

Glazing 횟수가 전장지르코니아에 미치는 굴곡강도와 표면 미세구조의 변화

오선미

동남보건대학교 치기공과

A study of the changes in the strength and microstructure of the zirconia crown surface by the glazing number

Seon Mi Oh

Department of Dental Technology, Dongnam Health University, Suwon, Korea

Article Info

Received February 16, 2021

Revised March 22, 2021

Accepted May 14, 2021

Corresponding Author

Seon Mi Oh

Department of Dental Technology, Dongnam Health University, 50 Cheoncheon-ro, 74beon-gil, Jangan-gu, Suwon 16328, Korea

E-mail: smoh@dongnam.ac.kr

https://orcid.org/0000-0003-0321-6344

Purpose: This study aimed to investigate the flexural strength and surface microstructure of the zirconia crown according to the number of glazing zirconia prostheses.

Methods: The specimens were made as follows. A specimen without glazing: 1ea, first glazed specimens (group B): 10ea, second glazed specimens (group C): 10ea, third glazed specimens (group D): 10ea. Three-point measuring strength equipment and electron microscopes were used for strength measurement and microstructure observation. As for statistical analysis, one-way ANOVA and t-test (level of significance level=5%) were used to determine the difference in the change in flexural strength according to the number of glazing zirconia prostheses.

Results: ANOVA analysis of groups B (1st glazing), C (2nd glazing), and D (3rd glazing) revealed that the change in strength between the groups is statistically significant ($p=0.023$). The Mann-Whitney test for each group revealed that the difference in flexural strength between groups B and C was not statistically significant ($z=-0.302$, $p=0.762$) while that between groups C and D was statistically significant ($z=-0.257$, $p=0.01$). Microstructure observation revealed 3 changes in the microstructure of the surface of the glaze powder were observed.

Conclusion: According to the number of glazing zirconia prostheses, it was found that the difference in strength between groups was statistically significant, and changes in the microstructure were observed.

Key Words: Flexural strength, Glazing, Three-point bending test, Zirconia

INTRODUCTION

자연치의 결함과 결손을 회복시켜 주기 위하여 제작되는 치과보철물은 저작, 발음, 심미 등의 기능적인 역할과 재료의 생체친화성이 중요하다. 생체친화적인 재료로 임상에서는 금(Gold)과 지르코니아(Zirconia)를 많이 사용하고 있다. 금은 연성, 전성이 뛰어난 재료로 치과 보철물 제작에 지속적으로 사용되고 있으나 심미성이 요구되는 전치부에서는 사용이 제한적이다. 반면 생체친화적이면서 심미적인 재료인 지

르코니아는 높은 강도로 인해 가공이 힘들어 치과 재료로 사용하기에 부적절하였으나 CAD/CAM (computer-aided design/computer-aided manufacturing) system이 빠르게 치과기공소에 보급되면서 치과 보철 제작 재료로의 사용량이 급속히 증가하고 있다. CAD/CAM system을 이용한 지르코니아 가공방식은, 컴퓨터를 활용하여 디자인한 후 부분소결 상태에서 밀링 후 다시 완전소결시킨 지르코니아를 치과보철물 재료로 사용한다. 지르코니아는 현재 치과 재료로 개발된 세라믹 재료 중 강도가 높으며 생체적합성과 부식 저항성이 우수하여 염

증반응과 알레르기를 유발하지 않는 우수한 재료로 평가받고 있다[1]. 기존 PFM (porcelain fused metal), PFG (porcelain fused gold)의 도재전장관은 내부 코어와 도재간의 열팽창계수의 불일치로 도재의 파절 현상이 발생하였고, 변연부 금속 마진의 노출로 인한 심미적인 문제점이 발생되었다. 또한 불투명 도재의 빛 반사 현상으로 인한 심미성 저하, 금속에 의한 알레르기 반응 등도 문제점으로 지적되어 왔다[2]. 현재 치과 재료로 사용되고 있는 지르코니아는 파절강도가 금속과 비슷하여 금속 코어를 대체하는 내부 코어의 재료로 개발되기 시작하였다. 하지만 지르코니아 내부 코어에 도재를 올려 소성하는 방식은 지르코니아와 도재와의 결합력 저하와 축성되는 도재량이 적어 도재가 파절되는 문제를 일으켰다. 그러한 점을 개선하고자 치과분야에서는 지르코니아 치관(zirconia crown) 보철물을 제작하기 시작하였다. 지르코니아 치관 보철물은 강도와 기능적인 부분에서 요구되어지는 자연치아의 삭제량을 줄일 수 있어 치과외과를 비롯한 환자들에게 큰 만족감을 주고 있다[3,4]. 초창기 지르코니아 치관 보철물은 높은 강도를 얻을 수 있는 장점이 있었지만 지르코니아의 색상이 불투명한 백색을 띄고 있어, 치과보철물 제작 시 자연스러운 색감을 재현하기가 어려웠고 그로 인해 구치부에만 제한적으로 사용하였다[5,6]. 이러한 단점을 보완하기 위하여 제조사들은 색조가 첨가된 유색 지르코니아(pre-shaded zirconia)를 제조하고 있다[7]. 또한 투명성이 증가한 반투명 지르코니아(high translucency zirconia)의 개발로 구치부 뿐만 아니라 전치부에도 지르코니아 치관 보철물이 가능하게 되었고, 현재 지르코니아 불력은 치경, 중앙, 절단부를 3단계로 색상층과 빛 투과성을 달리한, 다층 지르코니아(multi-layered zirconia block) 제품이 판매되고 있다. 이를 통해 지르코니아 재료가 가지고 있는 색상의 한계를 극복하고 심미보철 재료로 사용범위를 더욱 확대시키고 있다. 그러나 지르코니아 치관은 재료의 두께가 두꺼워질 수밖에 없다. 그로 인하여 한번으로 glazing을 마무리하지 못하고 완벽한 glazing을 위해 여러 번에 걸쳐 소성하고 있다. Glazing은 대합치 마모도 저하, 심미성 향상, 치태의 침착을 예방하는 등 치과보철물 제작 과정 중 중요한 과정으로 보철물의 크기 및 두께, 소성온도와 계류시간에 따라 광택이 달라지는데 광택이 부족한 경우 반복 소성을 진행하고 있다. 특히 교의치인 경우 가

공치의 두께가 치관에 비해 두꺼울 수밖에 없어 반복 glazing이 필요한 경우가 발생 한다. 그동안 glazing에 관한 선행연구는 셀프 glazing이나 glazing 유무에 관한 내용에 치우쳐 있고 내부 코어에 도재가 올라가는 형태의 PFM, PFG, PFZ (porcelain fused zirconia)에 관한 연구가 주를 이루었다. 이에 치과 분야에서 치관 및 가공치의 제작에 사용되고 있는 지르코니아 치관 보철물에 대한 glazing의 반복 소성이 보철물의 강도 및 파절을 포함한 물리적인 성질에 어떠한 영향을 미치는지에 대한 다양한 연구들이 필요할 것으로 생각된다.

본 연구의 목적은 지르코니아 치관 보철물 제작 시 glazing 횟수가 지르코니아 치관에 미치는 굴곡강도와 표면 미세구조의 변화를 조사하는 것이다. 연구 결과가 향후 임상 치과기공사들에게 기초자료로 제공되어 양질의 치과보철물 제작에 도움이 되고자 한다.

본 연구에서 다루고자 하는 주요 연구 주제는 다음과 같다.

- 연구문제 1: Glazing 횟수에 따라 시편의 굴곡강도에 변화가 있는가?
 - 귀무가설(H_0): Glazing 횟수에 따른 굴곡강도의 차이가 없다.
 - 대립가설(H_1): Glazing 횟수에 따른 굴곡강도의 차이가 있다.
- 연구문제 2: Glazing 1회와 2회, 2회와 3회 간의 그룹별 굴곡강도의 차이가 있는가?
 - Glazing: 1회와 2회 그룹 간 굴곡강도 비교
 - 귀무가설(H_0): Glazing 1회와 2회 실시한 그룹 간에는 굴곡강도의 차이가 없다.
 - 대립가설(H_1): Glazing 1회와 2회 실시한 그룹 간에는 굴곡강도의 차이가 있다.
 - Glazing: 2회와 3회 그룹 간 굴곡강도 비교
 - 귀무가설(H_0): Glazing 2회와 3회 실시한 그룹 간에는 굴곡강도의 차이가 없다.
 - 대립가설(H_1): Glazing 2회와 3회 실시한 그룹 간에는 굴곡강도의 차이가 있다.
- 연구문제 3: Glazing 횟수에 따라 시편의 표면에 미세변화가 있는가?

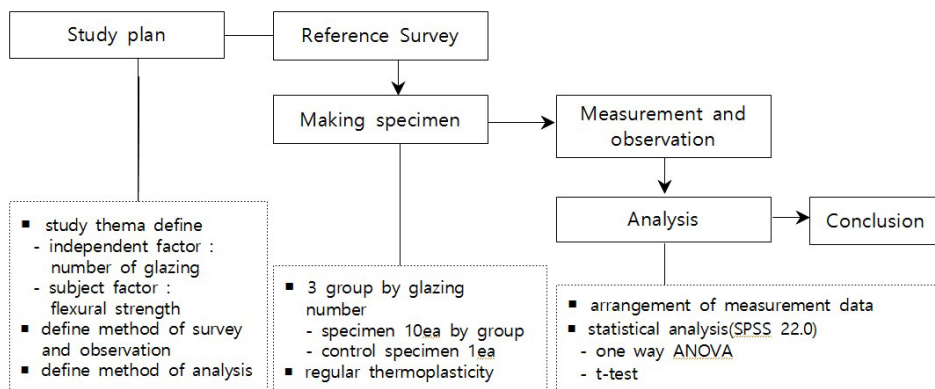


Figure 1. Study process: study plan, making specimen, measurement and observation with electron microscope and 3-point bending equipment, statistics analysis by one-way ANOVA, t-test, conclusion.

MATERIALS AND METHODS

1. 연구절차

본 연구는 다음과 같은 절차로 수행되었다(Fig. 1). 첫째, 연구계획단계에서는 연구문제를 정의하고 연구문제에 대한 독립변인은 glazing 횟수로, 종속변인은 시편의 굴곡강도로 정의하였다. 둘째, 선행연구 조사단계에서는 glazing과 굴곡강도에 대한 선행연구를 조사·분석하였다. 셋째, 시편 제작단계에서는 glazing 횟수에 따른 3개 그룹의 시편을 제작하였다. 넷째, 측정 및 관찰단계에서는 3점 굴곡강도 측정을 실시하고 전자현미경을 통해 미세조직을 관찰하였다. 다섯째, 분석단계에서는 측정 결과에 대한 통계분석을 시행하여 연구문제를 고찰하였다. 여섯째, 이러한 실험 결과를 통해 최종적인 결론을 도출하였다.

2. 시편 제작

3점 굴곡강도 실험을 위해 ISO 6872 규격에 따라 시편의 형태(4



Figure 2. Measurement of specimen thickness.

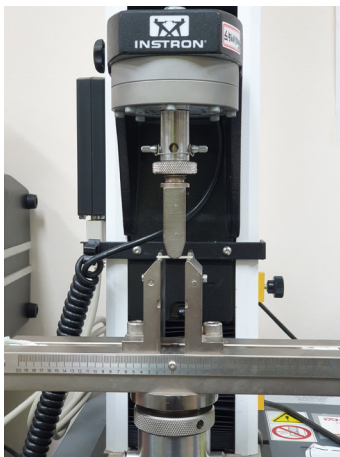


Figure 3. Three-point flexural strength measuring equipment (Instron 3345; Instron, Norwood, MA, USA).

mm×1.2 mm×25 mm)를 디자인하였다. 반소결 상태의 치과용 지르코니아 블록(ZIRCEN; Kuwotech, Gwangju, Korea)을 이용하여 31개의 시편을 제작하였다. 제작된 시편은 제조회사가 지시한 스케줄에 따라 균일한 조건에서 소결(sintering) 하였다. 소결된 시편은 초음파세척기와 스팀크리너를 이용하여 표면을 세척하고, 숙련된 한 명의 작업자가 지르코니아 전용 glaze 파우더(Cercon; Dentsply Sirona, Charlotte, NC, USA)와 전용액을 혼합하여 시편 표면에 도포한 후 도재소성로(P310; Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein)를 이용하여 소성하였다. 소성 뒤, 시편의 열적변화를 최소화하기 위하여 분당 50°C의 하강온도로 500°C까지 long term cooling을 실시하였다. Glazing을 하지 않은 A 시편 1개, 1회 glazing한 시편(B 그룹) 10개, 2회 glazing한 시편(C 그룹) 10개, 3회 glazing한 시편(D 그룹) 10개를 제작하였고 측정값의 안정적인 관리를 위해 개별 시편마다 ID번호를 부여하여 목록화하였다(Fig. 2).

3. 굴곡강도 측정

Glazing 횟수에 따른 굴곡강도를 측정하기 위하여 가공된 각각의 시



Figure 4. Electron microscope (GeminiSEM 500; Zeiss, Oberkochen, Germany).

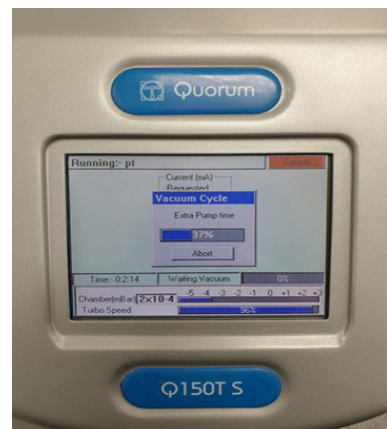


Figure 5. Specimens coated with platinum twice for 180 seconds.

편을 만능 시험기(Instron 3345; Instron, Norwood, MA, USA)로 3 점 굴곡강도 실험을 하였다. 시편을 지지대 거리 20 mm의 지그에 고정 한 다음, 1 mm/min의 크로스헤드 속도로 파절될 때까지 수직으로 시편의 중앙에 압축력을 가하여 측정하였다(Fig. 3).

4. 미세구조 관찰

Glazing 횟수에 따른 미세 조직 변화를 관찰하기 위하여 3점 굴곡 강도 실험에 사용한 시편을 그대로 사용하였으며, 각 시편의 표면을 180초 동안 2회 백금 코팅하여 가속전압 10 kV의 조건에서 5,000배 와 15,000배의 배율로 전계방출 주사전자현미경(GeminiSEM 500; Zeiss, Oberkochen, Germany)을 사용하여 관찰하였다(Fig. 4, 5).

5. 자료 분석

자료 분석을 위하여 통계분석 프로그램(IBM SPSS Statistics 22.0; IBM, Armonk, NY, USA)을 사용하였다. 연구문제 1에 관련해서 glazing 횟수에 따른 굴곡강도의 변화에 차이가 있는지 알아보기 위하여 그룹 간 굴곡강도 측정값에 일원배치분산분석(one-way ANOVA)을 시행하였다. 연구문제 2에 대해서는 1회와 2회, 그리고 2회와 3회 각각의 그룹 간 굴곡강도의 차이가 있는가를 규명하기 위하여 t-test를 사용하였다. 또한, 시편의 표본수가 정규분포에 부합하지 못하므로(그룹별 시편 표본수=10개) 비모수 분석을 실시하였다.

Table 1. Measurement result of flexural strength Mpa (1 mm/min) by group B (1st glazing), group C (2nd glazing), group D (3rd glazing)

Specimens no.	Flexural strength Mpa (1 mm/min)	Specimens no.	Flexural strength Mpa (1 mm/min)	Specimens no.	Flexural strength Mpa (1 mm/min)
B1	527.18	C1	537.27	D1	690.02
B2	636.32	C2	580.64	D2	673.67
B3	654.27	C3	611.45	D3	622.95
B4	590.68	C4	480.41	D4	756.53
B5	577.13	C5	817.25	D5	761.33
B6	557.52	C6	432.48	D6	639.68
B7	533.93	C7	538.02	D7	616.05
B8	710.82	C8	586.96	D8	530.50
B9	572.50	C9	615.35	D9	924.29
B10	566.39	C10	582.35	D10	622.74

Table 2. Result of ANOVA analysis of changes in strength by glazing number: changes in strength are statistically valid

Glazing number	1st Glazing (n=10)	2nd Glazing (n=10)	3rd Glazing (n=10)	x ²	p-value
	Mean±SD	Mean±SD	Mean±SD		
Strength (Mpa)	592±57.71	578±102.09	683±108.03	7.5	0.023

SD: standard deviation.

Table 3. Result of t-test analysis of difference in flexural strength between groups B (1st glazing) and C (2nd glazing): difference in flexural strength between groups (B, C) are not statistically valid

Glazing number	1st Glazing (n=10)	2nd Glazing (n=10)	Z	p-value
	Mean±SD	Mean±SD		
Strength (Mpa)	592±57.71	578±102.09	-0.302	0.762

SD: standard deviation.

Table 4. Result of t-test analysis of difference in flexural strength between groups C (2nd glazing) and D (3rd glazing): difference in flexural strength between groups (C, D) are statistically valid

Glazing number	2nd Glazing (n=10)	3rd Glazing (n=10)	Z	p-value
	Mean±SD	Mean±SD		
Strength (Mpa)	578±102.09	683±108.03	-0.257	0.01

SD: standard deviation.

RESULTS

1. 굴곡강도

시편의 glazing 횟수에 따른 굴곡강도 측정 결과는 Table 1과 같다. 연구문제 1에 대한 분석 결과, glazing을 1회(평균[Mean]=592, 표준편차[SD]=57.71), 2회(평균[Mean]=578, 표준편차[SD]=102.09), 3회(평균[Mean]=683, 표준편차[SD]=108.03) 실시한 그룹 간에는 통계적으로 유의한 차이가 나타났다($p=0.023$) (Table 2).

연구문제 2와 3에 대해서는 집단별로 Mann-Whitney 검정을 하였으며, 그 결과 glazing을 1회 소성한 시편과 2회 소성한 시편 간에는 굴곡강도의 차이가 통계적으로 유의하지 않은 것으로 나타났고 ($Z=-0.302$, $p=0.762$), glazing을 2회 소성한 시편과 3회 소성한 시편 간에는 굴곡강도의 차이가 통계적으로 유의하게 나타났다($Z=-0.257$, $p=0.01$). 이를 종합하여 볼 때, glazing 횟수에 따라 강도의 차이가 발생하며, 1회에서 2회까지는 강도의 변화가 미미했으나 3회부터는 강도가 급격히 증가하는 결과가 나타났다(Table 3, 4).

2. 미세구조 관찰에 관한 분석

Glazing 시편의 미세구조 변화를 관찰하기 위하여 굴곡강도 실험에 사용한 파절된 시편의 표면을 주사전자현미경으로 확인하였다. Glaz-

ing을 하지 않은 시편 1개(A)와 각 그룹(B, C, D)에서 그룹별 굴곡강도의 평균값에 가장 근접한 시편이 관찰대상이며, B 그룹에서는 B4, C 그룹에서는 C2, D 그룹에서는 D1 시편을 선택하였다. 그 결과, glazing을 하지 않은 A 시편과 B4, C2 시편에서 불규칙한 기포와 국소적인 응집층이 관찰되었다. D1에서는 균일한 표면과 글라스가 일부 관찰되었으며 이는 시편 표면에 glazing을 통해서 적층된 glaze 파우더가 도포 및 소성되면서 도재층을 형성하였기 때문인 것으로 보인다. 이러한 glaze 파우더 층은 소성횟수가 증가할수록 두께도 증가하여 강도에 영향을 주는 것으로 판단된다(Fig. 6, 7).

DISCUSSION

완전소결된 지르코니아의 표면은 부분소결 상태의 밀링 가공으로 발생하는 bur의 스크래치가 남아있어 그대로 구강 내에 합착할 경우 저작과 기능운동으로 인해 대합치의 심한 마모를 초래할 수 있다. 그러므로 임상에서는 완전소결 된 지르코니아를 연마 기구를 통해 최대한 스크래치를 제거하고, 그 위에 glazing 작업을 완료한 후 구강 내에 합착하고 있다. Nam [8]은 glazing 처리된 지르코니아는 사용한 glazing 파우더에 상관없이 자연치와 유사한 마모를 보였고, 지르코니아 표면 처리 등의 외력조건에 따라 자연치 마모량에 변화가 있다는 의견을 제

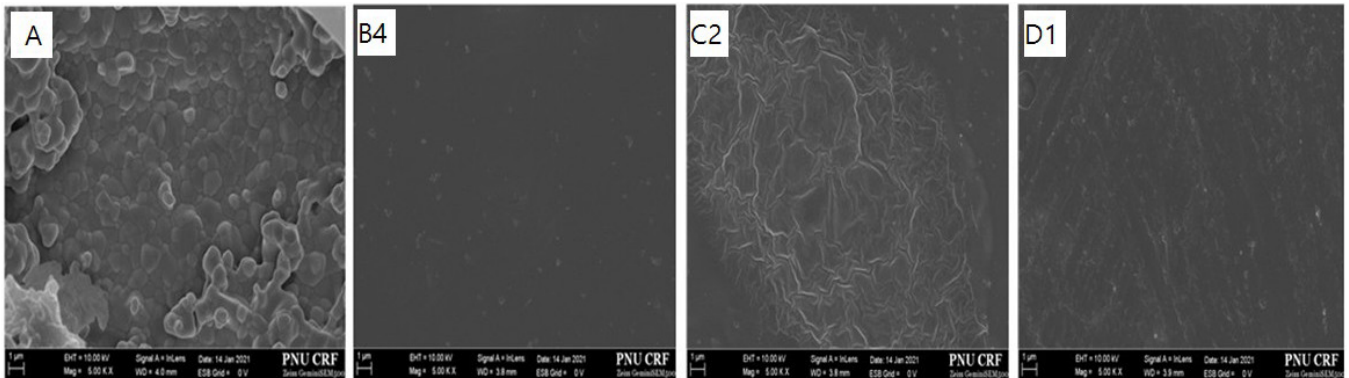


Figure 6. Specimen photographs measured at x5,000 using the electron microscope (A, B4, C2, D1).

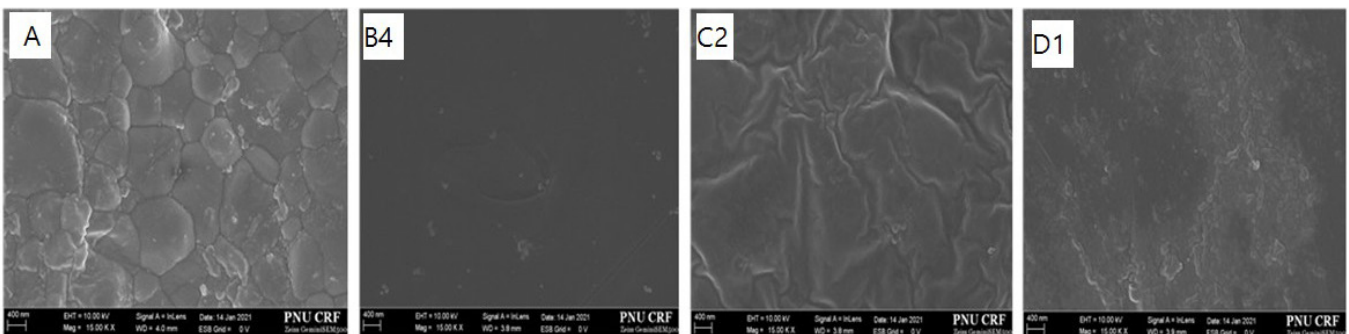


Figure 7. Specimen photographs measured at x15,000 using the electron microscope (A, B4, C2, D1).

시하며 glazing의 중요성을 강조하고 있다. 또한 Ryu [9]는 glazing 처리한 도재 표면을 연마하면 강도가 낮아지는 경향을 보인다는 의견을 제시하여 glazing 후의 교합삭제에 대한 부정적인 연구결과도 제시하였다. Glazing은 치과보철물의 매끄러운 표면을 만들어 주어 대합치의 마모와 심미성 및 치태의 침착을 예방하는 효과를 얻을 수 있으므로 치과보철물 제작에 있어서 중요한 과정 중 하나이다. Glazing 처리가 세라믹 재료의 강도에 미치는 영향에 관해서는 다양한 선행 연구가 수행되었다. Brackett 등[10]은 도재에 대한 여러 표면처리 방법 중 오버 glazing 처리한 시편의 굽힘강도가 가장 높다는 의견을 보고했으며, Griggs 등[11]은 도재 연마 후 glazing 처리는 미세 균열의 깊이를 감소시키고 강도를 증가시킨다고 보고 하였다. Sim [12]은 리튬디실리케이트에 대한 glazing 처리가 굽힘 강도에 영향을 미친다고 보고 하였다. 그러나 그동안 glazing에 대한 선행연구는 거의 대부분의 연구 주제가 이중구조도재판이거나 리튬디실리케이트 재료에 국한되어, 임상에서 지르코니아 치관 보철물의 두께가 두꺼워지면서 반복 glazing이 이루어지고 있는데도 이에 관한 연구는 미미한 실정이다. 지르코니아 치관 수복물의 glazing을 위한 열처리는 상변이로 형성된 표면의 잔류 압축응력을 이완시켜 강도를 감소시킨다. Nam [8]의 연구에서도 glazing은 반투명 지르코니아의 굽힘강도를 유의하게 감소시킨 것으로 ($p < 0.001$) 보고하였다. 이러한 선행연구결과를 검토해 볼 때 glazing 횟수에 따른 지르코니아 굽힘강도의 정략적 변화에 대한 연구는 매우 부족하다. 이에 본 실험의 목적은 glazing 횟수가 지르코니아 치관에 미치는 굴곡강도와 표면 미세구조의 변화를 알아보는 것으로, glazing 시행 횟수에 따른 시편의 굴곡강도의 변화는 분명히 나타났다(연구문제 1) (Fig. 8). 이는 Brackett 등[9]이 보고한 일반적인 glazing보다 오버 glazing 처리한 시편의 굽힘강도가 더 높다는 연구결과와 부합된다. 연구문제 2에서 제시한 glazing 횟수로 구분된 집단 간 굴곡강도 비교에 대해서는 glazing을 1회 시행한 그룹(B 그룹)과 2회 시행한 그룹(C 그룹) 간에는 굴곡강도의 차이가 나타나지 않았고(Table 3), 2회와 3회에서는 굴곡강도의 차이가 나타났다(Table 4). 분석 결과, C 그룹이

B 그룹보다 굴곡강도가 적게 나오긴 했으나 이는 t-test 결과 통계적으로 의미 없는 것으로 나타났으므로($p=0.762$) glazing 1회와 2회에서는 굴곡강도의 변화가 없는 것으로 판단했다. 또한, glazing 2회와 3회에서는 통계적으로 의미 있는 굴곡강도의 차이가 나타났다($p=0.01$). 일반적으로 glazing은 시편의 표면을 코팅하는 구조로 제작되기 때문에 glazing이 지르코니아 시편 자체의 구조변화를 발생시키기는 어려워 보인다. 따라서 glazing 횟수에 따라 굴곡강도가 변화되는 원인은 glaze의 재질이 시편의 표면에 지속적으로 적층되면서 발생하는 부가적인 물리적 특성이라고 이해하는 것이 보다 합리적일 것이다. 또한 추가적으로 시편의 표면과 glaze 파우더가 물리적으로 결합되면서 발생하는 결합강도도 일부 영향이 있을 것으로 생각된다. 주사전자현미경을 이용하여 시편의 표면 미세구조 변화를 관찰한 결과 A, B4, C2, D1 시편은 현저한 표면 미세 변화가 관찰되었다. Glazing이 1회(B4) 처리된 지르코니아 시편의 경우, 표면에 여러 개의 작은 기포들이 관찰되었고 glazing이 2회(C2) 처리된 지르코니아 시편의 경우, 표면에 입자들의 불규칙한 응축 현상이 관찰되었으며 glazing이 3회(D1) 처리된 지르코니아 시편의 경우, 2회(C2) 때 보였던 불규칙한 응축현상이 없어지면서 비교적 균일한 표면과 부분적인 글라스 층이 관찰되었다. 이러한 관찰 결과의 원인은 첫째, 지르코니아 표면에 추가로 생성된 glaze 층이 규칙적으로 도포되지 못했을 경우, 둘째, glaze 파우더 축성 시 기포가 발생된 경우, 셋째, 반복소성에 의한 glaze 파우더의 입자구조의 변화일 것으로 추측된다. 본 연구에서는 모든 시편의 표면 구조를 관찰한 것이 아니고 각 그룹별 대표 시편만을 관찰한 것으로 이러한 원인을 일반화하기에는 한계가 있지만 glazing 횟수에 따른 표면의 변화가 지르코니아의 굽힘강도에 영향을 미쳤을 것이라는 추론은 선행연구와도 비교해 볼 때 지배적인 연구 결과로 판단된다. 본 연구는 glazing 횟수가 지르코니아 치관에 미치는 굴곡강도와 미세구조의 변화를 분석하였으며, glazing 횟수는 시편의 굴곡강도와 표면 미세구조에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 따라서 임상에서 지르코니아 치관 제작 시 두께가 두꺼운 치관이나 가공치를 반복 glazing 해야 할 경우에는 소성 횟수에 주의하여야 할 것이다.

본 연구는 실험방법에 있어서 다음과 같은 한계가 존재한다. 첫째, 시편의 개수가 부족하여(10개) 굴곡강도 측정치의 통계분석 시 비모수 분석을 수행하였다. 둘째, 시편의 제품군이 다양하지 못하여 일반적인 시편의 물리적 특성을 반영하지 못하였다. 셋째, 미세구조 관찰시 다수의 시편을 종합적으로 관찰하지 못함으로 그룹별 지배적인 관찰결과를 제시하지 못하였다. 이와 같은 이유로 본 연구에서 제시한 임상적 의견을 일반화하기에는 다소 한계가 존재한다. 따라서 향후에는 glazing 횟수를 달리한 그룹별 시편의 개수를 확대하고 다양한 회사 제품의(최소 3개 이상) 시편을 적용한 후 다수 시편에 대한 전자현미경 관찰 등을 통한 보완 연구가 필요하다고 생각한다. 또한 최근 임상현장에서 요구하는 glazing 횟수의 증가로 인한 치과보철물의 심미적 변화와 물리적 변화를 규명하는 연구도 추가적으로 필요하다고 생각한다.

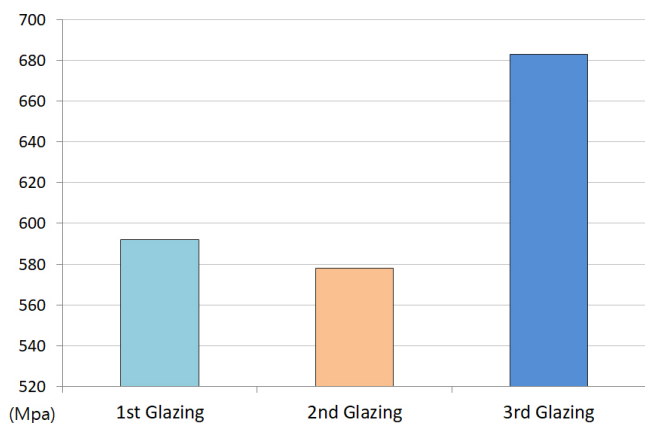


Figure 8. Comparison result of flexural strength by glazing group (1st glazing, 2nd glazing, 3rd glazing).

CONCLUSIONS

본 연구는 지르코니아 치관의 glazing의 횟수에 따른 굴곡강도와 표면 미세구조 변화를 분석하여 향후 임상현장의 치과기공사들에게 양질의 치과 보철물 제작에 필요한 기초자료를 제공하고자 하는 목적으로 다음과 같은 결론을 도출하였다.

1. Glazing의 횟수에 따라 시편의 굴곡강도의 변화가 관찰되었다.
2. Glazing을 1회 소성한 그룹과 2회 소성한 그룹간의 굴곡강도의 변화는 없었으나, 2회 소성한 그룹과 3회 소성한 그룹 간에는 굴곡강도의 변화가 관찰되었다.
3. Glazing의 횟수에 따라 표면 미세구조의 변화가 관찰되었다.

실험결과 glazing 소성 횟수는 지르코니아 치관을 재현한 시편의 굴곡강도와 표면 미세구조에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 그러므로 임상에서 지르코니아 치관 보철물 제작 시 반복 glazing을 통한 강도의 증가를 원하지 않는 경우는 2회 이내로, 강도를 증가시키기 위해서는 3회 이상 시행하는 것이 바람직한 glazing 방법의 하나로 검토할 필요가 있을 것이다.

CONFLICT OF INTEREST

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

ORCID

Seon Mi Oh, <https://orcid.org/0000-0003-0321-6344>

REFERENCES

1. Guazzato M, Albakry M, Ringer SP, Swain MV. Strength, fracture toughness and microstructure of a selection of all-ceramic materials. Part II. Zirconia-based dental ceramics. *Dent Mater.* 2004;20:449-456.
2. Yamamoto M. *Metal-ceramics: principle and methods of Makoto Yamamoto.* Chicago (IL): Quintessence, 1985.
3. Pereira GKR, Muller C, Wandscher VF, Rippe MP, Kleverlaan CJ, Valandro LF. Comparison of different low-temperature aging protocols: its effects on the mechanical behavior of Y-TZP ceramics. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2016;60:324-330.
4. Beuer F, Stimmelmayer M, Gueth JF, Edelhoff D, Naumann M. In vitro performance of full-contour zirconia single crowns. *Dent Mater.* 2012;28:449-456.
5. Al-Amleh B, Lyons K, Swain M. Clinical trials in zirconia: a systematic review. *J Oral Rehabil.* 2010;37:641-652.
6. Pecho OE, Ghinea R, Ionescu AM, Cardona Jde L, Paravina RD, Pérez Mdel M. Color and translucency of zirconia ceramics, human dentine and bovine dentine. *J Dent.* 2012;40 Suppl 2:e34-e40.
7. Luthardt R, Weber A, Rudolph H, Schöne C, Quaas S, Walter M. Design and production of dental prosthetic restorations: basic research on dental CAD/CAM technology. *Int J Comput Dent.* 2002;5:165-176.
8. Nam MG. Effect of glazing and aging on optical properties and flexural strength of high-translucency zirconia [doctoral dissertation]. Busan: Catholic University of Pusan, 2018.
9. Ryu SK. Wear behavior of the human enamel antagonist to glass infiltrated and glazed zirconia [doctoral dissertation]. Gwangju: Chonnam National University, 2020.
10. Brackett SE, Leary JM, Turner KA, Jordan RD. An evaluation of porcelain strength and the effect of surface treatment. *J Prosthet Dent.* 1989;61:446-451.
11. Griggs JA, Thompson JY, Anusavice KJ. Effects of flaw size and auto-glaze treatment on porcelain strength. *J Dent Res.* 1996;75:1414-1417.
12. Sim JH. Effect of glazing treatment on the strength of lithium disilicate glass ceramics [master's thesis]. Gangneung: Gangneung-Wonju National University, 2019.