

맞춤형 지르코니아 블락 제작을 위한 삭제된 치아의 평균 크기 분석

김민혁 · 김성훈 · 여인성 · 윤형인 · 이재현 · 한중석*

서울대학교 치의학대학원 치과보철학교실

The dimension analysis of prepared natural teeth for developing customized zirconia block

Min-Hyuk Kim, Sung-Hun Kim, In-Sung Yeo, Hyung-In Yoon, Jae-Hyun Lee, Jung-Suk Han*

Department of Prosthodontics, Seoul National University School of Dentistry, Seoul, Republic of Korea

Purpose: Unpredictable shrinkage of zirconia during sintering process causes discrepancy. Therefore, there have been attempts to reduce discrepancy by milling zirconia after sintering. However, due to the hardness of sintered zirconia, milling takes longer time, causes damage to the machine and causes chip formation. With customized zirconia block using the mean dimension of prepared natural dentition, it is expected to overcome these shortcomings. **Materials and methods:** The mean dimension of prepared natural dentition was analyzed as STL file after scanning of prepared teeth treated at SNUHDH. The transverse, frontal and sagittal planes were set using Mimics and Photoshop. 3D volume was projected on each plane, and the outer line was measured through external tangent line, and the inner line was measured through inflection point of tangent line. **Results:** The mean height of prepared incisal (N = 57) is 6.60 ± 1.05 mm, mesiodistal length is 2.98 ± 0.73 mm, buccolingual length is 2.04 ± 0.73 mm. The mean height of prepared premolar (N = 15) is 5.37 ± 1.49 mm, mesiodistal length is 4.10 ± 1.78 mm, buccolingual length is 5.86 ± 1.55 mm. And the mean height of prepared molar (N = 13) is 5.11 ± 1.29 mm, mesiodistal length is 6.80 ± 1.18 mm, buccolingual length is 7.34 ± 1.40 mm. **Conclusion:** Using the mean dimension of prepared natural dentition, it is expected to be able to fabricate customized zirconia block. (*J Korean Acad Prosthodont 2017;55:381-8*)

Keywords: Zirconia; Sintering; Customized zirconia block

서론

환자들의 심미적 요구가 점점 커져가면서, 전부 도재수복물의 사용이 빈번해졌다. 전부 도재 수복물은 빛의 투과나 반사가 자연스러워 모든 종류의 인공 수복물 중 심미적 기능 회복이 가장 우수하다.¹ 그 중 장식유리도재와 입자강화 유리질 도재는 심미적으로 우수하나 물성이 좋지 못해 제한적으로 사용할 수밖에 없다.^{2,3} 반면에 다결정도재는 유리질 도재보다 질기며 훨씬 강한 성질을 가진다.⁴ 하지만 이 다결정 도재는 1,500°C 보다 높은 온도에서 소결 되어야 해서 일반적 도재소성로로는 제작이 힘들다. 또한, 도재 소결 시 20-30%의 수축에 대한 고려가 필요하며, 장시간 고온에서 사용 가능한 내화모형체가 필요했다. CAM기법을 도입하고 나서야, 다결정 도재를 이용한

정밀한 수복물이 제작 가능해졌다. 알루미늄이나 지르코니아 등을 이용하여 제작하는 다결정 도재는 이론상 밀도의 약 70% 정도까지만 다질 수 있는 분말로 만들어진다. 따라서 소결 시 선형적으로 약 10%, 부피적으로 약 30%정도가 수축할 수 있다. 따라서 정확한 수축을 예측하기 위해 균일하게 다져질 수 있도록 제작된 초기 도재분말이 중요하며 이 수축량이 정확히 예측되고 그 양이 보상 되어야 최종수복물이 잘 적합될 수 있다.⁵

기존에 사용해오던 지르코니아 블락은 소결 과정을 통해 3차원적으로 수축이 일어나기 때문에, 예측하기 어려운 체적 변화에 따른 오차가 존재하게 된다. 이러한 수축은 부피적으로 일어나기 때문에 정확한 계산이 불가능하다.⁶ 또한 소결 과정은 사용하는 소결로에 따라 다르긴 하나 적어도 3시간 이상

*Corresponding Author: Jung-Suk Han

Department of Prosthodontics and Dental Research Institute, School of Dentistry, Seoul National University, 101 Daehakno, Jongno-gu, Seoul 03080, Republic of Korea
+82 (0)2072 2661; e-mail, proshan@snu.ac.kr

Article history: Received June 7, 2017 / Last Revision August 16, 2017 / Accepted August 21, 2017

© 2017 The Korean Academy of Prosthodontics

© This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

의 시간이 필요하다.⁷ 따라서 완전 소결된 기성 지르코니아를 밀링하여 오차를 줄이려는 노력이 있었으나, 소결된 기성 지르코니아 블럭은 매우 단단하고 수복하고자 하는 치아의 크기, 종류에 관계없이 원통형의 기성블럭을 밀링할 수밖에 없어, 밀링 시간이 오래 걸리고, 밀링 도구에 손상이 생기거나, 기계가공 과정 중 칩 생성이 생길 수 있는 단점이 있다.⁸ 하지만 삭제된 치아 크기 값을 구하여 만든 맞춤형 지르코니아 블럭 제작을 통한 밀링은 절삭해야 하는 면적을 줄여 줌에 따라 블럭 전체를 밀링하는 기성 지르코니아 블럭에 비해 시간이 절약되고, 밀링 도구의 손상을 최소화하고, 칩 생성 방지 등의 기성 지르코니아 블럭의 단점을 극복 할 수 있을 것으로 판단된다.

재료 및 방법

치아의 평균크기

치아 계측 방법에는 needle point divider,⁹ Boley Gauge, 버어니어 캘리퍼스,^{10,11} 평면 스캔, 그리고 3차원 스캔을 이용하는 방법 등이 있다. 하지만 3차원 스캔을 이용한 치아 크기의 계측 시 그 정확도와 재현도에 관한 연구는 아직 보고된 바 없다.¹² 치아형태학¹³에 따르면 1) 근원심폭은 협(순), 설(구개)면에서 교합평면에 평행하는 근심과 원심사이의 최대거리이며 2) 협(순)설폭은 근원심면에서 교합평면에 평행하는 협(순)면과 설(구개)면 사이의 최대거리, 3) 치관길이는 치경선 최하점에서 치관부 최고

점까지의 거리를 의미한다. 이에 따른 치아의 평균 크기는 다음과 같다 (Table 1).

치아 스캔

서울대학교 치과병원 보철과 에서 삭제된 치아들을 모델화하여 스캔 후 얻어진 STL file을 이용하여, 치아 크기를 분석하였다. 맞춤형 지르코니아 블럭을 제작하는데 있어 모든 치아 별로 제작하면 그 효율성이 떨어지기 때문에 중절치, 측절치, 견치(이하 전치군)과 제1소구치, 제2소구치(이하 소구치군), 제1대구치, 제2대구치(이하 대구치군) 세 그룹으로 나누어 치아 크기를 분석하였다. 전치군은 57개, 소구치군은 15개, 대구치군은 13개의 샘플로 진행하였다.

치아 크기 측정 기준

디지털 영상처리 소프트웨어 Adobe Photoshop CS3 (Adobe Systems Inc., San Jose, CA, USA), Materialise Mimics (Materialise NV, Leuven, Belgium)을 사용하여 각각의 치아의 횡단면, 전두면, 시상면 세 면을 기준면으로 정하였다. 각각의 면에 3D volume을 투영하여 외곽의 크기는 외곽 접선을 Mimics 자동 설정을 통하여 X값과 Y값을 구하였다. 내곽의 크기는 내부 hole의 상단 부 변곡점에 접선을 구하여 두 변곡점 중 크기가 작은 변곡점을 기준으로 하여 X축에 평행하는 직선을 구하고 두 변곡점의 Y축에 평행하는 직선을 구하여 각각 치아의 크기를 구하였다 (Fig. 1).

Table 1. The mean dimension of natural dentition of Korean (Unit: mm)

| Tooth number | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---------------------|------|-----|------|-----|-----|------|------|
| Crown height | 10.5 | 9.5 | 10.0 | 8.5 | 8.5 | 7.5 | 7.0 |
| Mesiodistal length | 8.5 | 7.0 | 7.5 | 7.5 | 7.0 | 10.5 | 9.5 |
| Buccolingual length | 7.0 | 6.5 | 8.0 | 9.5 | 9.0 | 11.0 | 11.0 |

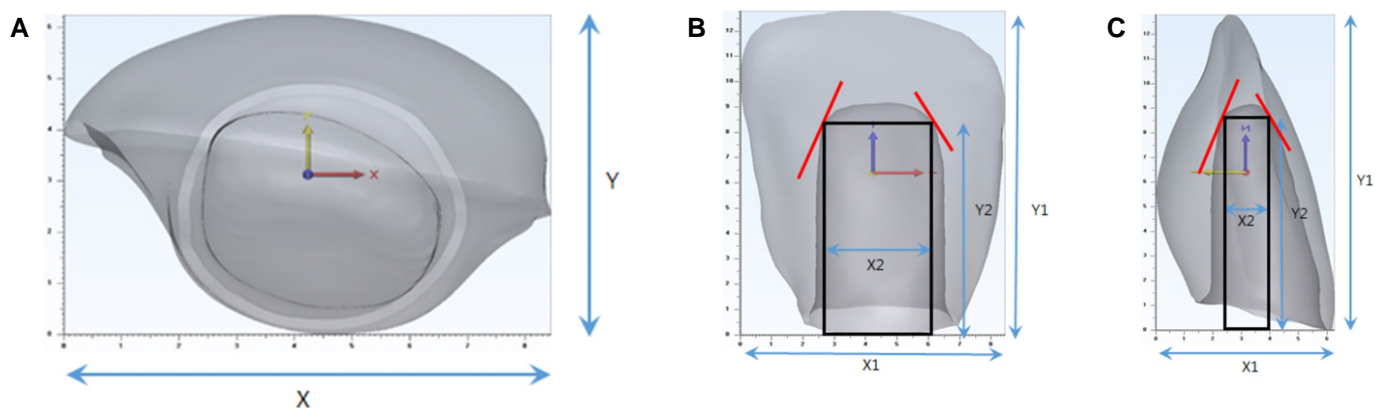


Fig. 1. 3D volume was projected on each plane. The outer line was measured through external tangent line, and inner line was measured through inflection point of tangent line using Mimics auto setup. (A) Transverse Plane, (B) Frontal Plane, (C) Sagittal Plane.

결과

1. 전치군 (Fig. 2, Fig. 3, Fig. 4, Fig. 5, Fig. 6)

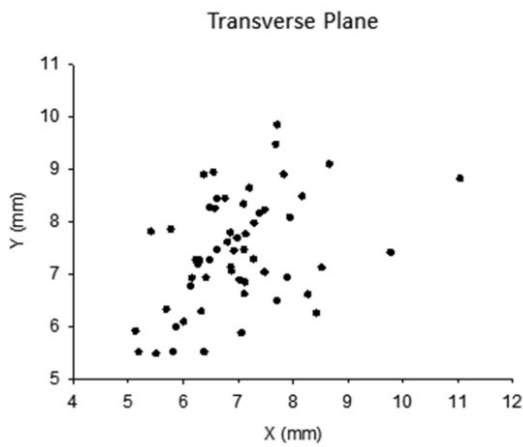


Fig. 2. Mesiodistal length (X) of incisal group in transverse plane is (6.98 ± 1.05 mm, Max = 11.05 mm), buccolingual length (Y) is (7.39 ± 1.05 mm, Max = 9.84 mm).

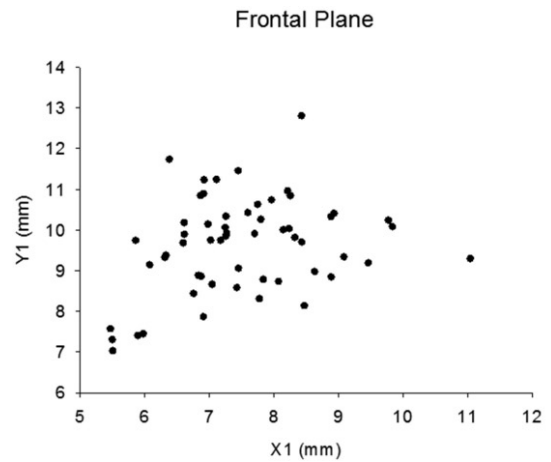


Fig. 3. Mesiodistal length (X1) of incisal group in frontal plane is (7.50 ± 1.15 mm, Max = 11.04 mm), crown height (Y) is (9.61 ± 1.17 mm, Max = 12.80 mm).

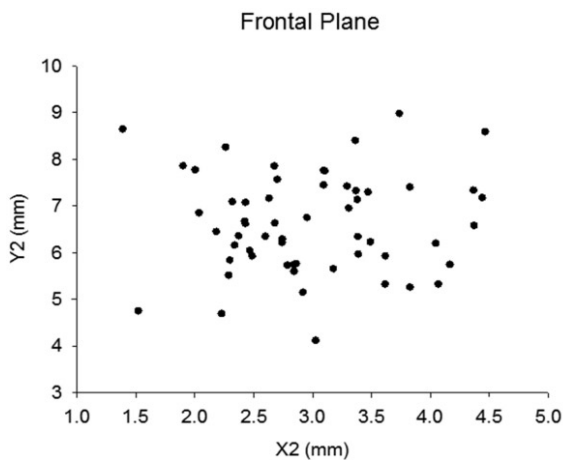


Fig. 4. Mesiodistal length (X2) of prepared incisal group in frontal plane is (2.98 ± 0.73 mm, Min = 1.39 mm), crown height (Y2) is (6.60 ± 1.05 mm, Min = 4.11 mm).

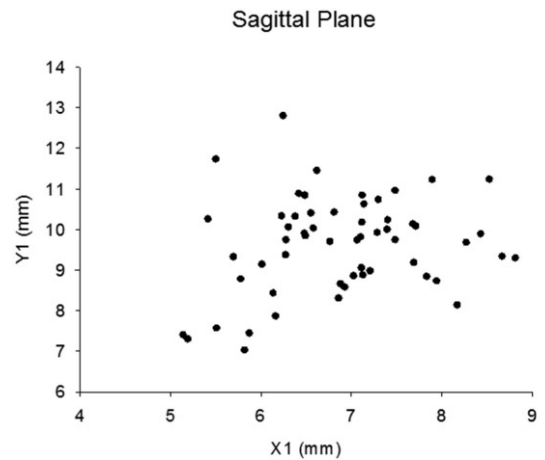


Fig. 5. Buccolingual length (X1) of incisal group in sagittal plane is (6.88 ± 0.88 mm, Max = 4.04 mm), crown height (Y1) is (9.61 ± 1.17 mm, Max = 9.62 mm).

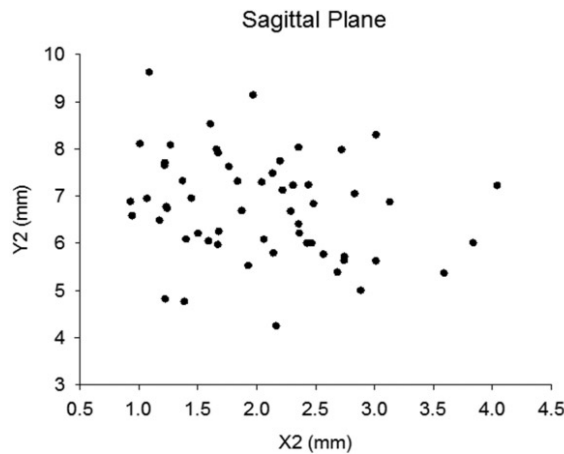


Fig. 6. Buccolingual length (X2) of prepared incisal group in sagittal plane is (2.04 ± 0.73 mm, Min = 0.93 mm), crown height (Y2) is (6.75 ± 1.09 mm, Min = 4.24 mm).

2. 소구치군 (Fig. 7, Fig. 8, Fig. 9, Fig. 10, Fig. 11)

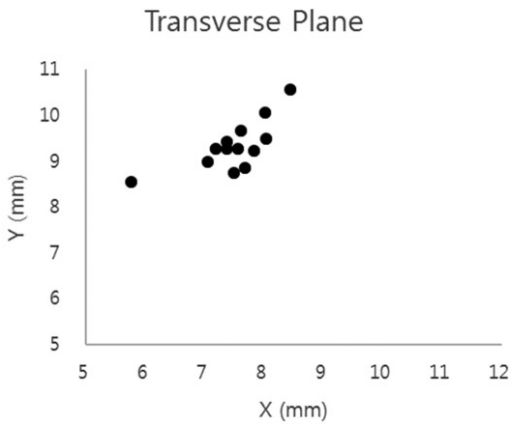


Fig. 7. Mesiodistal length (X) of premolar group in transverse plane is (8.01 ± 1.47 mm, Max = 12.03 mm), buccolingual length (Y) is (9.74 ± 1.18 mm, Max = 13.33 mm).

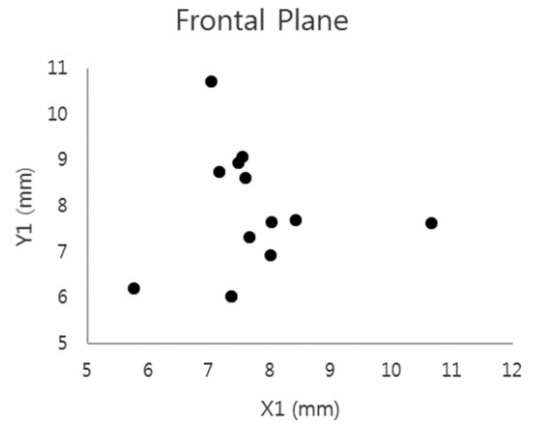


Fig. 8. Mesiodistal length (X1) of premolar group in frontal plane is (8.01 ± 1.46 mm, Max = 12.09 mm), crown height (Y) is (8.01 ± 1.48 mm, Max = 11.07 mm).

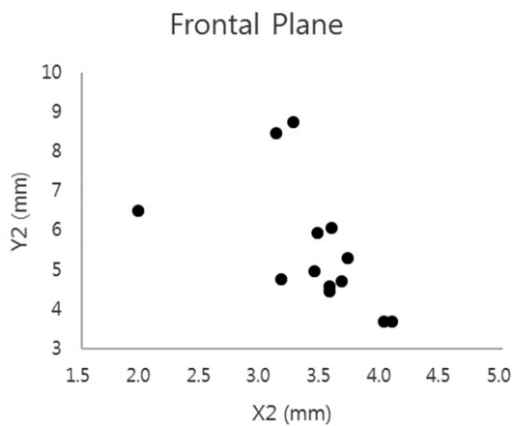


Fig. 9. Mesiodistal length (X2) of prepared premolar group in frontal plane is (4.10 ± 1.78 mm, Min = 1.97 mm), crown height (Y2) is (5.37 ± 1.49 mm, Min = 3.67 mm).

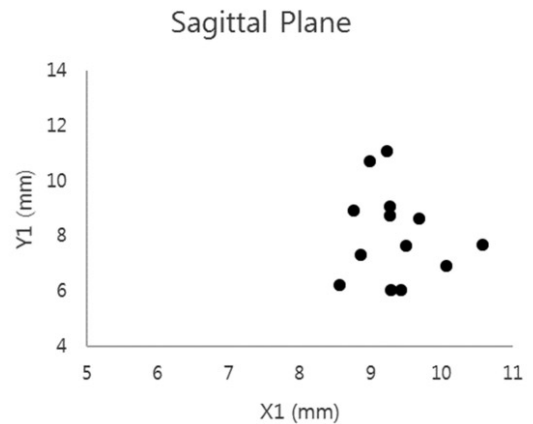


Fig. 10. Buccolingual length (X1) of premolar group in sagittal plane is (9.76 ± 1.22 mm, Max = 13.48 mm), crown height (Y1) is (8.01 ± 1.48 mm, Max = 11.07 mm).

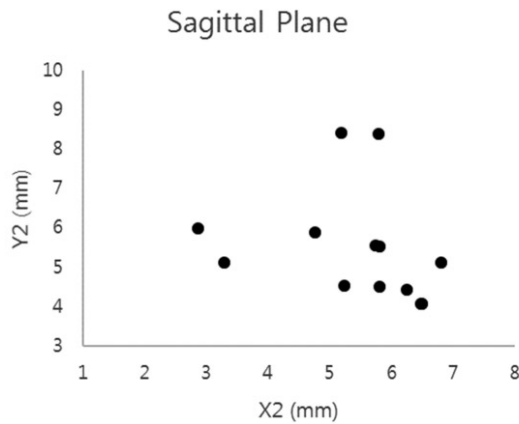


Fig. 11. Buccolingual length (X2) of prepared premolar group in sagittal plane is (5.86 ± 1.55 mm, Min = 2.86 mm), crown height (Y2) is (5.38 ± 1.33 mm, Min = 4.07 mm).

3. 대구치군 (Fig. 12, Fig. 13, Fig. 14, Fig. 15, Fig. 16)

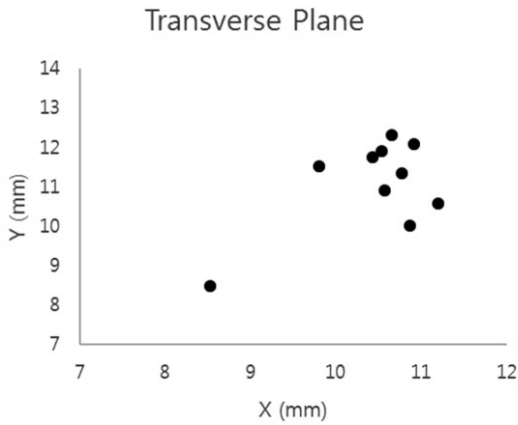


Fig. 12. Mesiodistal length (X) of molar group in transverse plane is $(10.87 \pm 1.04$ mm, Max = 12.63 mm), buccolingual length (Y) is $(11.41 \pm 1.18$ mm, Max = 13.33 mm).

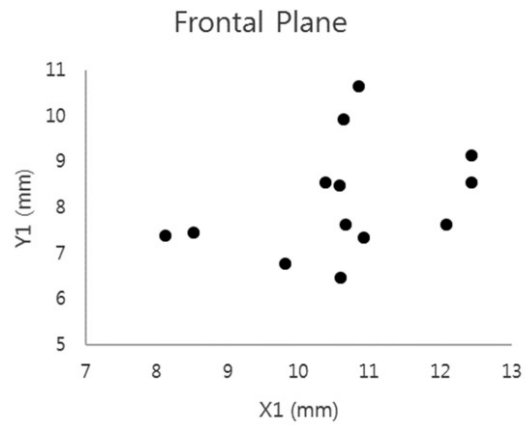


Fig. 13. Mesiodistal length (X1) of molar group in frontal plane is $(10.62 \pm 1.25$ mm, Max = 12.44 mm), crown height (Y) is $(8.15 \pm 1.17$ mm, Max = 10.65 mm).

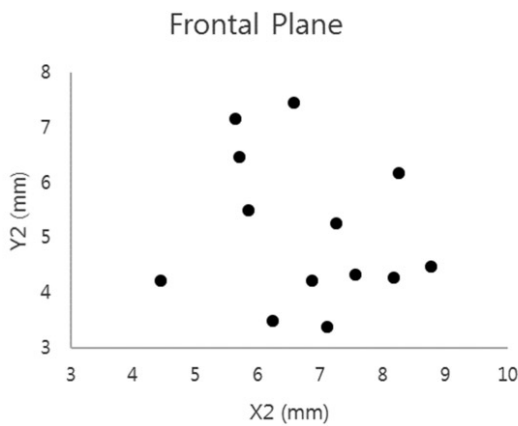


Fig. 14. Mesiodistal length (X2) of prepared molar group in frontal plane is $(6.80 \pm 1.18$ mm, Min = 4.44 mm), crown height (Y2) is $(5.11 \pm 1.29$ mm, Min = 3.38 mm).

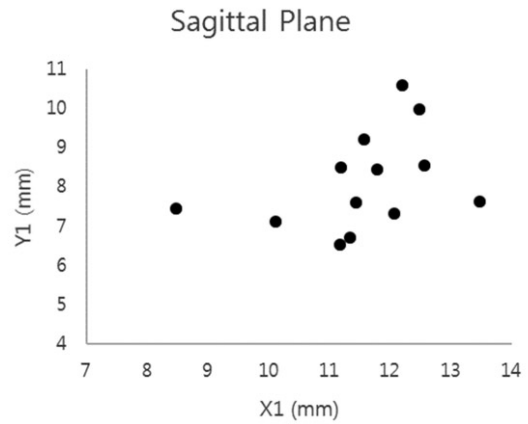


Fig. 15. Buccolingual length (X1) of molar group in sagittal plane is $(11.53 \pm 1.18$ mm, Max = 13.48 mm), crown height (Y1) is $(8.12 \pm 1.19$ mm, Max = 10.59 mm).

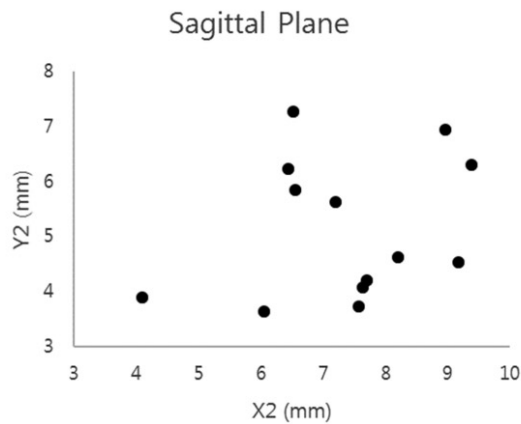


Fig. 16. Buccolingual length (X2) of prepared molar group in sagittal plane is $(7.34 \pm 1.40$ mm, Min = 4.09 mm), crown height (Y2) is $(5.15 \pm 1.23$ mm, Min = 3.63 mm).

4. 결과 값(Table 2)

고찰

치아형태학¹³에 따른 전치군의 치관길이 평균값은 10 mm, 근원심 7 mm, 협설 72 mm이며, 소구치군의 치관길이 평균값은 8.5 mm, 근원심 7.25 mm, 협설 9.25 mm이며, 대구치군의 치관길이 평균값은 7.25 mm, 근원심 10 mm, 협설 11 mm이다. 이는 디지털로 측정된 전치군 치관길이(N=57) 9.61 ± 1.17 mm, 근원심 6.98 ± 1.05 mm, 협설 7.39 ± 1.05 mm, 소구치군 치관길이(N=15) 8.01 ± 1.48 mm, 근원심 8.01 ± 1.47, 협설 9.74 ± 1.18 mm, 대구치군 치관길이(N=13) 8.15 ± 1.17 mm, 근원심 10.87 ± 1.04 mm, 협설 11.41 ± 1.18 mm으로 통계적으로 유의미한 차이는 없어 보인다.

따라서 3차원 스캔을 이용한 치아 크기 측정이 신뢰할 만한 방법이라는 것을 알 수 있다.

측정에서 보여준 삭제된 전치군(N=57) 치아의 평균 치관길이는 6.60 ± 1.05 mm, 근원심 2.98 ± 0.73 mm, 협설 2.04 ± 0.73 mm 이고, 소구치군(N=15) 치아의 평균 치관길이는 5.37 ± 1.49 mm, 근원심 4.10 ± 1.78 mm, 협설 5.86 ± 1.55 mm, 대구치군(N=13) 치아의 평균 치관길이는 5.11 ± 1.29 mm, 근원심 6.80 ± 1.18 mm, 협설 7.34 ± 1.40 mm이다.

위 측정값에 따라 기성 지르코니아 블락을 삭제된 치아 크기에 맞춰 맞춤형으로 제작이 가능 할 것으로 생각되고, 밀링 면적 감소에 따른 시간 절약, 밀링 도구의 손상을 최소화, 칩 생성 방지 등의 효과를 기대할 수 있다 (Fig. 17).

Table 2. The mean length of each tooth group sorted by each planes (unit: mm)

| | Transverse plane | Frontal plane | Sagittal plane |
|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Incisals (N = 57) | MD = 6.98 ± 1.05 | MD = 7.50 ± 1.15 | BL = 6.88 ± 0.88 |
| | BL = 7.39 ± 1.05 | CH = 9.61 ± 1.17 | CH = 9.61 ± 1.17 |
| | | MDP = 2.98 ± 0.73 | BLP = 2.04 ± 0.73 |
| | | CHP = 6.60 ± 1.05 | CHP = 6.75 ± 1.09 |
| Premolars (N = 15) | MD = 8.01 ± 1.47 | MD = 8.01 ± 1.46 | BL = 9.76 ± 1.22 |
| | BL = 9.74 ± 1.18 | CH = 8.01 ± 1.48 | CH = 8.01 ± 1.48 |
| | | MDP = 4.10 ± 1.78 | BLP = 5.86 ± 1.55 |
| | | CHP = 5.37 ± 1.49 | CHP = 5.38 ± 1.33 |
| Molars (N = 13) | MD = 10.87 ± 1.04 | MD = 10.62 ± 1.25 | BL = 11.53 ± 1.18 |
| | BL = 11.41 ± 1.18 | CH = 8.15 ± 1.17 | CH = 8.12 ± 1.19 |
| | | MDP = 6.80 ± 1.18 | BLP = 7.34 ± 1.40 |
| | | CHP = 5.11 ± 1.29 | CHP = 5.15 ± 1.23 |

MD = mesiodistal length, BL = buccolingual length, CH = crown height, MDP = mesiodistal length of prepared tooth, BLP = buccolingual length of prepared tooth, CHP = crown height of prepared tooth.

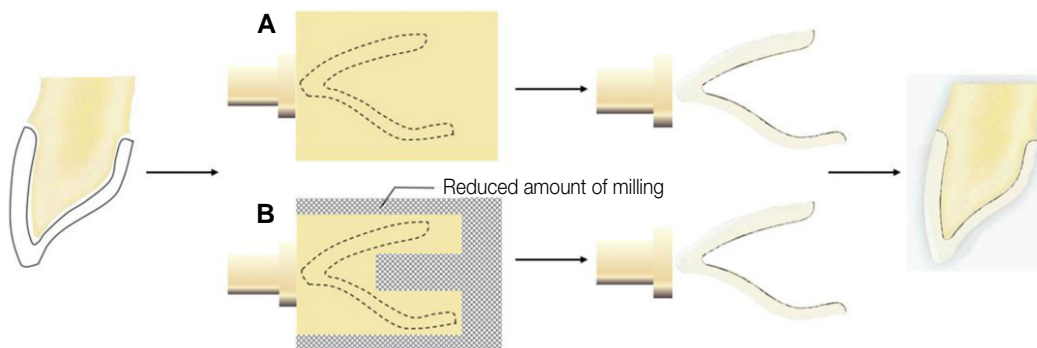


Fig. 17. Comparison of milling area between conventional zirconia block (A) and customized zirconia block (B).

결론

한국인의 전치부, 소구치부, 대구치부 치아의 삭제량과 치아 크기 값의 평균값을 구함으로써 그 값을 이용하여 맞춤형 지르코니아 블락을 만들 수 있다. 미리 삭제된 맞춤형 지르코니아 블락은 소결 후 밀링 시 그 시간과 버 소모를 줄일 수 있다. 추후 밀링 후 맞춤형 지르코니아 블락을 통해 제작된 지르코니아 크라운의 마진 적합도, 색조, 강도, 인성 등을 평가할 수 있을 것으로 기대된다.

ORCID

Min-Hyuk Kim <https://orcid.org/0000-0002-1592-9256>

Sung-Hun Kim <https://orcid.org/0000-0003-3289-9703>

In-Sung Yeo <https://orcid.org/0000-0002-6780-2601>

Hyung-In Yoon <https://orcid.org/0000-0002-9597-6342>

Jae-Hyun Lee <https://orcid.org/0000-0002-2631-7722>

Jung-Suk Han <https://orcid.org/0000-0002-9439-1465>

References

- Giordano RA. Dental ceramic restorative systems. *Compend Contin Educ Dent* 1996;17:779-82, 784-6 passim; quiz 794.
- Campbell SD. A comparative strength study of metal ceramic and all-ceramic esthetic materials: modulus of rupture. *J Prosthet Dent* 1989;62:476-9.
- Seghi RR, Sorensen JA. Relative flexural strength of six new ceramic materials. *Int J Prosthodont* 1995;8:239-46.
- Kelly JR. Dental ceramics: current thinking and trends. *Dent Clin North Am* 2004;48:viii, 513-30.
- Kang DW. *Fixed prosthodontics*. 1st ed. DanhanNarae Publishing; Seoul; 2012. p. 330.
- Okutan M, Heydecke G, Butz F, Strub JR. Fracture load and marginal fit of shrinkage-free ZrSiO₄ all-ceramic crowns after chewing simulation. *J Oral Rehabil* 2006;33:827-32.
- Hjerpe J, Vallittu PK, Fröberg K, Lassila LV. Effect of sintering time on biaxial strength of zirconium dioxide. *Dent Mater* 2009;25:166-71.
- Kunii J, Hotta Y, Tamaki Y, Ozawa A, Kobayashi Y, Fujishima A, Miyazaki T, Fujiwara T. Effect of sintering on the marginal and internal fit of CAD/CAM-fabricated zirconia frameworks. *Dent Mater J* 2007;26:820-6.
- Bolton WA. The clinical application of a tooth size analysis. *Am J Orthod* 1962;48:504-29.
- Kim EJ, Hwang HS. Reproducibility and accuracy of tooth size measurements obtained by the use of computer. *Korean J Orthod* 1999;29:563-73.
- Sim EJ, Hwang HS, Moon JD. A study on the error of tooth size measurements. *Korean J Orthod* 1999;29:491-502.
- Kim DS, Kim YJ, Choi JH, Han JH. A study of Korean norm about tooth size and ratio in Korean adults with normal occlusion. *Korean J Orthod* 2001;31:505-15.
- Lee SP. *Dental anatomy*. 1st ed. DanhanNarae Publishing; Seoul; 2009. p. 46.

맞춤형 지르코니아 블락 제작을 위한 삭제된 치아의 평균 크기 분석

김민혁 · 김성훈 · 여인성 · 윤형인 · 이재현 · 한중석*

서울대학교 치의학대학원 치과보철학교실

목적: 지르코니아는 소결 과정에서 3차원적으로 수축이 일어나기 때문에, 원하지 않는 체적 변화에 따른 오차가 존재하여 완전 소결된 지르코니아를 밀링하여, 오차를 줄이려는 노력이 있었으나, 재료의 단단함으로 인해 밀링 시간이 오래 걸리고, 밀링기구에 손상이 생길 수 있고, 기공 과정 중 칩 생성이 있을 수 있다. 삭제된 치아의 평균값을 구하여 제작된 맞춤 지르코니아 블락은 이러한 단점을 극복할 수 있을 것이다.

재료 및 방법: 삭제된 치아들을 모델화하여 스캔 후 얻어진 STL file을 이용하여, 치아 크기를 분석하였다. Mimics 및 포토샵을 사용하여 각각의 치아의 횡단면, 전두면, 시상면, 세 면을 기준면으로 정하여, 각각의 면에 3D volume을 투영 후 외곽의 크기는 외곽 접선을 통해, 내곽의 크기는 내부 홀의 상단 부 변곡점에 접선을 구하여 각각 치아의 크기를 분석하였다.

결과: 측정에서 보여준 삭제된 전치군(N=57) 치아의 평균 치관 길이는 6.60 ± 1.05 mm, 근원심 2.98 ± 0.73 mm, 협설 2.04 ± 0.73 mm 이고, 소구치군(N=15) 치아의 평균 치관 길이는 5.37 ± 1.49 mm, 근원심 4.10 ± 1.78 mm, 협설 5.86 ± 1.55 mm, 대구치군(N=13) 치아의 평균 치관길이는 5.11 ± 1.29 mm, 근원심 6.80 ± 1.18 mm, 협설 7.34 ± 1.40 mm 이다.

결론: 한국인의 전치부, 소구치부, 대구치부 치아의 삭제량과 치아 크기 값의 평균값을 구함으로써 그 값을 이용하여 맞춤형 지르코니아 블락을 만들 수 있다. (대한치과보철학회지 2017;55:381-8)

주요단어: 지르코니아; 소결; 맞춤형 지르코니아 블락

*교신저자: 한중석

03080 서울 종로구 대학로 101 서울대학교 치의학대학원 치과보철학교실

02 2072 2661: e-mail, proshan@smu.ac.kr

원고접수일: 2017년 6월 7일 / 원고최종수정일: 2017년 8월 16일 / 원고채택일: 2017년 8월 21일

© 2017 대한치과보철학회

CC 이 글은 크리에이티브 커먼즈 코리아 저작자표시-비영리 3.0 대한민국 라이선스에 따라 이용하실 수 있습니다.