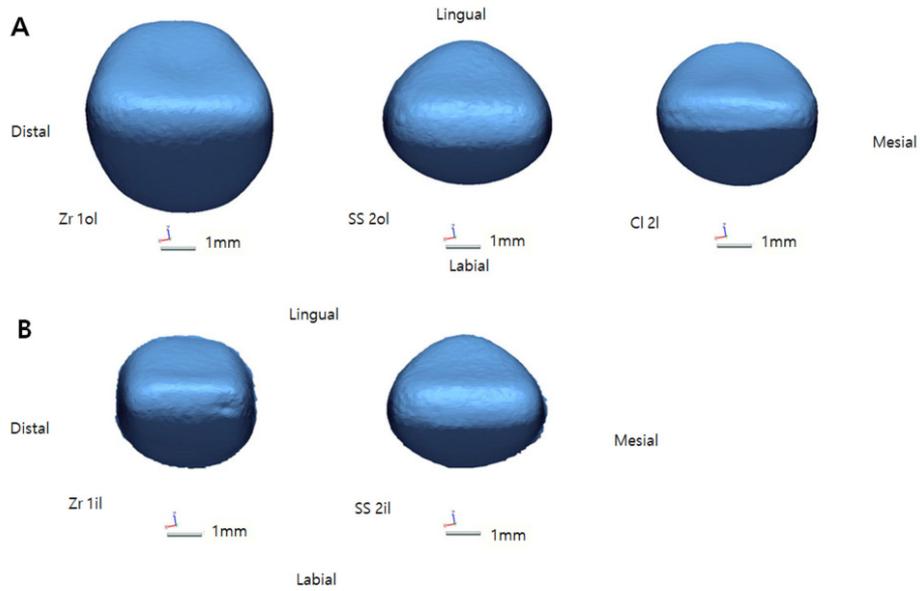


Fig. 4. Incisal view of lateral incisor group 1. Scanned models show incisal view of each crown materials. A Outer surface. Crown shape ratios of outer surfaces were the largest in zirconia crowns followed by celluloid strip crowns and stainless steel crowns. B Inner surface. Crown shape ratios of inner surfaces were larger in zirconia crowns than stainless steel crowns.

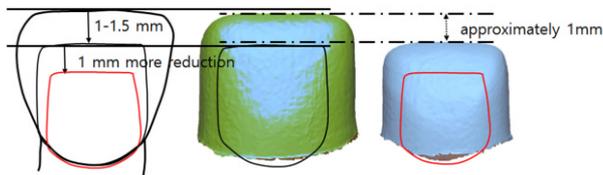


Fig. 5. SSCr needs 1.0-1.5 mm incisal reduction for crown fitting, and crown length of inner surface of ZrCr is approximately 1mm shorter than that of SSCr. assuming there is no crown scissoring on SSCr and all crowns are restored on original incisal position, 1mm more incisal reduction may be needed for ZrCr than SSCr.

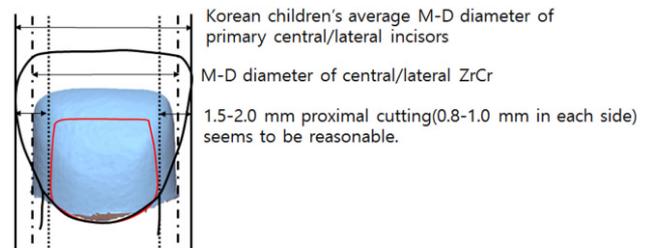


Fig. 6. Schematic illustration of primary incisor, inner surface of zirconia crown and crown preparation for zirconia crown. Korean children's average M-D diameter of primary central/lateral incisors (male 6.69 ± 0.33 mm, female 6.62 ± 0.42 mm) is similar to size 1 ZrCr (outer surface 6.62 ± 0.03 , inner surface 5.44 ± 0.06). And Korean children's average M-D diameter lateral incisors (male 5.50 ± 0.28 mm, female 5.44 ± 0.31 mm) is similar to size 2 ZrCr (outer surface 5.45 ± 0.01 , inner surface 4.25 ± 0.00).

The difference between M-D size of central/lateral incisors and inner surface of ZrCr is approximately 1.2-1.3 mm. For Crown fitting, 1.5-2.0 mm proximal cutting seems to be reasonable.

Table 7. Preparation recommendation for zirconia crown

	Central incisor	Lateral incisor
incisal	2.5-3.0 mm	2.5-3.0 mm
proximal	1.5-2.0 mm	1.5-2.0 mm
labial	0.8-1.0 mm per each side	0.8-1.0 mm per each side
lingual	0.5-1.0 mm	0.5-1.0 mm
subgingival	Cut cingulum parallel to long axis	Cut cingulum parallel to long axis
		0.5 mm surface reduction
	Form feather margin	Form feather margin
	2 mm subgingival	2 mm subgingival

Ⅳ. 총괄 및 고찰

치과용 지르코니아의 성분은 yttrium-oxide-partially stabilized zirconia (Y-TZP)이다⁴⁾. Y-TZP는 심미적이고 생체적합성 높은 재료로써 물리적 성질이 스테인리스 스틸과 비슷하여 metal ceramic이라고 불리며 성인 보철에서 과거에는 금속을 사용해야만 했던 고정성 부분 의치, 구치부 전장관 등의 영역에서 금속의 자리를 대체하고 있다^{5,6)}.

그러나 ZrCr은 취성 재료로 형태와 변연조절이 불가능하여 치아에 적용 시 수동적으로 접합하여야 하는 단점이 있다. CellCr 수복을 위한 치아삭제 방법은 절단면 1.0-1.5 mm, 근원심면 1.0-1.5 mm, 순설면을 각각 0.5 mm 삭제하는 것이며, OFCr과 RVCr의 경우에는 절단면은 1.5-2.0 mm, 근원심면은 전장관이 들어가되 선반(ledge)이 생기지 않도록, 순면은 0.5-1 mm, 설면은 설면결절만 치축에 평행하게 삭제하는 것이다⁷⁾. ZrCr 수복을 위해 제조사가 제시한 치아 삭제법은 절단면 2 mm, 측면에서 전장관이 수동적으로 들어갈 정도로 치아의 둘레를 0.5-1.25 mm의 두께로 치질의 20%를 삭제하고 치은 연하 2 mm에 feather edge margin을 형성하는 것이다⁸⁾. 이는 다른 전장관들에 비해 삭제 부위와 범위가 모호하여 과도한 치아삭제를 일으켜, 결과적으로 잔존 치아구조를 약화시킬 수 있다. 이를 보완하기 위하여 본 연구에서는 ZrCr의 크기와 형태를 다른 전장관들과 비교하여 기존 제시된 ZrCr을 위한 치아 삭제 방법을 더 구체화시키고자 하였다.

기존에는 치아와 전장관의 폭경을 계측하기 위하여 캘리퍼를 이용한 Moorrees 등⁹⁾의 방법이 가장 널리 사용되었다. 그러나 이 방법은 캘리퍼를 항상 동일하게 위치시키기 어려워 반복 측정 시, 서로 다른 계측자 간의 재현성이 떨어진다. 또한 모델 상에서 치아를 계측할 때 접촉점을 재현하기 어렵다^{10,11)}.

3차원 스캐너를 이용하여 치아 및 전장관 형태를 연구하는 것은 몇 가지 장점을 가진다. 작은 크기의 표본을 모니터 상에서 크게 확대하여 관찰할 수 있고, 측정을 위한 기준 점, 선, 평면을 세밀하게 설정하여 정확성과 재현성을 높일 수 있다. 본 연구의 측정치의 재현성 검사를 위해 시행한 급내 상관 계수 분석에서도 충분한 신뢰도를 나타내었다. 또한 캘리퍼 측정과는 달리 각도, 면적, 부피까지 계산할 수 있으며, 특정 평면이 표본을 지나는 단면을 추출해 낼 수 있다. 그뿐만 아니라, 서로 유사한 형태의 표본을 중첩할 수 있고, 프로그램상에서 표본을 3차원적으로 회전시켜 다각도에서 형태를 평가할 수 있다¹⁰⁾.

본 연구에 사용한 3차원 스캐너는 보철물 제작 용도로 출시되었으며 제조사가 제시한 정확도는 7 μ m (ISO 기준)이다¹²⁾. Sousa 등¹³⁾은 3차원 스캐너의 재현성과 정확성을 알아보기 위한 실험에서 디지털 모델의 길이와 폭 등의 선형 측정 수치는 정확하며 재현성 있음을 밝혔다.

그러나 3차원 디지털 계측에 필요한 장비와 소프트웨어는 사용하는 데에 상대적으로 비용이 많이 든다. 또한 광학식 스캐너 사용 시 광택이 있는 물체는 빛의 난반사를 일으키기 때문에 정확한 스캔을 위해 도포제가 필요하다는 단점이 있다. 본 연구에

서 사용한 장비는 적색 레이저를 이용한 광학식 스캐너로 물체의 표면 상태, 질감, 색에 의해 스캔 품질이 달라질 수 있다¹⁴⁾.

백 등¹⁵⁾이 발표한 자료에 의하면 한국 아동들(평균연령 4.5세)의 유중절치의 평균 근원심 길이는 남아에서 6.69 \pm 0.33 mm, 여아에서 6.62 \pm 0.42 mm 이었으며, 유측절치의 경우 남아에서 5.50 \pm 0.28 mm, 여아에서 5.44 \pm 0.31 mm 이었다. 이에 따르면 근원심 폭경이 한국인 아동의 평균치와 가장 가까운 유중절치 전장관은 ZrCr 1번과 SSCr 2번이며 유측절치 전장관은 ZrCr 2번과 SSCr 4번이다.

ZrCr과 SSCr의 크기 차이와 이에 따른 권장 치아 삭제량은 Fig. 5, 6, Table 7에 나타내었다. 중절치와 측절치 ZrCr과 SSCr의 치관의 길이는 외면에서 차이가 크지 않았으나 내면에서 1 mm 전후 차이를 보였고 이는 ZrCr이 SSCr보다 절단면 두께가 그만큼 두껍다는 것을 뜻한다. 그러므로 원래 치아의 절단연을 재현하여 같은 높이로 수복한다고 가정하면 ZrCr은 SSCr에 비해 절단면 삭제가 1 mm 정도 더 요구된다. 즉 ZrCr을 위한 절단면 삭제량은 2.5-3 mm가 될 것으로 유추할 수 있다 (Fig. 5).

내면의 근원심 폭경은 ZrCr이 SSCr 보다 중절치에서 1.03-1.26 mm, 측절치에서 0.70-0.78 mm 작았다. 또한 ZrCr의 내면은 언더컷이 없으며 최대응용부는 치경부에 있다. 그러므로 ZrCr의 치경부에서 이 수치 차이만큼의 추가적인 근원심 삭제가 필요하다.

그러나 SSCr의 치아 삭제 방법에서는 인접면 삭제량을 구체적으로 제시하고 있지 않기 때문에 ZrCr의 인접면 삭제량을 구하기 위해서 우리나라 아동의 근원심 평균치와 ZrCr 내면의 근원심 수치를 비교하는 것이 더 합리적인 것이다. 한국 아동의 평균치와 가장 비슷한 크기의 ZrCr은 중절치의 경우 1번이며 측절치의 경우 2번이다. 이들 전장관의 내면과 한국 아동의 평균치와의 차이는 중절치와 측절치 모두 약 1.2 mm이다. 그러므로 ZrCr 수복을 위한 치아 삭제시 인접면 삭제량은 1.5-2.0 mm가 적절할 것이며 이는 근원심에서 각각 0.8-1.0 mm 삭제함으로써 얻을 수 있다(Fig. 6).

내면의 순설경을 비교했을 때 ZrCr은 SSCr보다 중절치에서 La-Li 값이 0.11-0.20 mm 컸으며, La-Limid는 3군을 제외하면 두 종류의 전장관이 차이가 없었다. 측절치에서는 ZrCr이 SSCr에 비해 La-Li값은 0.16-0.41 mm, La-Limid값은 0.28-0.40 mm 작았다. 이를 통하여 볼 때 중절치 ZrCr의 순설 삭제량은 치관의 middle 1/3에서는 SSCr과 비슷하고 치경부에서는 더 적다. 측절치 ZrCr의 순설 삭제량은 SSCr 보다 0.3-0.4 mm 더 필요하다. 그러므로 ZrCr의 순설 삭제는 순면에서 0.5-1.0 mm, 설면에서 설면결절을 치축과 평행하게 다듬은 후 측절치에서만 0.5 mm 추가 삭제할 것을 제안한다. 이후 제조사의 지시대로 치은 연하 2 mm에 feather margin을 형성한다.

Crown shape ratio는 치관의 협설 길이를 근원심 길이로 나눈 값으로 치관을 절단면에서 바라보았을 때의 형태를 나타내며 이 값이 작아질수록 치아는 순설면으로 납작한 형태를 띤다^{10,16)}.

백 등¹⁵⁾이 한국 아동을 대상으로 측정한 결과를 토대로 구한 crown shape ratio는 남아에서 중절치 0.75, 측절치 0.89, 여아에서 중절치 0.74, 측절치 0.88이었다. 외면에서 한국 아동의 중절치의 crown shape ratio는 기성 전장관 중에서 CellCr 3번(0.75)과 가장 유사하고 전장관의 종류로 보았을 때는 CellCr (0.71-0.75)과 가장 유사하다. 한국 아동의 측절치의 crown shape ratio는 CellCr 1번(0.89)과 가장 유사하였고 전장관의 종류로 보았을 때는 CellCr (0.85-0.87)과 가장 유사하였으나 예외적으로 CellCr 3번(0.93)이 전장관 중 가장 큰 값을 나타냈다.

내면의 crown shape ratio는 중절치에서 SSCr (0.66-0.70), ZrCr (0.83-0.85), 측절치에서 SSCr (0.85-0.87), ZrCr (0.93-0.97)이었다. 중절치 및 측절치 SSCr 내면의 crown shape ratio는 한국 아동의 평균치보다 작았고, 이는 근원심 장경을 기준으로 전장관을 선택하여 수복할 시 치아의 근원심부위 보다는 순설부위를 중점적으로 삭제해야 한다는 것을 의미한다. 반대로 ZrCr 내면의 crown shape ratio는, 중절치와 측절치 모두 한국 아동들에서의 평균치보다 컸다. 이는 치아 근원심 장경을 기준으로 전장관을 선택 후 치아를 삭제할 때 순설부위보다 근원심부위를 삭제해야 한다는 것을 의미한다.

유치의 법랑질과 상아질의 두께는 각각 약 1 mm로 영구치의 1/2 정도이다. 맹출 직후 유치의 치수강은 크고 치관의 외형을 따르지만 수복 상아질의 형성 속도가 영구치보다 빠르며 형성량도 많다⁷⁾. 그러므로 개개인의 치수강의 형태와 치질의 두께는 개인차가 크며 이는 술전 방사선사진을 촬영하여 평가하여야 한다¹⁷⁾. ZrCr 제조사에서 제시한 치아 삭제 방법은 절단면 삭제 2 mm로 유전치의 치수가 노출될 가능성이 높으나 수복상아질이 충분한 경우 치수치료가 필수적이지 않을 수 있다. 다만, 본 연구에서는 절단면 삭제 2.5-3 mm를 권장하므로 치수치료 가능성은 매우 높을 것으로 예상된다.

본 연구에 사용한 ZrCr은 한국 아동의 치아 형태에 비해 외면에서 순설로 풍용하여 수복 시 하악 치아와의 교합간섭을 일으킬 가능성이 있다. 또한 내면에서 근원심 폭경이 좁고 절단면이 두꺼워 상대적으로 많은 근원심, 절단면측 공간을 요한다. 이는 치수치료 가능성 증가, 치아 구조 약화라는 결과를 야기한다. 이를 개선하기 위해서 재료의 강도가 허용하는 한도에서 전장관의 두께를 줄여 내면의 근원심, 절단면측 공간을 증가시키고 외면의 순설경을 감소시키려는 시도가 필요할 것으로 생각된다.

본 연구는 몇 가지 한계점이 있다. 본 연구에서 설정한 절단면은 스캔된 전장관의 이미지에서 측정자가 절단면이라고 생각되는 곡면 부분에 여러 점을 찍어 그 평균치 직선을 구한 것이다. 이 방법은 기존의 캘리퍼 측정에 비해 정확하지만 측정자가 여러 명일 경우 측정자간 차이가 나타날 수 있다. 이에 대한 신뢰성 확보를 위해 여러 측정자 간의 급내 상관 계수 분석을 시행하는 추가적인 실험이 필요하다.

기존의 치아 삭제 매뉴얼은 ZrCr의 경우 치은 연하 2 mm에 변연을 형성하여 전장관을 삽입할 것을 권장하였고, CellCr과

SSCr은 치은 연하 1 mm까지 전장관이 위치되도록 전장관의 길이를 잘라낼 것을 권장하고 있으나, 본 논문에서는 수복 시 전장관의 변연 삭제량과 변연의 위치에 대하여 고려하지 않았다^{7,8)}. 향후 이 부분에 대한 추가적인 연구가 필요할 것이다. 또한 본 연구에서 제안한 ZrCr 전장관을 위한 치아 삭제량을 임상에 보편적으로 적용하기 위해서는 실제 치아 모형 삭제 실험을 통한 검증과 보완이 필수적으로 이루어져야 한다.

V. 결 론

지금까지의 내용을 종합해 보았을 때 ZrCr 수복을 위한 치아 삭제는 절단면에서 2.5-3.0 mm, 인접면에서 1.5-2.0 mm, 측근원심에서 각각 0.8-1.0 mm를 삭제하고 순면에서 0.5-1.0 mm, 설면에서 설면결절을 치측과 평행하게 다듬은 후 측절치에서만 0.5 mm 추가 삭제할 것으로 제안할 수 있다. 이후 제조사의 지시대로 치은연하 2 mm에 feather margin을 형성한다 (Table 7).

한국 아동들의 평균 crown shape ratio와 비교했을 때 가장 유사한 수치를 나타낸 전장관은 CellCr이었다. ZrCr은 순설 방향으로 더 풍용하고 근원심 방향으로 좁으므로 치아 삭제 시 상대적으로 근원심 삭제가 많이 필요하며, 순설 삭제는 상대적으로 적다.

References

- Oueis H, Atwan S, Pajtas B, Casamassimo PS : Use of anterior veneered stainless steel crowns by pediatric dentists. *Pediatr Dent*, 32:413-416, 2010.
- Ram D, Fuks AB : Clinical performance of resin-bonded composite strip crowns in primary incisors: a retrospective study. *Int J Paediatr Dent*, 16:49-54, 2006.
- Waggoner WF : Restoring Primary Anterior Teeth: Updated for 2014. *Pediatr Dent*, 37:163-85, 2015.
- Karaca S, Ozbay G, Kargul B : Primary zirconia crown restorations for children with early childhood caries. *Acta Stomatol Croat*, 47:64-71, 2013.
- Miyazaki T, Nakamura T, Kobayashi T, et al. : Current status of zirconia restoration. *J Prosthodont Res*, 57:236-261, 2013.
- Anunmana C, Charoenchitt M, Asvanund C : Gap comparison between single crown and three-unit bridge zirconia substructures. *J Adv Prosthodont*, 6: 253-258, 2014.
- Korean Acad Pediatr Dent : Dentistry for the child and adolescent, 5th ed., YENANG INC, Seoul, 84, 389-392, 2014.
- Technical Guide Instructions for Use and General

- Information. Available from URL: http://www.nus-milecrowns.com/pdf/IFU-05_ZRTechnicalGuideEng.pdf (Accessed on July 10, 2015).
9. Moorrees CF, Thomen SO, Jensen E, Yen PKJ : Mesiodistal crown diameters of deciduous and permanent teeth. *J Dent Res*, 36:39-47, 1957.
 10. Lee JH, Hyun HK : Morphology of stainless steel crowns for the first primary molar using three-dimensional scanner. Seoul National University, 2013.
 11. Lee JB, Kim CC, Hahn SH, Lee SH : A morphometric study of the maxillary primary first molars using three-dimensional scanner. *Korean Acad Pediatr Dent*, 33:643-652, 2006.
 12. Scanners overview. Available from URL: <http://www.3shapedental.com/restoration/dental-lab/lab-scanners/d800/> (Accessed on October 20, 2015).
 13. Sousa MV, Vasconcelos EC, Pinzan A, *et al.* : Accuracy and reproducibility of 3-dimensional digital model measurements. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 142:269-73, 2012.
 14. Lee GT, Kim JH : Accuracy of digitized dental model made from white light scanner according to different scanning method. Korea University, 2013
 15. Baik BJ, Jeon SH, Kim JG, Kim YS : A study on the size of the deciduous teeth. *J Korean Acad Pediatr Dent*, 29:382-388, 2002.
 16. Han EO, Lee JH, Kim S, Jeong TS : A morphometric study on the preformed stainless steel crowns of some brands. *J Korean Acad Pediatr Dent*, 39:145-152, 2012.
 17. Dean JA, Avery DR, McDonald RE : McDonald and Avery's Dentistry for the Child and adolescent, 9th ed., Elsevier Inc., Missouri, 46, 2010.

국문초록

상악 유절치 지르코니아 전장관 수복을 위한 3차원 분석

이정민 · 이효설 · 남옥형 · 김미선 · 최성철

경희대학교 치의학전문대학원 소아치과학교실

본 연구는 전치부 지르코니아 전장관을 위한 적정 치아 삭제량을 조사하기 위해 3차원 스캐너를 이용, 지르코니아와 다른 유치 전장관들의 크기와 형태를 분석하였다.

상악 좌측 유중절치, 유측절치 지르코니아 전장관과 금속관의 내/외면, 레진관의 외면을 스캔하여, 근원심경이 유사한 세 종류의 전장관을 한 군으로 만들어 분석하였다.

외면에서 모든 중절치, 1번 측절치 지르코니아 전장관이 같은 군의 전장관 중 가장 큰 순설경을 나타냈다.

내면에서 지르코니아 전장관은 금속관에 비해 근원심경 0.7-1.0 mm, 치관길이는 1 mm 가량 작았으며, 순설경은 중절치에서는 더 컸으나 측절치에서는 더 작았다.

비교결과, 지르코니아 전장관은 절단면 2.5-3.0mm, 근원심 1.5-2 mm, 순면 0.5-1 mm, 설면결절을 장축에 평행하게 삭제 후 측절치에서만 0.5 mm 설면삭제를 시행하는 것을 제안할 수 있다.

주요어: 지르코니아 전장관, 유전치, 치아삭제, 3차원