creative commons

COMMONS DEED

저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:

저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.

변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 이용허락규약(Legal Code)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

Disclaimer

dCollection

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

[UCI]I804:24011-200000266811

2018년 2월
박사학위논문

한국인 치아모델에 기초한 유전치 기성 지르코니아 크라운의 형태계측학적 연구

조선대학교 대학원

치 의 학 과

박 정 하

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

한국인 치아모델에 기초한 유전치 기성 지르코니아 크라운의 형태계측학적 연구

Morphometric study of primary anterior prefabricated zirconia crowns based on Korean tooth model

2018년 2월 23일

조선대학교 대학원

치 의 학 과

박 정 하

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

한국인 치아모델에 기초한 유전치 기성 지르코니아 크라운의 형태계측학적 연구

지도교수 이 상 호

이 논문을 치의학 박사학위신청 논문으로 제출함

2017년 10월

조선대학교 대학원

치 의 학 과

박 정 하

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

박정하의 박사학위논문을 인준함

위원장 전북대학교 교 수 김 재 곤 (인)

위 원 조선대학교 교 수 김 명 수 (인)

위 원 조선대학교 교 수 임 성 훈 (인)

위 원 조선대학교 교 수 이 난 영 (인)

위 원 조선대학교 교 수 이 상 호 (인)

2017년 12월

조선대학교 대학원

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

목 차

영문초록 ····· v

Ⅰ. 서 론 ····· 1

Ⅱ. 연구 재료 및 방법 ····· 3

Ⅲ. 연구 결과 ····· 12

Ⅳ. 총괄 및 고찰 ····· 29

Ⅴ. 결 론 ····· 34

참고문헌 ····· 35

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

표 목 차

Table 1. Prefabricated primary anterior zirconia crowns used in this study ····· 3

Table 2. Reference points, vector and planes of natural primary teeth ····· 6

Table 3. Assessment criteria for similarity between primary anterior teeth and zirconia crown ····· 8

Table 4. Measurement data of the mean maxillary primary central and lateral incisors in this study ····· 13

Table 5. Measurement data of maxillary primary central & lateral teeth and primary anterior zirconia crown by each manufacturers ····· 15

Table 6. Mean mesio-distal length of teeth and zirconia crowns ····· 17

Table 7. Mean incisal edge-cervical length of teeth and zirconia crowns ····· 18

Table 8. Mean crown shape ratio of teeth and zirconia crowns ····· 19

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Table 9. Distance between same coordinate of tooth and zirconia crown in labial and palatal surfaces ····· 20

Table 10. Radius of curvature of labial surface of tooth and zirconia crown ····· 23

Table 11. Volume of teeth and zirconia crowns ····· 25

Table 12. Scores of similarity between maxillary primary anterior teeth and zirconia crowns ····· 25

Table 13. Comparison of the amount of tooth reduction between manufacturers and this study ····· 27

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

도 목 차

Fig. 1. Schematic illustration of the experimental procedure. ····· 5

Fig. 2. Reference points, vector, planes of natural primary teeth. ····· 7

Fig. 3. Coordinates of labial and palatal surface of maxillary primary central and lateral teeth. ····· 7

Fig. 4. Assessment criteria for similarity between primary anterior teeth and zirconia crown. ····· 9

Fig. 5. Evaluation of required amount of tooth reduction for restoration of the zirconia crown. ····· 10

Fig. 6. Mean shape of maxillary primary central and lateral incisors in this study. ····· 13

Fig. 7. Mean amount of tooth reduction for restoration of zirconia crown. A dotted line means the inner surface of choosed zirconia crown in this study. ····· 28

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Abstract

Morphometric study of primary anterior prefabricated zirconia crowns based on Korean tooth model

Park, Jung-Ha, D.D.S
Advisor : Prof. Lee, Sang-Ho, D.D.S., Ph.D.
Department of Dentistry
Graduate School of Chosun University

The purpose of this study was to provide clinical recommendations for restoration with selection of the most similar zirconia crown by 3-dimensional analysis of the shape of the maxillary primary central and lateral incisors in Korean individuals and prefabricated zirconia crowns.

The average shape of the sound maxillary primary central and lateral incisors in 300 children was reproduced by 3-dimensional scanning. Zirconia crowns of 4 manufacturers (NuSmile ZR® Crown, Cheng Crowns®, Kinder Krowns®, and EZ Pedo® Crown) were scanned 3-dimensionally, and coordinates for comparison of the shape were measured to evaluate the similarity between the teeth and crowns. The most similar crowns were selected by comparing the mesio-distal length, crown height, crown shape ratio, distance between the same coordinates of a tooth and crown, the radius of curvature of the labial

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

surface, and the volume.

As a result of analysis, Cheng Crowns® size 3 and NuSmile ZR® Crown size 2 were the most similar crowns in the maxillary primary central and lateral incisors, respectively. Scanning the inner surface of the crowns and evaluating the amount of tooth reduction required suggested that an overall lesser amount of tooth reduction compared to that presented by the manufacturer's guidelines should be performed.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Ⅰ. 서론

치아우식증에 의하여 심하게 치관이 파괴된 경우이거나 치수치료 후 변색된 유전치, 그리고 형성 이상 등의 경우 유전치의 전장관 수복을 고려할 수 있다[1-3]. 오늘날 유전치의 다양한 전장관 심미수복 방법들이 있으며 각각의 방법들은 기술적, 기능적, 심미적 한계에 기반한 장점 및 단점들을 가진다. 유전치의 대표적인 전장관 수복 중 하나인 개창 금속관(open-faced stainless-steel crown)은 기존의 금속관(stainless-steel crown)보다 심미적인 방법이지만 시술 시간이 길고 여러 재료를 사용한다는 점, 유지력과 내구성을 뒷받침할 수 있는 임상적 데이터가 적다는 단점이 있다[1,4]. 이러한 단점을 극복하고자 레진관(celluloid strip crown)과 레진피복 금속관(resin-veneered stainless-steel crown)이 개발되었지만 레진관은 시술시 적절한 방습이 필요하고 크라운의 잦은 파절 등 낮은 내구성을 보이며 레진 피복 금속관 또한 순면부 복합레진의 파절이 발생할 수 있다는 단점이 있다[5-8].

기성 지르코니아 크라운(zirconia crown)은 그동안의 심미수복방법들의 단점을 극복하기 위한 치료 방법으로써 미국의 EZ Pedo 사에서 처음으로 개발되어 2008년도부터 상업적으로 이용되면서 현재에는 4개의 제조사의 지르코니아 크라운이 널리 사용되고 있다[7]. 이는 다른 유전치 전장관들에 비하여 가장 심미적이면서 높은 강도 및 뛰어난 생체친화성과 변색 저항성을 가지고 있지만[3,9,10], 지르코니아의 취성으로 인하여 형태 및 변연 조절이 어려워 이를 치아에 적용시 수동적 적합을 요하기 때문에 치아삭제량이 많다[5,11]. 따라서 크라운이 실제 치아의 형태, 크기와 유사한 특성을 가질수록 수복 시 유리할 것으로 사료된다.

현재까지 유전치 심미수복을 위한 전장관의 장단점, 수복 방법 등에 관한 연구들이 많이 존재하며 특히 최근들어 유전치 지르코니아 크라운에 관련된 연구들은 많다. 하지만 실제 치아와 지르코니아 크라운의 형태 및 크기를 비교한 연구는 많지

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

않으며 특히 한국인의 유전치의 형태와 비교한 연구는 거의 없는 것으로 사료된다. 또한 현재 세계적으로 4개의 제조사의 지르코니아 크라운이 널리 사용되고 있는데 각 제조사별 지르코니아 크라운의 형태 및 크기를 비교한 연구 또한 많지 않다. 또한 기존에 제조사에서 제시한 지르코니아 크라운 수복 시 필요한 치아삭제량이 많아 결과적으로 잔존 치아구조를 약화시킬 수 있어 이에 대한 보완을 위해 본 연구에서는 한국인의 유전치의 평균모델을 제작하여 지르코니아 크라운 수복시 필요한 치아삭제량을 알아보고자 하였다.

따라서 본 연구에서는 한국인의 상악 유중절치, 유측절치와 각 제조사별 유전치부 지르코니아 크라운의 형태 및 크기를 3차원적으로 비교, 분석함으로써 유전치 지르코니아 크라운 수복에 대한 임상적 지침을 제공하고자 한다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

II. 연구 재료 및 방법

1. 연구 재료

본 연구에서는 우식이나 파절, 수복물이 없는 건전한 상태의 상악 유중절치와 유측절치를 가진 300명의 어린이를 대상으로 인상을 채득하여 3차원 스캔을 하였으며 측정된 유전치의 근원심 길이에 기반하여 4개의 제조사의 크기 1, 2, 3번의 유전치부 지르코니아 크라운을 3차원 스캔하였다. 평가가 이루어진 지르코니아 크라운에 대한 사항은 Table 1에 나타내었다.

Table 1. Prefabricated primary anterior zirconia crowns used in this study

Crown	Manufacturer	Size
NuSmile ZR® Crown	Orthodontic Technologies, Houston, TX, USA	1,2,3
Cheng Crowns®	Peter Cheng Orthodontic Laboratories, Exton, PA, USA	1,2,3
Kinder Krowns®	Mayclin Dental Studios, Minneapolis,MN., USA	1,2,3
EZ Pedo® Crown	EZ-Pedo, El Dorado Hills, CA., USA	1,2,3

2. 연구 방법

1) 유전치 및 지르코니아 크라운의 3차원 스캔

치과 기공용 3차원 스캐너(Identica T500, MEDIT Inc., Korea)를 이용하여 상악 유전치 및 지르코니아 크라운을 스캔하였으며 지르코니아 크라운의 외면 및 내면은 스캔용 도포제(Easy Scan, NABAKEM, Asan, Korea)를 적용한 후 스캔하였다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

이때 사용한 3차원 스캐너의 경우, 제조사가 제시한 정확도는 ISO 기준으로 7 μm 이다. 또한, 지르코니아 크라운의 내면은 실리콘 인상재를 이용하여 내부를 양형으로 복제하여 스캔하였다. 스캔된 지르코니아 크라운의 외면과 내면에서 각 제조사별로 제시되어 있는 수복시 치은연하 마진 길이를 뺀 부분을 분석하였다. 치은연하 마진 길이는 각 제조사별 가이드라인을 기준으로 NuSmile ZR® Crown, Cheng Crowns®, Kinder Krowns®은 1.5mm, EZ Pedo® Crown은 2mm였다.

본 연구에서 재현한 평균 상악 유중절치, 유측절치의 외면과 각 치아별로 선택된 지르코니아 크라운의 내면을 중첩, 비교하여 크라운 수복시 필요한 치아삭제량을 구하였다(Fig. 1).

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

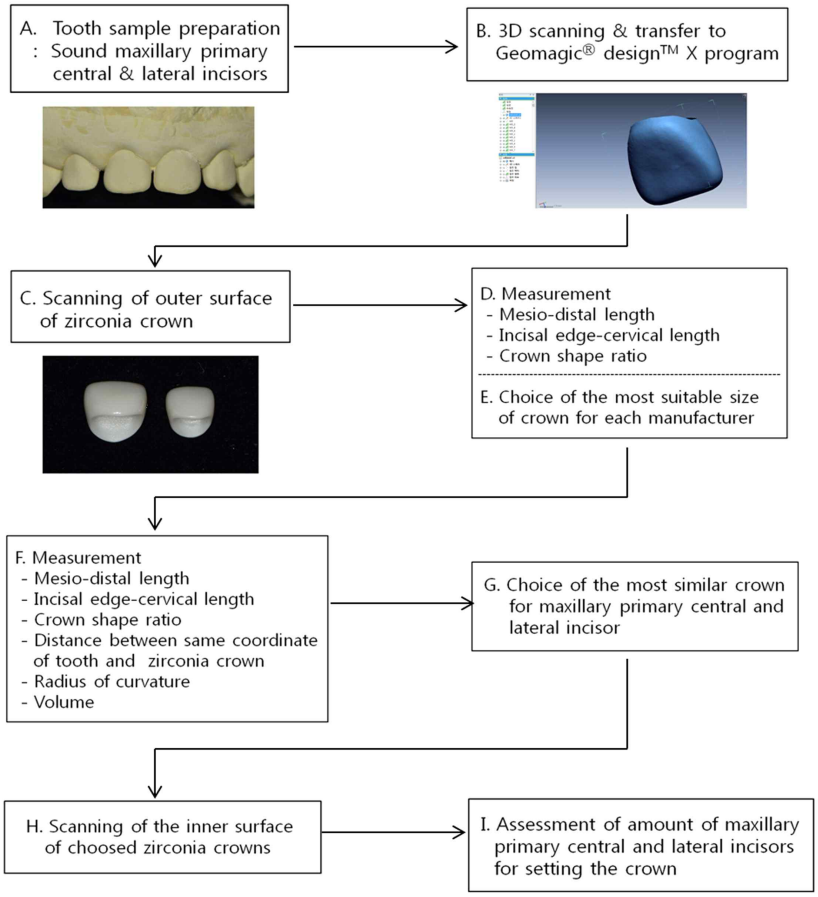


Fig 1. Schematic illustration of the experimental procedure.

2) 상악 유중절치, 유측절치 및 지르코니아 크라운의 계측과 분석

기준점, 벡터, 평면 설정과 이를 이용한 상악 유중절치, 유측절치 및 유전치부 지르코니아 크라운의 순, 구개면의 좌표점 측정은 3차원 역설계 프로그램(Geomagic Design X, 3D Systems, Rock Hill, SC, USA)를 이용하여 시행되었다. 크기와 형태의 비교를 위하여 설정한 기준점, 벡터 및 평면은 Table 2와 Fig. 2에 기술하였다. 각 치아의 순면, 구개면의 최대풍융부 중점과 절단연의 중심을 연결하는 선의 중점을 오리진 포인트, 이를 연결하는 벡터를 오리진 액시스로 설정하였다. 다음으

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

로, 각 치아의 근심면에서 원심면까지, 절단연에서 치경부까지 각각 9개씩 기준 평면을 설정하고 이렇게 설정된 두 평면과 각 치아의 치관 외면의 교점을 측정 좌표점으로 설정하였다(Fig. 3). 측정된 좌표들을 오리진 포인트에 대하여 평행이동 후, MATLAB® 프로그램 (MathWorks Inc., USA)을 이용하여 각 치아들이 일정한 축과 방향을 가지도록 회전, 대칭시킨 후 좌표들의 평균 좌표를 구한 다음, 이를 이용하여 평균 모델을 메쉬 형태로 생성하였다. 좌표점 측정은 2명의 검사자가 동일한 방법으로 한 번씩 계측하였다.

Table 2. Reference points, vector and planes of natural primary teeth

Reference	Definition
Point	
LP middle	The midpoint between the most prominent region of labial and palatal surfaces
Incisor middle	The midpoint of incisor line
Origin point	The midpoint of LP middle and Incisor middle
Vector	
Origin vector	The line connecting LP middle and Incisor middle points
Plane	
MD0	The mesially farthest plane parallel to origin vector
MD8	The distally farthest plane parallel to origin vector
Axis0	The incisally farthest plane perpendicular to origin vector
Axis8	The cervically farthest plane perpendicular to origin vector

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

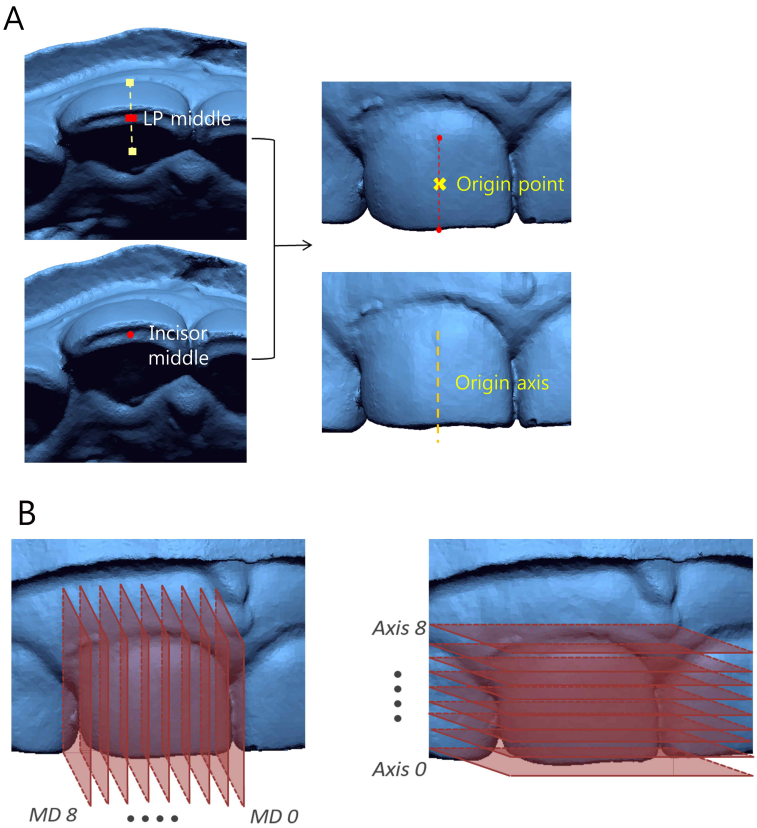


Fig. 2. Reference points, vector, planes of natural primary teeth.

(A) Origin point and vector. (B) Reference planes.

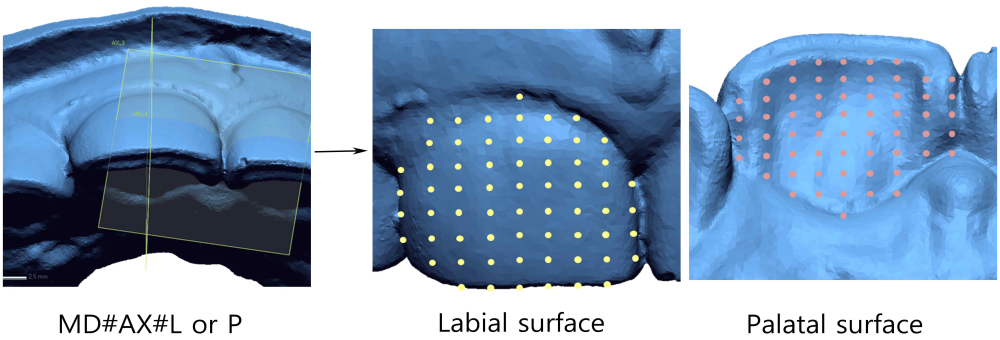


Fig. 3. Coordinates of labial and palatal surface of maxillary primary central and lateral teeth.

(Designation method of coordinate : No.$_{(MD\ plane)}$No.$_{(Axis\ plane)}$Surface$_{(L\ or\ P)}$)

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

3) 유전치와 각 제조사별 지르코니아 크라운의 유사성 비교

스캔된 상악 유중절치, 유측절치와 각 제조사별 기성 지르코니아 크라운의 유사성을 평가하기 위한 척도로써 먼저 근원심 길이, 절단-치경부까지의 길이, 치관 형태 비율을 기준으로 각 제조사별로 가장 적합한 크기의 지르코니아 크라운을 선별한 후 선별된 크라운을 다시 근원심 길이, 절단연 - 치경부까지의 길이, 치관 형태 비율, 같은 좌표에서 치아와 지르코니아 크라운의 거리, 순면의 곡률반경, 그리고 체적을 비교하여 최종적으로 가장 유사한 지르코니아 크라운을 결정하였다(Fig. 4). 이 때, 크라운의 전체적인 크기를 결정짓는 근원심 길이, 절단연 - 치경부까지의 길이, 치관 형태 비율은 각각 25%의 가장 큰 가중치를, 외면의 세부적인 형태를 분석하는 같은 좌표에서 치아와 크라운의 거리 및 순면의 곡률은 10%의 가중치를, 마지막으로 체적은 5%의 가중치를 두고 각 제조사별로 유사한 순서대로 1에서 4점까지 부여하여 최종 합계를 구해 가장 유사한 지르코니아 크라운을 결정하였다. 유사성을 평가하는 항목 및 가중치는 Table 3에 기술하였다.

Table 3. Assessment criteria for similarity between primary anterior teeth and zirconia crown

Similarity criteria	Weight
Mesio-distal length	25
Incisal edge-cervical length	25
Crown shape ratio (Labial-palatal length / Mesio-distal length)	25
Distance between same coordinate of tooth and zirconia crown	10
Radius of curvature of labial surface	10
Volume	5

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

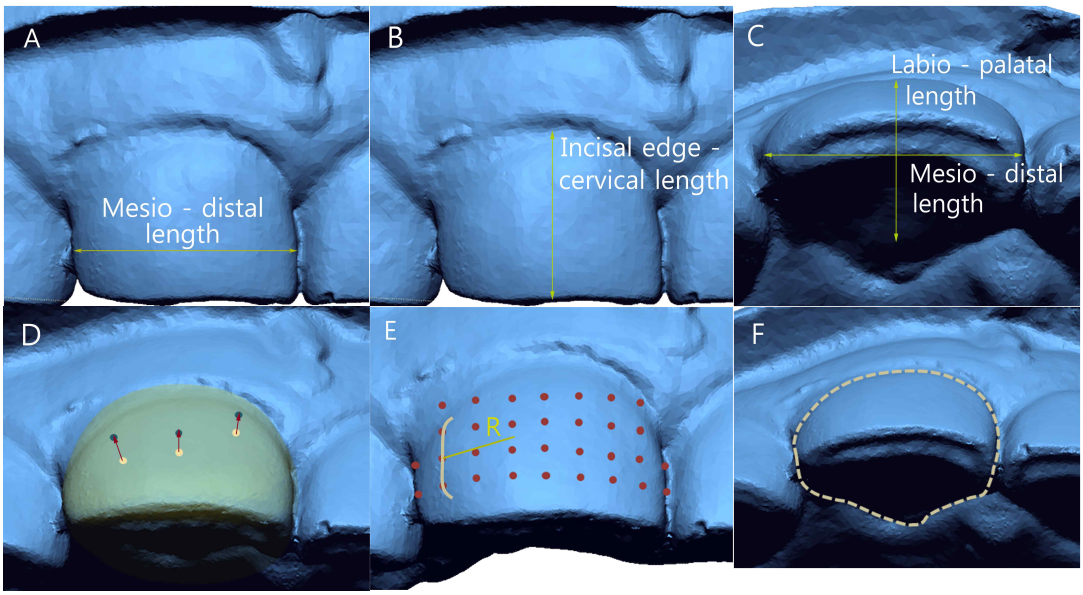


Fig. 4. Assessment criteria for similarity between primary anterior teeth and zirconia crown.

(A) Mesio – distal length.

(B) Incisal edge – cervical length.

(C) Crown shape ratio (Labio – palatal length / Mesio – distal length).

(D) Distance between same coordinate of tooth and zirconia crown.

(E) Radius of curvature.

(F) Volume.

4) 선택된 지르코니아 크라운 수복 시 필요한 치아삭제량 분석

본 연구에서의 상악 유중절치, 유측절치의 평균 모델과 위에서 기술한 방법에 의해 선택된 가장 유사한 지르코니아 크라운의 내면을 비교하여 크라운 수복 시 필요한 치아삭제량을 평가하였다. 치아와 지르코니아 크라운 내면을 Geomagic design X 프로그램 상에서 각각의 오리진 액시스와 치경부 마진 부분을 일치시켜

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

치아와 지르코니아 크라운 내면을 중첩한 다음 각각의 면에 접하는 평면을 만들어 평면사이의 거리를 각 면에서 필요한 치아삭제량으로 평가하였다. 이 때, 본 연구에서 재현한 평균 상악 유중절치, 유측절치의 각 면을 횡방향으로는 근심, 중간, 원심, 종방향으로는 절단, 중간, 치경부 영역으로 구획하여 각 영역의 중앙 및 두 영역의 교차부위의 점에서 각 면에 접하는 평면을 만든 다음, 이 평면과 평행하도록 지르코니아 크라운 내면에 접하는 평면을 만들어 이 두 평면 사이의 거리를 구하는 방법으로 치아삭제량을 평가하였다(Fig. 5).

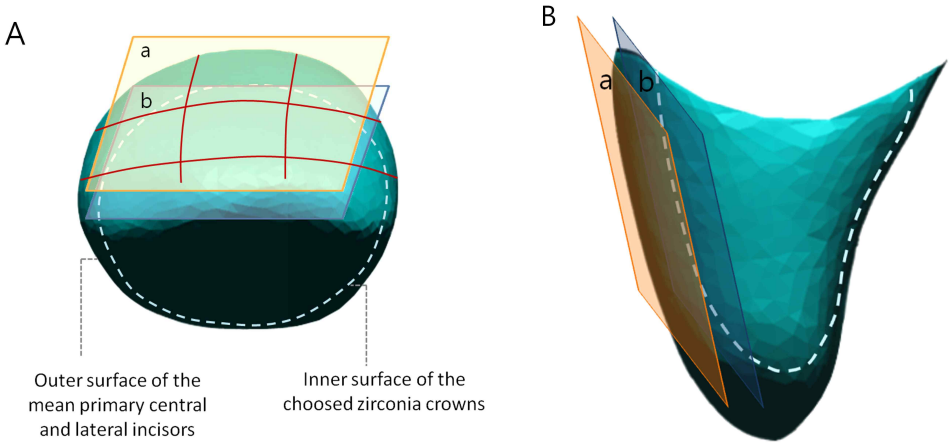


Fig. 5. Evaluation of required amount of tooth reduction for restoration of the zirconia crown.

(A) Occlusal view. (B) Proximal view.

a : a plane tangent to the outside of the tooth.

b : a plane tangent to the inside of the zirconia crown.

5) 통계 분석

조사된 자료를 SPSS 프로그램(version 18.0.0, SPSS, Chicago, IL, USA)을 이용하여 분석 및 통계처리 하였다. 상악 유중절치, 유측절치와 지르코니아 크라운의

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

좌표점 측정은 2명의 검사자가 동일한 방법으로 각 한 번씩 시행하였으며 급내상관분석(Intraclass correlation coefficient, ICC)을 통하여 검사자 간의 반복측정의 신뢰도를 분석하였다. 치아와 지르코니아 크라운의 유사성 평가를 위한 6가지 항목 중 같은 좌표에서 치아와 크라운의 거리차, 순면 곡률의 평균에 대해서는 먼저 ANOVA를 시행하였으며 유의 수준은 0.05로 하였다. 이후 사후검정을 위하여 Bonferroni test를 시행하였으며 유의수준은 각각 0.0083, 0.005로 하였다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

III. 연구 결과

1. 검사자 간 신뢰도

급내상관분석을 시행한 결과 검사자 간의 신뢰도를 나타내는 ICC 값은 0.997 - 0.998 ($p < 0.001$)의 높은 일치도를 보였다.

2. 상악 유중절치, 유측절치의 평균 형태

본 연구에서는 300명의 어린이를 대상으로 우식이나 파절 등의 결함이 없는 건전한 상태의 상악 유중절치, 유측절치를 3차원 스캔하여 치아의 형태를 재현할 수 있는 좌표점을 추출하여 평균 모델을 재현하였다. 본 연구에서 재현한 상악 유중절치, 유측절치 평균 모델의 근원심 길이, 절단연 - 치경부까지의 길이, 치관 형태 비율 및 순면에서 횡방향, 종방향의 곡률반경은 Table 4에 나타내었다. 순면 곡률반경의 경우 횡방향으로는 근심, 중간, 원심 영역으로, 종방향으로는 절단, 중간, 치경부 영역으로 구획하여 각각 구한 값과 전체 평균 곡률반경 값을 나타내었다. 곡률반경의 값이 클수록 더 평평한 평면임을 의미한다. 이렇게 분석된 값을 이용하여 상악 유중절치, 유측절치의 평균 형태를 재현하였다(Fig. 6). 이렇게 재현된 상악 유중절치의 근원심 길이는 6.530 mm, 치관 높이는 5.320 mm였다. 순면 횡방향으로는 중간 영역이 근원심 영역보다 약 1.5배 큰 곡률반경을 보였으며 종방향으로는 중간 영역이 절단, 치경부 영역보다 약 1.6배 큰 곡률반경을 보였다. 상악 유측절치의 경우, 근원심 길이는 5.325 mm, 치관 높이는 4.722 mm였고 순면 횡방향으로는 근심 영역이 중간, 원심 영역보다 약 1.5배 작은 곡률반경을, 종방향으로는 중간 지점이 절단, 치경부 영역보다 약 1.8배 큰 곡률반경을 보였다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Table 4. Measurement data of the mean maxillary primary central and lateral incisors in this study

Criteria / Tooth	Mesio-distal length (mm)	Incisal edge-cervical length (mm)	Crown shape ratio
Central tooth	6.530 ± 0.286	5.320 ± 0.558	0.7492 ± 0.0423
Lateral tooth	5.325 ± 0.221	4.722 ± 0.564	0.8854 ± 0.0383

Criteria / Tooth	Radius of curvature of labial surface (mm)							
	Horizontal				Vertical			
	Mesial	Middle	Distal	Total	Incisal	Middle	Cervical	Total
Central tooth	4.328	6.781	4.242	5.117	7.500	11.282	7.775	8.852
Lateral tooth	2.767	4.442	4.196	3.802	6.988	18.902	11.576	12.490

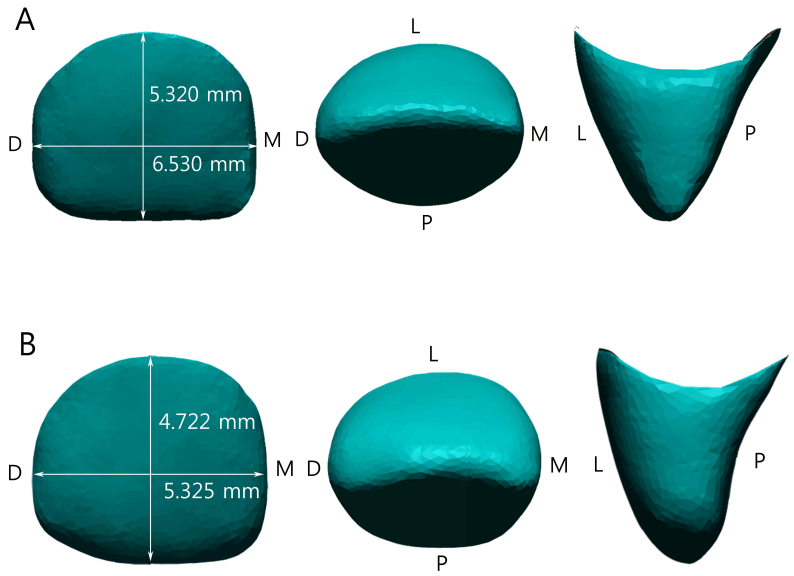


Fig. 6. Mean shape of maxillary primary central and lateral incisors.

(A) Maxillary primary central incisor. (B) Maxillary primary lateral incisor.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

3. 상악 유중절치, 유측절치와 각 제조사별 지르코니아 크라운의 형태 비교

1) 상악 유중절치, 유측절치와 가장 유사한 각 제조사별 지르코니아 크라운의 크기 선택

상악 유중절치, 유측절치와 각 제조사별 유전치부 지르코니아 크라운 외면의 근원심 길이, 절단연 - 치경부까지의 길이, 치관 형태 비율은 Table 5에 나타내었다. 상악 유중절치의 평균 근원심 길이와 가장 유사한 근원심 길이를 보이는 지르코니아 크라운은 NuSmile ZR® Crown은 1번, Cheng Crowns®은 3번, Kinder Krowns®은 2번, 그리고 EZ Pedo® Crown은 2번이었다. 유측절치의 평균 근원심 길이와 가장 유사한 근원심 길이를 보이는 지르코니아 크라운은 NuSmile ZR® Crown은 2번, Cheng Crowns®은 3번, Kinder Krowns®은 3번, 그리고 EZ Pedo® Crown은 3번이었다. 상악 유중절치의 절단연에서 치경부까지의 평균 길이와 가장 유사한 길이를 보이는 지르코니아 크라운은 NuSmile ZR® Crown은 2번, Cheng Crowns®은 3번, Kinder Krowns®은 3번, 그리고 EZ Pedo® Crown은 3번이었으며 상악 유측절치의 절단연에서 치경부까지의 길이와 가장 유사한 길이를 보이는 지르코니아 크라운은 NuSmile ZR® Crown은 2번, Cheng Crowns®은 3번, Kinder Krowns®은 3번, 그리고 EZ Pedo® Crown은 3번이었다. 마지막으로 치관 형태 비율을 비교한 결과 각 제조사별로 지르코니아 크라운 크기에 관계없이 거의 일정한 치관 형태 비율을 보임이 분석되었다. 이상 근원심 길이, 절단연 - 치경부까지의 길이, 치관 형태 비율을 기준으로 각 제조사별로 가장 유사한 크기를 보이는 지르코니아 크라운은 상악 유중절치의 경우 NuSmile ZR® Crown은 1번, Cheng Crowns®은 3번, Kinder Krowns®은 2번, 그리고 EZ Pedo® Crown은 2번이었으며 상악 유측절치의 경우 NuSmile ZR® Crown은 2번, Cheng Crowns®은 3번, Kinder Krowns®은 3번, 그리고 EZ Pedo® Crown은 3번이었다. 이 때, NuSmile ZR® Crown의 경우 상악 유중절치의 근원심 길이와 가장 유사한 크기는 1번, 절단연 - 치경부까지의 길이는

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

NuSmile ZR® Crown 2번이다. 치관 형태 비율의 경우 두 지르코니아 크라운의 차이가 거의 나지 않지만 굳이 더 유사한 것을 선택한다면 NuSmile ZR® Crown 2번이다. 하지만 NuSmile ZR® Crown 2번을 선택할 시 실제 치아와 근원심 길이에서 큰 차이를 보이나 절단연 - 치경부까지의 길이는 두 크라운이 약 0.3 mm 정도의 차이를 보여 이 정도의 차이는 치은연하로 수복할 시 조정가능한 양이므로 최종적으로 상악 유중절치와 가장 유사한 NuSmile ZR® Crown을 1번으로 선택하였다.

Table 5. Measurement data of maxillary primary central & lateral teeth and primary anterior zirconia crown by each manufacturers

Mesio-distal length (mm)					
Natural central incisor		6.530 ± 0.286	Natural lateral incisor		5.325 ± 0.221
NuSmile ZR® Crown	#1	6.495 ± 0.001	NuSmile ZR® Crown	#1	5.102 ± 0.001
	#2	6.870 ± 0.002		#2	5.357 ± 0.001
	#3	7.249 ± 0.001		#3	5.759 ± 0.002
Cheng Crowns®	#1	5.749 ± 0.002	Cheng Crowns®	#1	4.638 ± 0.002
	#2	6.380 ± 0.001		#2	5.012 ± 0.002
	#3	6.656 ± 0.002		#3	5.365 ± 0.001
Kinder Krowns®	#1	5.941 ± 0.001	Kinder Krowns®	#1	4.618 ± 0.001
	#2	6.403 ± 0.001		#2	5.054 ± 0.002
	#3	6.889 ± 0.002		#3	5.502 ± 0.002
EZ Pedo® Crown	#1	6.143 ± 0.002	EZ Pedo® Crown	#1	4.598 ± 0.001
	#2	6.399 ± 0.002		#2	4.997 ± 0.001
	#3	6.866 ± 0.001		#3	5.420 ± 0.002
Incisal edge-cervical length (mm)					
Natural central incisor		5.320 ± 0.558	Natural lateral incisor		4.722 ± 0.564
NuSmile ZR® Crown	#1	5.102 ± 0.001	NuSmile ZR® Crown	#1	4.319 ± 0.001
	#2	5.399 ± 0.002		#2	4.698 ± 0.001
	#3	5.759 ± 0.001		#3	5.014 ± 0.001
Cheng Crowns®	#1	4.638 ± 0.002	Cheng Crowns®	#1	3.831 ± 0.002
	#2	5.012 ± 0.002		#2	4.212 ± 0.001
	#3	5.342 ± 0.002		#3	4.756 ± 0.001
Kinder Krowns®	#1	4.726 ± 0.001	Kinder Krowns®	#1	4.062 ± 0.001
	#2	5.043 ± 0.002		#2	4.459 ± 0.002
	#3	5.469 ± 0.001		#3	4.802 ± 0.001
EZ Pedo® Crown	#1	4.598 ± 0.001	EZ Pedo® Crown	#1	3.834 ± 0.001
	#2	4.997 ± 0.001		#2	4.218 ± 0.001
	#3	5.346 ± 0.001		#3	4.752 ± 0.002

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Crown shape ratio					
Natural central incisor		0.7492 ± 0.0423	Natural lateral incisor		0.8854 ± 0.0383
NuSmile ZR® Crown	#1	0.8743 ± 0.0003	NuSmile ZR® Crown	#1	0.9270 ± 0.0003
	#2	0.8742 ± 0.0004		#2	0.9270 ± 0.0002
	#3	0.8742 ± 0.0002		#3	0.9269 ± 0.0002
Cheng Crowns®	#1	0.8645 ± 0.0005	Cheng Crowns®	#1	0.9141 ± 0.0004
	#2	0.8643 ± 0.0002		#2	0.9142 ± 0.0003
	#3	0.8642 ± 0.0003		#3	0.9141 ± 0.0003
Kinder Krowns®	#1	0.8628 ± 0.0003	Kinder Krowns®	#1	0.9103 ± 0.0002
	#2	0.8629 ± 0.0004		#2	0.9102 ± 0.0003
	#3	0.8630 ± 0.0003		#3	0.9104 ± 0.0002
EZ Pedo® Crown	#1	0.8632 ± 0.0002	EZ Pedo® Crown	#1	0.9129 ± 0.0004
	#2	0.8631 ± 0.0002		#2	0.9129 ± 0.0002
	#3	0.8632 ± 0.0004		#3	0.9130 ± 0.0002

Values are mean ± standard deviation.
#number means a crown size designated by each manufacturers.

2) 각 제조사별로 선택된 지르코니아 크라운의 비교

4개의 제조사별로 선택된 크기의 지르코니아 크라운 중 스캔된 상악 유중절치, 유측절치의 평균 모델과 가장 유사한 크라운을 선별하기 위하여 근원심 길이, 절단연 - 치경부까지의 길이, 치관 형태 비율, 같은 좌표에서 치아와 크라운의 거리, 순면의 곡률, 체적을 비교하였다.

(1) 근원심 길이

평균 상악 유중절치와 각 제조사별로 선택된 지르코니아 크라운의 근원심 길이를 비교한 결과, 상악 유중절치의 근원심 길이와 가장 유사한 길이의 지르코니아 크라운은 NuSmile ZR® Crown 1번이었으며 다음으로는 Cheng Crowns® 3번, Kinder Krowns® 2번, EZ Pedo® Crown 2번 순이었다.

평균 상악 유측절치와 각 제조사별로 선택된 지르코니아 크라운의 근원심 길이와 비교한 결과, 상악 유측절치의 근원심 길이와 가장 유사한 길이의 지르코니아 크라운은 NuSmile ZR® Crown 2번이었으며 다음으로는 Cheng Crowns® 3번, EZ

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Pedo® Crown 3번, Kinder Krowns® 3번 순이었다(Table 6).

Table 6. Mean mesio-distal length of teeth and zirconia crowns

(unit : mm)

Tooth	Mesio-distal length	Zirconia crown		Mesio-distal length
Natural central incisor	6.530 ± 0.286	NuSmile ZR® Crown	#1	6.495 ± 0.001
		Cheng Crowns®	#3	6.656 ± 0.002
		Kinder Krowns®	#2	6.403 ± 0.001
		EZ Pedo® Crown	#2	6.399 ± 0.002
Natural lateral incisor	5.325 ± 0.221	NuSmile ZR® Crown	#2	5.357 ± 0.001
		Cheng Crowns®	#3	5.365 ± 0.001
		Kinder Krowns®	#3	5.502 ± 0.002
		EZ Pedo® Crown	#3	5.420 ± 0.002

Values are mean ± standard deviation.
#number means a crown size designated by each manufacturers.

(2) 절단연 - 치경부까지의 길이

평균 상악 유중절치와 각 제조사별로 선택된 지르코니아 크라운의 절단연 - 치경부까지의 길이를 비교한 결과, 상악 유중절치와 가장 유사한 길이의 지르코니아 크라운은 Cheng Crowns® 3번이었으며 다음으로 EZ Pedo® Crown 2번, NuSmile ZR® Crown 1번, Kinder Krowns® 2번 순이었다.

평균 상악 유측절치와 각 제조사별로 선택된 지르코니아 크라운의 절단연 - 치경부까지의 길이를 비교한 결과, 상악 유측절치와 가장 유사한 길이의 지르코니아 크라운은 NuSmile ZR® Crown 2번이었으며 다음으로는 EZ Pedo® Crown 3번, Cheng Crowns® 3번, Kinder Krowns® 3번 순이었다(Table 7).

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Table 7. Mean incisal edge-cervical length of teeth and zirconia crowns

(unit : mm)

Tooth	Incisal edge-cervical length	Zirconia crown		Incisal edge-cervical length
Natural central incisor	5.320 ± 0.558	NuSmile ZR® Crown	#1	5.102 ± 0.001
		Cheng Crowns®	#3	5.342 ± 0.002
		Kinder Krowns®	#2	5.043 ± 0.002
		EZ Pedo® Crown	#2	4.997 ± 0.001
Natural lateral incisor	4.722 ± 0.564	NuSmile ZR® Crown	#2	4.698 ± 0.001
		Cheng Crowns®	#3	4.756 ± 0.001
		Kinder Krowns®	#3	4.802 ± 0.001
		EZ Pedo® Crown	#3	4.752 ± 0.002

Values are mean ± standard deviation.

#number means a crown size designated by each manufacturers.

(3) 치관 형태 비율

평균 상악 유중절치와 각 제조사별로 선택된 지르코니아 치관 형태 비율을 비교한 결과, 상악 유중절치와 가장 유사한 지르코니아 크라운은 Kinder Krowns® 2번이었으며 다음으로 EZ Pedo® Crown 2번, Cheng Crowns® 3번, NuSmile ZR® Crown 1번 순이었다.

평균 상악 유측절치와 각 제조사별로 선택된 지르코니아 크라운의 치관 형태 비율을 비교한 결과, 상악 유측절치와 가장 유사한 지르코니아 크라운은 Kinder Krowns® 3번이었으며, 다음으로 EZ Pedo® Crown 3번, Cheng Crowns® 3번, NuSmile ZR® Crown 2번 순이었다. 치관 형태 비율은 지르코니아 크라운 모두 제조사간의 차이는 거의 없었고, 모두 치아보다 큰 값을 보여 순설로 더 풍융한 형태

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

임이 분석되었다(Table 8).

Table 8. Mean crown shape ratio of teeth and zirconia crowns

Tooth	Crown shape ratio	Zirconia crown		Crown shape ratio
Natural central incisor	0.7492 ± 0.0423	NuSmile ZR® Crown	#1	0.8743 ± 0.0003
		Cheng Crowns®	#3	0.8642 ± 0.0003
		Kinder Krowns®	#2	0.8629 ± 0.0004
		EZ Pedo® Crown	#2	0.8631 ± 0.0002
Natural lateral incisor	0.8854 ± 0.0383	NuSmile ZR® Crown	#2	0.9270 ± 0.0002
		Cheng Crowns®	#3	0.9141 ± 0.0003
		Kinder Krowns®	#3	0.9104 ± 0.0002
		EZ Pedo® Crown	#3	0.9130 ± 0.0002

Values are mean ± standard deviation.
#number means a crown size designated by each manufacturers.

(4) 기준 좌표에서 치아와 지르코니아 크라운 사이의 거리

상악 유중절치, 유측절치와 지르코니아 크라운의 순면, 구개면에서 같은 좌표에서의 거리를 분석한 결과는 Table 9에 기술하였다. 순면에서 상악 유중절치와 지르코니아 크라운의 거리차를 분석한 결과 EZ Pedo® Crown 2번이 가장 적은 거리차를, NuSmile ZR® Crown 1번이 가장 큰 거리차를 보였으며 4개 제조사의 지르코니아 크라운이 거의 유사한 거리차를 보임이 분석되었다. 이 4개 제조사의 지르코니아 크라운간에는 유의한 차이는 존재하였지만 ($p < 0.05$) 사후검정시 각 군간의 유의한 차이는 존재하지 않았다.

구개면에서는 EZ Pedo Crown 2번이 가장 적은 거리차를, Kinder Krowns® 2번이 가장 큰 거리차를 보였다. 특히 Kinder Krowns® 2번은 나머지 크라운들에 비

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

하여 약 2.5배 정도의 큰 거리차를 보였다. 4개의 제조사의 지르코니아 크라운간에 유의한 차이가 존재하였으며($p < 0.05$) 사후검정 시 Kinder Krowns® 2번만이 나머지 크라운들과 각각 유의한 차이를 보임이 분석되었다($p < 0.0083$).

상악 유측절치의 경우, 순면에서는 NuSmile ZR® Crown 2번이 가장 큰 거리차를 보였는데 이는 다른 제조사의 크라운에 비하여 약 2.5 - 3배 정도의 큰 값이었다. 4개의 제조사의 크라운간에 유의한 차이가 존재하였으며($p < 0.05$) 사후검정시 NuSmile ZR® Crown 2번이 다른 크라운들과 유의한 차이가 존재하였다($p < 0.0083$).

구개면에서 또한 NuSmile ZR® Crown 2번이 다른 제조사의 크라운에 비하여 약 1.5 - 2배 가량의 큰 거리차를 보임이 분석되었다. 4개의 제조사의 크라운간에 유의한 차이가 존재하였으며($p < 0.05$) 사후검정시 NuSmile ZR® Crown 2번이 다른 크라운들과 유의한 차이가 존재하였다($p < 0.0083$).

Table 9. Distance between same coordinate of tooth and zirconia crown in labial and palatal surfaces

(unit : mm)

Central				Lateral			
Surface \ Crown		Labial	Palatal	Surface \ Crown		Labial	Palatal
NuSmile ZR® Crown	#1	0.2705	0.3279	NuSmile ZR® Crown	#2	0.6669†	0.6340†
Cheng Crowns®	#3	0.2302	0.3971	Cheng Crowns®	#3	0.2335	0.3011
Kinder Krowns®	#2	0.2424	0.7624†	Kinder Krowns®	#3	0.2761	0.3922
EZ Pedo® Crown	#2	0.2079	0.2820	EZ Pedo® Crown	#3	0.2038	0.3597

ANOVA test , significant level at $p < 0.05$

† : significant difference : Bonferroni correction post hoc analysis, level at $p < 0.0083$

#number means a crown size designated by each manufacturers.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

(5) 순면의 곡률반경

상악 유중절치, 유측절치와 지르코니아 크라운의 순면에서 각각 횡, 종방향으로 연속되는 좌표점 3개씩 묶어 각각의 좌표에서 곡률반경을 구한 다음, 횡방향으로는 근심부, 중간, 원심부, 종방향으로는 치경부, 중간, 절단부로 구획을 나누어 비교하였다. 각 구획별로 비교한 결과는 Table 10에 기술하였다. 값이 클수록 더 평평한 평면임을 의미한다. 상악 유중절치의 순면의 곡률반경을 구한 결과 횡방향으로 중간지점이 가장 평평하며 근원심부는 중간부보다 좀 더 곡면을 이루면서 유사한 곡률반경을 보인다. 이러한 상악 유중절치 순면의 횡방향 곡률과 가장 유사한 형태를 보이는 크라운은 Kinder Krowns® 2번이었다. 또한 각 제조사별 유중절치 지르코니아 크라운의 순면 곡률반경을 비교한 결과, 전체적인 횡방향 곡률반경은 NuSmile ZR® Crown 1번이 가장 큰 값으로, 다른 크라운에 비하여 횡방향으로 좀 더 평평한 형태임이 분석되었다. 치아와 각 제조사별 크라운의 전체적인 횡방향 곡률반경은 유의한 차이는 존재하지 않았다.

종방향으로 상악 유중절치의 순면은 중간이 가장 평평하며 치경부와 절단연은 비슷한 곡률반경을 보이며 중간부보다 더 곡선을 이루는 형태로 분석되었다. 이러한 상악 유중절치 순면의 종방향 형태와 가장 유사한 형태를 가진 크라운은 NuSmile ZR® Crown 1번이었다. 또한 각 제조사별 크라운을 비교한 결과, EZ Pedo® Crown 2번이 다른 제조사의 크라운에 비하여 약 2배 가량 큰 값을 보였으며, 따라서 종방향으로는 EZ Pedo® Crown 2번이 가장 평평한 형태임이 분석되었다. 종방향 곡률반경은 5개 군간의 유의한 차이가 존재하였으며($p < 0.05$) 사후검정을 통하여 EZ Pedo® Crown 2번과 다른 그룹들이 유의한 차이를 보임이 분석되었다($p < 0.005$).

상악 유측절치의 경우, 횡방향으로는 중간과 원심부가 유사한 곡률반경을 가지면서 근심부에 비하여 좀 더 평평한 형태를 보인다. 각 제조사별 지르코니아 크라운의 형태는 4개 제조사 크라운 모두 중간 지점이 가장 평평하며 근원심부는 유사한

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

곡률반경을 보이면서 중간 부위보다 더 곡선을 이루는 형태로 분석되어 실제 유측절치 순면의 곡면 형태와 유사한 특징을 보이는 크라운은 없었다. 또한 각 제조사별 크라운을 비교한 결과, 횡방향으로는 NuSmile ZR® Crown 2번이 상악 유측절치와 다른 제조사의 크라운에 비하여 약 2배 정도의 큰 곡률반경을 보임이 분석되었다.

종방향으로 상악 유측절치의 순면은 중간이 가장 평평하며 절단연, 치경부로 갈수록 더욱 더 곡선을 이루는 형태를 보였다. 이러한 유측절치 순면의 곡면 형태와 가장 유사한 경향을 보이는 크라운은 NuSmile ZR® Crown 2번과 Cheng Crowns® 3번이었으나 이 크라운들의 곡률반경은 실제 치아와는 차이가 있었다. 또한 종방향 곡률반경의 전체 평균을 비교하였을 때, 4개의 제조사 크라운 모두 평균 상악 유측절치보다 더 작은 곡률반경을 보여, 전반적으로 크라운이 상악 유측절치보다 더 굽은 형태임이 분석되었고, 횡, 종방향 모두 5개 군간의 유의한 차이는 보이지 않았다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Table 10. Radius of curvature of labial surface of tooth and zirconia crown

(unit : mm)

		Central teeth	NuSmile ZR® Crown #1	Cheng Crowns® #3	Kinder Krowns® #2	EZ Pedo® Crown #2
Horizontal	Mesial	4.328	12.105	3.207	3.285	4.245
	Middle	6.781	24.007	12.980	7.662	21.100
	Distal	4.242	2.800	3.005	3.444	5.175
	Total	5.117	12.971	6.397	4.800	10.173
Vertical	Incisal	7.775	6.510	7.673	5.374	11.228
	Middle	11.282	11.971	17.415	11.339	23.269
	Cervical	7.500	6.852	7.184	8.322	17.825
	Total	8.852	8.445	10.757	8.345	17.441††

		Lateral teeth	NuSmile ZR® Crown #2	Cheng Crowns® #3	Kinder Krowns® #3	EZ Pedo® Crown #3
Horizontal	Mesial	2.767	5.379	3.665	3.170	2.860
	Middle	4.442	12.589	6.014	5.160	6.353
	Distal	4.196	3.288	3.036	2.638	2.820
	Total	3.802	7.085	4.238	3.656	4.011
Vertical	Incisal	11.576	4.452	5.338	3.770	3.659
	Middle	18.902	10.567	11.276	11.237	12.779
	Cervical	6.988	3.484	4.992	8.912	5.719
	Total	12.490	6.168	7.203	7.973	7.386

ANOVA test , significant level at $p < 0.05$

†† : significant difference : Bonferroni correction post hoc analysis, level at $p < 0.005$

#number means a crown size designated by each manufacturers.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

(6) 체적

평균 상악 유중절치, 유측절치와 수복시 치은연하 마진 길이를 뺀 지르코니아 크라운 부분의 체적을 비교한 결과는 Table 11에 기술하였다. 상악 유중절치와 가장 유사한 체적을 갖는 크라운은 EZ Pedo® Crown 2번이었으며 상악 유측절치와 가장 유사한 체적을 갖는 크라운은 NuSmile ZR® Crown 2번이었다. 또한 지르코니아 크라운 모두 실제 자연치보다 더 큰 체적을 갖는 것으로 분석되었다.

각 항목을 종합하여 각 제조사별로 선택된 지르코니아 크라운의 점수를 비교하였다(Table 12). 상악 유중절치의 경우, NuSmile ZR® Crown 1번은 2.70, Cheng Crowns® 3번은 2.75, Kinder Krowns® 2번은 2.55, 그리고 EZ Pedo® Crown 2번은 2.00점으로 Cheng Crowns® 3번이 가장 유사한 크라운으로 선별되었다. 상악 유측절치의 경우, NuSmile ZR® Crown 2번은 2.65, Cheng Crowns® 3번은 2.45, Kinder Krowns® 3번은 2.25, 그리고 EZ Pedo® Crown 3번은 2.65점이었다. NuSmile ZR® Crown 2번과 EZ Pedo® Crown 3번이 같은 점수가 나와 가중치가 높은 3개의 항목을 다시 비교하여 최종적으로 NuSmile ZR® Crown 2번이 가장 유사한 크라운으로 선별되었다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Table 11. Volume of teeth and zirconia crowns

(unit : mm^3)

Tooth	Volume	Zirconia crown		Volume
Natural central incisor	65.323	NuSmile ZR® Crown	#1	76.943
		Cheng Crowns®	#3	81.990
		Kinder Krowns®	#2	81.786
		EZ Pedo® Crown	#2	75.046
Natural lateral incisor	46.308	NuSmile ZR® Crown	#2	65.843
		Cheng Crowns®	#3	67.984
		Kinder Krowns®	#3	66.042
		EZ Pedo® Crown	#3	68.372

#number means a crown size designated by each manufacturers.

Table 12. Scores of similarity between maxillary primary anterior teeth and zirconia crowns

	Zirconia crown		Sum ($\sum$ Score x weight)
Central	NuSmile ZR® Crown	#1	2.70
	Cheng Crowns®	#3	2.75
	Kinder Krowns®	#2	2.55
	EZ Pedo® Crown	#2	2.00
Lateral	NuSmile ZR® Crown	#2	2.65
	Cheng Crowns®	#3	2.45
	Kinder Krowns®	#3	2.25
	EZ Pedo® Crown	#3	2.65

#number means a crown size designated by each manufacturers.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

3. 지르코니아 크라운 수복시 필요한 치아삭제량

본 연구에서 재현한 평균 상악 유중절치, 유측절치의 형태와 각 치아별로 가장 유사한 지르코니아 크라운의 내면을 중첩하여 크라운 수복시 필요한 치아삭제량을 평가하였다. 상악 유중절치의 경우, 절단연은 1.154 mm, 인접면은 1.235 mm가 필요하였으며 순면 횡방향으로 평균 0.776 mm, 종방향으로 평균 0.765 mm의 삭제량이 필요하였다. 상악 유측절치의 경우, 절단연은 1.186 mm, 인접면은 1.415 mm, 순면 횡방향으로는 평균 0.693 mm, 종방향으로는 평균 0.790 mm의 삭제가 필요하였다. 또한 구개면은 설면결절 부위를 제외한 나머지 부위는 거의 삭제를 하지 않는 것으로 분석되었다(Fig. 7). 기존의 제조사별 권장되는 치아삭제량과 본 연구에서 분석한 치아삭제량을 비교하여 Table 13에 기술하였다[7].

Collection @ chosun

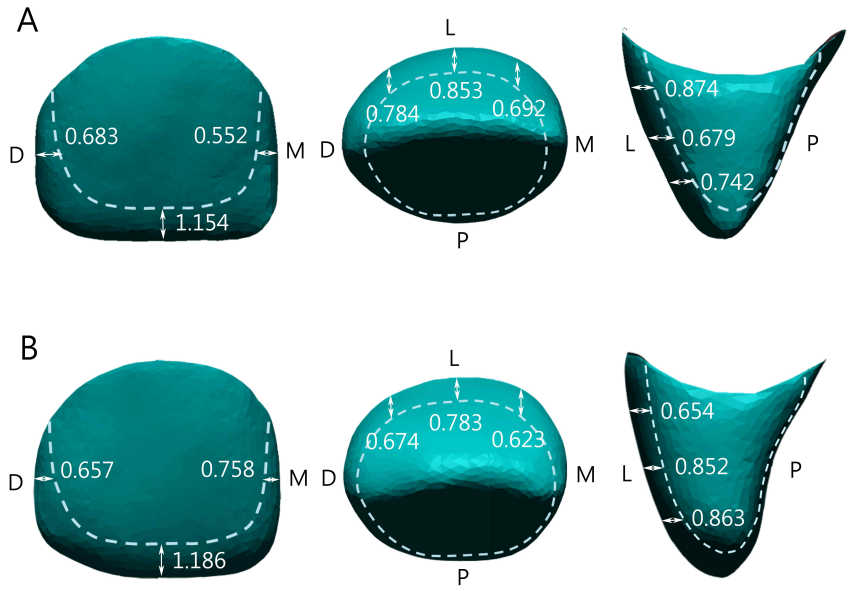
조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Table 13. Comparison of the amount of tooth reduction between this study and manufacturers

Tooth reduction requirements		
	Manufacturer's guidelines	Required amount in this study
NuSmile ZR® Crown	Incisal edge : 1.5 – 2.0 mm Occlusal : 1.0 – 1.5 mm Circumferential axial reduction : 0.5 – 1.25 mm Subgingival : feather margin circumferentially 1 – 2 mm Round all line and point angles Final seat : passive	Incisal edge/occlusal : 1.154 – 1.186 mm Proximal : 1.235 – 1.415 mm Labial : – 0.693 – 0.776 mm in horizontal direction – 0.765 – 0.790 mm in vertical direction Palatal : almost no reduction
Cheng Crowns®	Not specifically outlined / videos available	
Kinder Krowns®	Incisal edge/occlusal : 1.0 mm Interproximal : 1.0 mm Facial/buccal : 1.0 mm Lingual : 1.0 mm Subgingival : feather margin circumferentially Final seat : passive and subgingivally 1 – 2 mm	
EZ Pedo® Crown	Incisal edge/occlusal : 1.5 – 2.0 mm Circumferential axial reduction : 0.5 – 1.0 mm Lingual : 0.75 – 1.25 mm Circumferential subgingival reduction 2 mm below gumline Final seat : passive	

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY



(unit : mm)

Fig. 7. Mean amount of tooth reduction for restoration of zirconia crown.

A dotted line means the inner surface of choosed zirconia crown in this study.

(A) Mean amount of maxillary primary central incisor reduction.

(B) Mean amount of maxillary primary lateral incisor reduction.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Ⅳ. 총괄 및 고찰

본 연구에서는 300명의 어린이를 대상으로 우식이나 파절 등의 결함이 없는 건전한 상태의 상악 유중절치, 유측절치를 3차원 스캔하여 치아의 형태를 재현할 수 있는 좌표점을 추출하여 평균 모델을 재현하였다. 이 때, 근원심 길이, 치관 높이, 치관 형태 비율을 기준으로 전체적인 치아의 크기를 결정하였으며, 순면의 곡률반경을 토대로 순면의 곡면 형태 등의 세부적인 형태를 결정하였다. 특히, 순면에서 횡방향으로는 절단연, 중간, 치경부로 구획하고, 종방향으로는 근심, 중간, 원심부로 구획하여 각 좌표점마다 곡률반경을 구해 곡면의 대략적인 형태를 재현하였다.

평균 상악 유중절치와 Cheng Crowns® 3번, 유측절치와 NuSmile ZR® Crown 2번을 비교하면 이 두가지 경우 모두 근원심 길이 및 절단연 - 치경부까지의 길이는 큰 차이를 보이지는 않았지만 지르코니아 크라운이 치아에 비하여 순설 방향으로 좀 더 풍융한 형태를 보였다. 체적 역시 두 경우 모두 지르코니아 크라운이 치아에 비하여 큰 값을 보였는데 이는 크라운이 치아보다 치관 형태 비율 값이 더 크기 때문일 것으로 사료되었다. 순면의 형태는 약간의 차이를 보이는데, 먼저 상악 유중절치와 Cheng Crowns® 3번을 비교하면, 지르코니아 크라운이 치아에 비하여 횡방향 및 종방향으로 좀 더 평평한 형태를 보인 반면, 상악 유측절치와 NuSmile ZR® Crown 2번을 비교한 경우에는 지르코니아 크라운이 치아에 비하여 횡방향으로는 더 평평한 형태, 종방향으로는 더 굽은 형태를 보였다.

각 제조사별 지르코니아 크라운을 비교하면, 같은 크기의 크라운일 경우, NuSmile ZR® Crown을 제외한 나머지 크라운은 거의 비슷한 근원심 길이를 보인 반면, NuSmile ZR® Crown의 경우에는 다른 제조사의 크라운들과는 달리 크기가 0번부터 6번까지 존재하여 NuSmile ZR® Crown의 1번이 나머지 제조사의 크라운 2번과 비슷한 근원심 길이를 보인다고 할 수 있다. 또한 절단연에서 치경부까지의

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

길이도 근원심 길이와 유사한 경향을 보였는데, 지르코니아 크라운 마진 부위가 날카로워 스캔시 정확한 마진 부위를 재현하는데 한계가 있어 절단연에서 치경부까지의 길이에 대한 정확성은 다소 떨어진다고 할 수 있다. 치관 형태 비율은 모든 지르코니아 크라운이 실제 치아에 비하여 약 0.03 - 0.07 정도 큰 값을 보였고 각 제조사별 크라운은 거의 유사한 값을 보였으며, 유중절치보다 유측절치가 순설로 더 풍융한 형태임이 분석되었다[12]. 순면의 곡률반경을 분석한 결과 상악 유중절치의 경우, 횡방향으로는 NuSmile ZR® Crown이 다른 제조사의 크라운들에 비하여 더 평평한 형태를 보였으며 Kinder Krowns®이 가장 굽은 형태를 보였다. 종방향으로는 EZ Pedo® Crown이 다른 제조사의 크라운에 비하여 약 1.5 - 2배 가량의 큰 곡률반경을 보여 종방향으로는 EZ Pedo® Crown이 가장 평평한 형태임이 분석되었다. 상악 유측절치의 경우, 횡방향으로는 NuSmile ZR® Crown이 다른 제조사의 크라운에 비하여 가장 평평한 형태를 보인 반면, 종방향으로는 4개 제조사의 크라운 사이의 큰 차이는 없었다.

본 연구에서는 치아와 지르코니아 크라운의 형태의 유사성을 평가하기 위하여 3방향에서의 치수, 즉, 근원심 길이, 절단연 - 치경부까지의 길이, 치관 형태 비율을 가장 가중치가 높은 항목으로, 각 좌표에서의 치아와 크라운의 거리 및 곡률, 체적을 가중치가 낮은 항목으로 정하였고 이들의 비율을 3 : 1로 설정하였다. 기존의 치의학 및 공학 분야의 문헌을 검토해보면, 3차원적인 형태의 유사성을 비교하기 위하여 각 방향에서의 길이 및 곡률, 체적 등을 비교하였지만 이 각각의 항목을 어떠한 가중치로 두는지에 대해서는 자세히 기술되어 있지는 않았다[13]. 물론 가중치 수치에 따라 합계에서 약간의 차이가 존재하겠지만 전체적인 순위에는 많은 영향을 끼치지는 않을 것으로 사료되었다. 본 논문의 결과에서는 각 제조사별로, 합계 점수에서 크게는 0.7, 작게는 0.05의 차이를 보이는데 약간의 차이로 인하여 지르코니아 크라운의 유사성 순위가 결정되었지만 이러한 작은 차이는 주로 세부적인 항목에서 나타났으며 가중치가 높은 3가지 항목에 대한 점수가 큰 제조사의 크라운

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

이 최종적인 합계 점수도 큰 것으로 나타났다. 따라서 임상에서 지르코니아 크라운을 선택할 시 가중치가 가장 큰 3가지 항목을 기준으로 선택하면 될 것으로 사료되었다. 하지만 형태학적 유사성을 비교시 비교 항목에 대한 가중치를 어떻게 두느냐에 대해서는 현재 많은 연구가 이루어지지는 않은 부분이므로 추후에 더 자세한 연구가 필요할 것으로 사료되었다.

유전치부 지르코니아 크라운은 뛰어난 심미성과 생체적합성, 내구성을 장점으로 내세우며 현재 가장 널리 사용되는 유전치부 전장관 수복 방법 중 하나이다[14,15]. 하지만 재료의 취성 때문에 형태와 변연조절이 어려우며 이를 치아에 적용시 수동적으로 접합되어야 하며 따라서 치아삭제량이 많아 결과적으로 잔존 치아구조를 약화시킬 수 있을 것으로 사료되었다[5,11]. 따라서 본 연구에서는 재현된 평균 상악 유중절치, 유측절치의 형태와 각 치아별로 선별된 가장 유사한 크라운의 내면을 중첩하여 수복시 필요한 치아삭제량을 구하여 기존이 가이드라인으로 제시되어 있는 삭제량과 비교하였다.

일반적으로 기존의 제조사에서 제시된 치아 삭제 가이드라인에 의하면 절단연은 약 1.5 mm, 측면에서는 크라운이 수동적으로 적합될 수 있도록 치아의 협설, 인접면 즉, 둘레를 0.5 - 1.25 mm 정도, 즉, 치아의 약 20 - 30%를 삭제하고 치은연하 1 - 2 mm에 feather margin을 형성한다[7]. 하지만 각 제조사별로 제시되어 있는 치아 삭제량에 관한 가이드라인은 약간의 차이점이 존재하며, 이로 인하여 좀 더 구체적이면서, 한국인의 유전치에 적합한 치아 삭제 방법을 알아보고자 하였다.

본 연구에서의 평균 상악 유중절치, 유측절치의 외면과 지르코니아 크라운의 내면을 비교하여 측정된 치아 삭제량은 절단연의 경우, 약 1.154 - 1.186 mm, 인접면은 1.235 - 1.415 mm의 삭제량을 요하였다. 이는 제조사에서 제시한 가이드라인의 삭제량의 약 75 - 80%에 해당하는 양이다. 또한 순면의 경우, 먼저 횡방향으로는 중간지점에서 0.783 - 0.853 mm의 가장 큰 삭제량을 보였다. 종방향으로는 유중절치의 경우, 치경부 영역에서 가장 큰 삭제량을 보인 반면, 유측절치는 절단연

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

영역에서 가장 큰 삭제량을 보였다. 마지막으로 구개면은 설면결절 부위를 제외한 나머지 부위는 거의 삭제를 하지 않는 것으로 분석되었다. 따라서 제조사별로 제시되어 있는 가이드라인과 본 연구의 치아 삭제량을 비교해보면 본 연구에서 치아의 절단연, 인접면, 순면 모두 더 적은 삭제량을 요하며 특히 구개면은 풍융한 설면결절을 삭제하는 것 이외에는 거의 삭제를 하지 않는 것이 바람직한 것으로 분석되었다.

지르코니아 크라운 수복시 필요한 치아삭제량을 실험, 연구한 연구들은 많지 않다. Clark 등[7]의 연구에서는 동일한 Typodont에 4개의 전치부 지르코니아 크라운 수복시 Kinder Krowns이 가장 많은 양의 삭제를, EZ Pedo Crown이 가장 적은 양의 삭제를 필요로 하였고 4개의 제조사 크라운 간에는 유의한 차이는 없음이 분석되었다. 하지만 이 연구는 필요한 치아삭제량을 무게로 표현하였으며 실제 치아가 아닌 Typodont에 시행하였기 때문에 본 연구의 결과와 비교하기는 어렵다. 또한 이 등[10]이 발표한 국내 연구에서는 기존에 연구되었던 백 등[16] 발표한 한국 아동들의 평균 근원심 길이에 기반, 지르코니아 크라운 내면을 계측하여 크라운 수복시 필요한 치아 삭제량을 분석하였는데 절단면 삭제량은 2.5 - 3.0 mm이고, 인접면 삭제량은 1.5 - 2.0 mm가 적절하였으며 근원심에서 각각 0.8 - 1.0 mm 삭제하는 것을 권장하였다. 또한 순설 삭제는 순면에서 0.5 - 1.0 mm, 설면에서 설면결절을 치축과 평행하고 다듬은 후 측절치에서만 0.5 mm 추가 삭제할 것으로 제안되었다.

제조사의 치아 삭제 가이드라인 및 국내의 이전 연구와 본 연구에서의 치아삭제량을 비교하면 절단면, 인접면은 본 연구에서 좀 더 적은 삭제량을 필요로 하였고, 순면과 구개면은 제조사의 가이드라인보다는 적은 양을, 이 등[10]이 발표한 국내의 이전 연구에서의 삭제량과는 거의 유사한 삭제량을 필요로 하는 것으로 분석되었다. 따라서 기존에 제시된 양보다 전반적으로 적은 치아삭제량을 요하는 것으로 분석됨으로써 지르코니아 크라운 수복시의 단점 중 하나인 잔존 치아구조를 약화시키는 것을 조금이나마 감소시킬 수 있을 것으로 사료되었다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

본 연구의 한계점으로는 첫 번째로, 본 연구에서는 평균 상악 유전치의 형태를 재현하기 위하여 각 300개씩의 건전한 유중절치, 유측절치를 스캔하였는데 우식이나 파절 등의 어떠한 소견도 관찰되지 않는 건전한 유전치를 수집하기에는 한계가 있었고 따라서 이러한 표본의 크기는 한국인의 평균 상악 유중절치, 유측절치의 모델을 재현하기에는 적기 때문에 좀 더 많은 표본의 수집이 필요하다. 두 번째로, 본 연구는 치아와 지르코니아 크라운의 스캔된 이미지에서의 좌표점 측정을 검사자 2명이 각각 한번씩 시행하여 분석하였는데 이러한 측정 횟수는 검사자간 신뢰도를 구하기에 타당하기는 하나 좀 더 신뢰성 높은 결과를 위하여 좀 더 많은 횟수의 좌표점 측정이 필요할 것이다. 마지막으로, 본 연구에서는 치아와 지르코니아 크라운의 형태를 비교할 때, 비교의 기준점을 잡기 위해 각기 다른 치아의 축들을 일정한 방향으로 정렬하기 위하여 회전, 대칭시켰으며 치아사이 거리는 고려하지 않았다. 이러한 방법으로 지르코니아 크라운을 선택하고 치아삭제방법을 연구하였기에 이를 임상에서 사용하기에는 한계가 있을 수 있다. 실제 임상에 적용하기 위하여 실제 치아의 축과 치간거리를 고려하고 악궁의 형태를 고려한 분석을 추가적으로 하여 이에 대한 후속 연구가 필요할 것으로 사료된다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

V. 결 론

본 연구에서는 한국인의 평균 상악 유중절치, 유측절치의 형태를 재현하기 위하여 각 치아당 최소 150개 이상의 좌표점을 측정하여 분석하였다. 이러한 형태계측학적 분석은 향후 수복치료시 임상적 고려사항을 연구하는데 도움이 될 것으로 사료되었다. 본 연구에서 분석한 상악 유전치 및 기성 지르코니아 크라운의 근원심 길이, 절단연 - 치경부까지의 길이, 치관 형태 비율, 같은 좌표에서 치아와 크라운의 거리차, 순면의 곡률반경, 그리고 체적을 비교하고 각 항목별 가중치를 고려하여 결과를 종합한 결과, 본 연구에서 재현한 평균 상악 유중절치와 가장 유사한 형태의 지르코니아 크라운은 Cheng Crowns® 3번이었으며, 상악 유측절치와 가장 유사한 크라운은 NuSmile ZR® Crown 2번이었다.

상악 유절치의 지르코니아 크라운 수복시 제조사에서 제시한 가이드라인과 비교하였을 때 본 연구에서는 상악 유중절치, 유측절치 모두 근원심, 절단연, 순면에서 더 적은 삭제량을 보였고, 구개면의 경우 설면결절을 제외한 부위는 거의 삭제를 하지 않는 것이 바람직할 것이다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

참고 문헌

1. Ashima G, Sarabjot KB, Gauba K, Mittal HC : Zirconia Crowns for Rehabilitation of Decayed Primary Incisors: An Esthetic Alternative. *J Clin Pediatr Dent*, 39:18-22, 2014.
2. Waggoner WF : Restoring primary anterior teeth. *Pediatr Dent*, 24:511-516, 2002.
3. Waggoner WF : Restoring primary anterior teeth: Updated for 2014. *Pediatr Dent*, 37:163-170, 2015.
4. Queis H, Atwan S, Pajtas B, Casamassimo PS : Use of anterior veneered stainless steel crowns by pediatric dentists. *Pediatr Dent,* 32:413-416, 2010.
5. Townsend JA, Knoell P, Xu X, *et al.* : In vitro fracture resistance of three commercially available zirconia crowns for primary molars. *Pediatr Dent,* 36:125-129, 2014.
6. Beattie S, Taskonak B, Weddell J, *et al.* : Fracture resistance of 3 type of primary esthetic stainless steel crowns. *J Can Dent Assoc,* 77:b90, 2011.
7. Clark L, Wells MH, Harris EF, Lou J : Comparison of Amount of Primary Tooth Reduction Required for Anterior and Posterior Zirconia and Stainless Steel Crowns. *Pediatr Dent,* 38:42-46, 2016.
8. 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.
9. An SY, Shim YS, Park SY : Aesthetic Rehabilitation in Maxillary Anterior Tooth with Early Childhood Caries using ZIRKIZ® Crown: Long-Term

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Follow-up. *Indian Journal of Science and Technology,* 8:1-5, 2015.

10. Lee JM, Lee HS, Choi SC, *et al.* : Three Dimensional Analysis of Primary Maxillary Central and Lateral Anterior Zirconia Crown. *J Korean Acad Pediatr Dent,* 43:176-186, 2016.
11. Planells del Pozo P, Fuks AB : Zirconia crowns: an esthetic and resistant restorative alternative for ECC affected primary teeth. *J Clin Pediatr Dent,* 38:193-195, 2014.
12. 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.
13. Ohbuchi R, Minamitani T, Takei K : Shape-Similarity Search of 3D Models by using Enhanced Shape Functions. *Int J of Computer Applications in Technology,* 23:70-85, 2005.
14. Walia T, Salami AA, Rashid F, *et al.* : A randomised controlled trial of three aesthetic full-coronal restorations in primary maxillary teeth. *Eur J Paediatr Dent,* 15:113-118, 2014.
15. Chon C : Zirconia-Prefabricated Crowns for Pediatric Patients with Primary Dentition: Technique and Cementation for Esthetic Outcomes. *Compend Contin Educ Dent,* 37:554-558, 2016.
16. 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.

Collection @ chosun