

베릴륨이 포함되지 않은 도재용착주조관용 비 귀금속 합금의 재사용에 따른 금속과 도재간의 전단결합강도에 관한 연구

김 소 리, 김 응 철, 김 혜 영, 김 지 환
고려대학교 대학원 보건과학과 치의기공 전공

The study of Shear Bond Strength on recasting of non-beryllium non-precious alloy for Porcelain between Metal

So-Ri Kim, Woong-Chul Kim, Hae-Young Kim, Ji-Hwan Kim
Department of Dental Laboratory Science and Engineering Korea University, Seoul, Korea

[Abstract]

Purpose: This study aimed to investigate the shear bond strength for non-precious alloy castings without beryllium, which has been used repeatedly for economical reason.

Methods: The Schmitz-Schulmeyer test method was used to evaluate the shear bond strength between the non-beryllium Ni-Cr alloy Vera Bond 2V(AlbaDent, Inc. USA) and the Ceramco 3(Dentstply, York, PA, USA) porcelain powder.

The maximum loading and shear bond strength were measured. The average shear strength(MPa) was analyzed with the one-way ANOVA and the Tukey's test(=.05). The fracture specimens were examined using Microscope to determine the failure pattern.

Results: The mean shear bond strengths(SD) in MPa were group A(100% new metal) control 28.72(3.31); group B(50% new + 50% reused) 27.28(1.13); group C(all reused) 26.61(5.47). Microscope examination showed that group A and B specimens presented mixed failure, and group C specimens showed adhesive failure.

Conclusion: In conclusion, forward this non-precious alloy dose not contain beryllium for how should use a more systematic study and for future advanced research is performed giving effect to be considered desirable.

○Key words : non-precious Alloy, non-beryllium, Recasting, Shear Bond Strength

교신저자	성명	김 지 환	전화	02-940-2843	E-mail	kjh2804@korea.ca.kr	
	주소	서울시 성북구 정릉3동 산1번지 고려대학교 보건과학대학 호림관 420호					
접수일	2012. 12. 17		수정일	2013. 2. 15		확정일	2013. 3.12

I. 서 론

도재 전장 주조관은 심미성과 내부 금속의 견고성을 함께 갖춘 우수한 수복물로 현재 임상에서 널리 사용되고 있다. 치과용 비귀금속 합금으로는 Co-Cr합금, Ni-Cr 합금 등이 있으며 국소치치 구조물, 금관가공의치, 도재 소부금속보철물 등의 용도로 사용되고 있다. 그중에서도 도재소부용 합금으로는 Ni-Cr합금이 많이 사용된다. 특히 1970년대 이후 귀금속 합금 가격의 폭등으로 인하여 Ni-Cr 합금의 사용이 각광을 받게 되었다(Phillips, 1973; Donald et al, 1986). Ni-Cr계 비귀금속 합금은 귀금속 합금에 비해 가격이 저렴하고 기계적 물리적 성질이 우수하므로 환자들에게 선호도가 높고 사용량이 줄지 않고 있다(Phillips, 1973).

그러나 얼마 전까지만 해도 도재소부용으로 많이 사용되고 있는 Ni-Cr계 비귀금속 합금에는 대부분 베릴륨이 함유되고 있는데, 이 베릴륨은 합금의 용융온도를 낮추거나 주조성을 향상시키기 위하여 제조업체에 따라 약 2% 범위에서 첨가하고 있다. 그렇지만 beryllium은 1933년에 독일에서 인체에 질병을 일으킬 수 있는 물질인 것으로 처음 보고되었고(Weber et al, 1983), 1943년에는 미국에서도 Van Ordstrand 등(1943) beryllium을 사용하는 작업장에서 발생한 폐 질환이 '직업성 beryllium 질환'이라는 보고를 하였다.

도재용착주조관 제작 시 결합강도에 영향을 미치는 요인으로서 가장 중요한 것들은 금속과 도재의 열팽창계수, 금속 표면의 산화막, 금속 coping의 design, 금속의 표면 처리, 금속의 반복 사용 등을 들 수 있으며, 이러한 것들에 대해 많은 연구가 진행되어왔다. 그 연구들 중에 도재용 귀금속 합금의 재사용에 대해서 McLean(1979)은 한번 주조된 합금에 50% 이상 새로운 합금을 추가해서 사용하면 결합강도에 변화가 없다는 것을 발표한 바 있다.

귀금속 보철의 경우 환자들에게 경제적으로 부담이 되어져 왔다. 그래서 고가인 금보다는 가격이 저렴한 Ni-Cr 합금을 환자들이 선택하고 있어 사용량이 늘고 있다. 이러한 합금들의 경우 한번 사용을 권장하기는 하나 현재 많은 대다수의 임상에서 재사용을 하고 있고 재사용에 대한 필요성이 요구 되고 있기 때문에 Ni-Cr 합금의 재사

용에 대한 결합강도의 연구는 현재까지 많이 시도되어 왔으나 베릴륨이 포함되지 않은 비귀금속 합금과 도재와의 결합 강도 등에 대한 연구는 별로 많지 않은 형편이다.

따라서 본 논문의 목적은 유해물질인 베릴륨이 포함되지 않는 Ni-Cr 합금의 재사용이 도재와의 결합강도에 미치는 영향을 알아봄으로써, 기공 임상을 위한 참고 자료를 제공하는 것이다.

II. 연구 방법

1. 실험재료 및 시편 제작

1) 실험 재료

도재용착주조관용 비귀금속 합금의 금속과 도재의 전단 결합강도를 관찰하기 위하여 현재 사용되고 있는 비귀금속 합금인 베릴륨이 포함되지 않은 Ni-Cr 합금인 Verabond 2V(AlbaDent, Inc. USA)를 사용했으며 도재 분말은 Ceramco 3(Dentstply, York, PA, USA)를 사용하였다(Table 1).

Table 1. The Composition of VeraBond 2V

Composition	Ni	Cr	Mo	Nb	Al	Si	Ti
%	71.85	12.80	9.00	4.00	2.50	0.50	0.35

2) 시편 제작

(1) 금속주조 시편 제작

전단결합강도 테스트에서는 균일한 힘을 분포와 편차가 작은 측정값을 얻기 위해 선행연구 중 Schmitz와 Schulmeyer 등 (1976)의 연구에서 사용하였던 것과 유사한 형태의 시편을 제작하였다. 즉 가로 5mm, 세로 5mm, 높이 10mm가 되도록 직사각기둥 형태의 시편을 납형으로 제작 하였다.

시편은 합금을 3군으로 새로운 금속 100% 으로 주조한 군, 새 금속 50%와 한번사용 된 금속 50%을 주조한 군, 한번사용 된 금속 100% 으로만 주조한 군 각각 10개씩 총 30개를 준비 하였다(Table 2). 납형 시편에 Sprue 선을 부착 하여 원추대에 고정 후 통상적인방법으로 매몰, 소환, 주조 하였다. 기공용 disk를 이용하여 sprue를 제거하고 주조체 표면은 Carbide bur를 이용하여 연삭 하

베릴륨이 포함되지 않은 도재용착주조관용 비 귀금속 합금의 재사용에 따른 금속과 도재간의 전단결합강도에 관한 연구

였고, 그리고 직경 50 μ m의 alumina oxide powder를 이용하여 모래분사(sandblast) 하였다. 모래분사(sandblast) 후 이물질 제거하기 위하여 초음파 세척과 증기 세척을 시행하였다.

Table 2. Composition of Specimen Group

Metal	group A	group B	group C
Vera Bond 2V	new metal of 100%	50% new metal with 50% reused metal	reused metal of 100%

(N=10)

(2) 도재 축성

시편마다 동일한 접착면과 크기를 갖도록 하기 위해서 최종 시편과 유사한 형태의 실리콘 주형을 제작하였고, 이를 이용하여 각각 시편에 같은 형태의 도재를 축성하였다. 시편의 끝부분에 가로 5mm, 세로 4mm, 높이 4mm의 크기의 직사각기둥의 형태가 되도록 도재 층을 형성 하였다. 도재 분말은 Ceramco 3(Dentstply, York, PA, USA)를 사용하였고 제조사의 지시대로 Degassing 실시 후, opaque 2회 소성, dentine 2회 소성, glazing 1회 소성 하였다(Fig. 1).

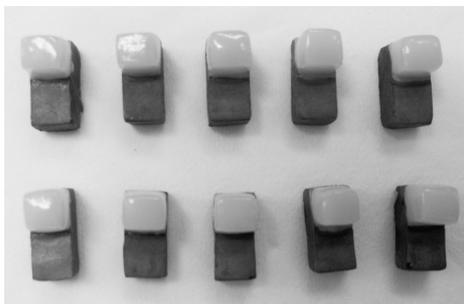


Fig. 1. final dimensions of specimens

(3) 아크릴릭 레진에 시편 포매

플라스틱 몰드를 이용하여 직사각형 (가로 20mm, 세로 15mm, 높이 25mm) 형태의 몰드 속에 아크릴릭 레진에 시편을 포매 하였다. 이것은 전단결합강도 측정 시 시편을 Zig에 정확하게 고정하기 위함이다(Fig. 2).

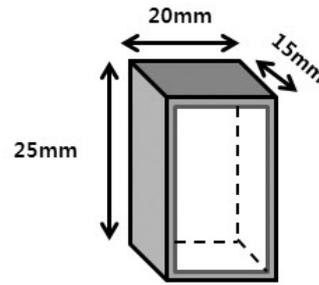


Fig. 2. plastic mold

2. 전단결합강도 측정

결합강도 측정을 위해 만능시험기(Model OTU-05S, Testing Machine, Korea)를 이용하였는데, crosshead 0.5mm/min의 속도로 압력을 가하여 shear bond test를 시행하였다. 힘의 하중이 금속과 도재 사이의 접착면과 동일한 방향으로 전달되도록 전단결합강도 측정용 Zig에 시편을 고정하였고, 도재가 분리되는 시점에서 최대 하중값을 측정하였다(Fig. 3).

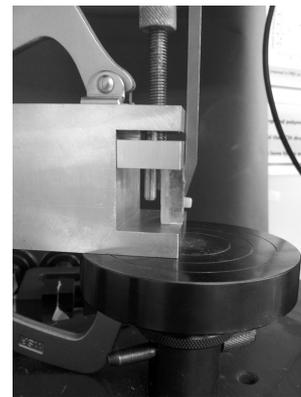


Fig. 3. Shear bond test in testing machine

3. 파절면 관찰

비귀금속 합금과 세라믹간의 파절 양상을 알아보기 위해 파절된 단면을 DIGITAL MICROSCOPE(KH-7700, Hirox, Japan)을 이용하여 파절양상을 관찰 하였다. 파절양상은 3가지로 분류하였다. 접착성 파절(adhesive failure), 응집성 파절(cohesive failure), 혼합형 파절(mixed failure)로 나누어서 파절양상을 관찰하였다.

4. 통계분석

본 연구의 통계분석은 통계적 판단을 위한 유의수준 0.05로 하였다. 통계프로그램 SPSS 12.0(Statistical Package for Social Science 12.0, SPSS Inc, Chicago, IL, USA)를 이용하여 집단간의 일원배치 분산분석(one-way ANOVA)를 시행 후 집단간의 차이를 다중비교분석인 Tukey 검정을 통해 사후분석을 하였다.

III. 결 과

1. 전단결합강도

베릴륨이 포함되지 않은 비 귀금속 합금과 도재간의 전단결합강도를 측정한 결과 group B는 27.28 ± 1.31 MPa, group C는 26.61 ± 5.47 MPa로 낮게 나타났으나 group A는 28.72 ± 3.31 MPa로 다른 실험군에 비해서 높은 값을 보였다(Table 3). 통계학적인 분석(One-way ANOVA) 결과, 실험군과 실험군 사이에서 유의차이가 나타나지 않았다(Table 4).

Table 3. Mean of Shear bond strength (MPa) and standard deviation (N=10)

group	N	mean*	standard deviation	min	max
A	10	28.72	3.31	22.55	34.22
B	10	27.28	1.31	26.06	29.49
C	10	26.61	5.47	15.09	33.63

Table 4. One-way ANOVA data of shear strength of groups

	sum of squares	mean squares	df	F-ratio	P-value
Inter-group	23.272	2	11.636	.819	.451
Intra-group	383.461	27	14.202		
Sum	406.734	29			

2. 파절 양상

비 귀금속 합금과 도재간의 파절양상을 분석한 결과 group A, Group B 실험군에서 주로 혼합형 파절(mixed failure)의 양상을 보였고 group C 실험군에서는 주로 접

착성파절(adhesive failure)의 양상을 보였다. 모든 실험군에서 응집성 파절(cohesive failure)은 발견되지 않았다(Fig. 4).

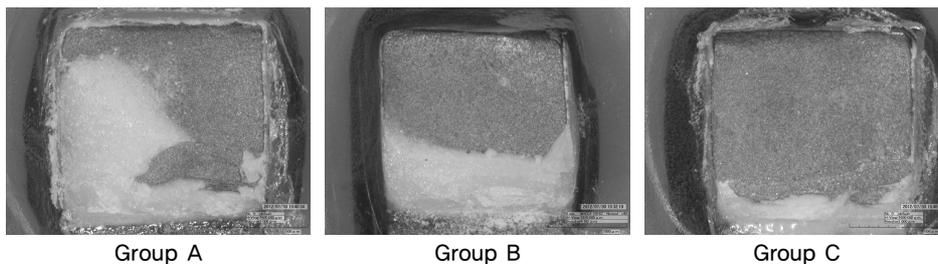


Fig. 4. Microscope images show fractured surfaces of specimens

IV. 고찰

도재소부용 합금으로는 Ni-Cr합금이 많이 사용되어져 왔고, 비귀금속 합금으로는 Ni-Cr 계 합금을 주성분으로 하는 합금이 귀금속 합금에 비해 가격이 저렴하고 기계적 물리적 성질이 우수해 환자들이 선택을 하고 있어 사용량이 줄지 않고 있다(Phillips, 1973). 그러나 Beryllium의 유해성 때문에 식품의약품안전청에서는 판매를 중지하였고 현재는 Beryllium이 포함되지 않은 Ni-Cr합금이 시판되고 있다.

도재소부용 비귀금속 Ni-Cr합금이 많이 사용되면서 주조 후 남은 Sprue 및 남은 금속을 재사용의 필요성이 요구되고 있어 Ni-Cr합금의 재사용에 관련된 도재와 합금의 결합강도에 대한 몇몇 연구는 많이 진행되어져 왔다. 선행 연구 중 Ni-Cr계 비귀금속 합금을 반복 주조 한 결과에서는 새 금속 첨가 없이 4회 재사용 하여도 물리적 특성에는 큰 차이를 보이지 않았다고 주장하였다(Hesby et al, 1980). Palaskar는 새로운 합금과 재사용되는 합금의 다양한 비율로 주조하여 실험한 결과 각 다른 조성으로 주조하여도 재사용에 대해 영향을 받지 않는다고 하였다(Palaskar, 2010). 재사용시에 새로운 금속을 첨가하는 것은 주조시에 상실된 요소의 미량 원소를 다시 채워주는 것을 의미한다.

이러한 선행연구에서 나온 결과들에서 나타나듯이 Beryllium이 포함된 Ni-Cr계 비 귀금속 합금에 대한 연구는 많이 이루어져 있다. 그러나 아직까지 Beryllium 포함되지 않은 비 귀금속 합금에 대한 연구는 아직 미흡한 편이다.

금속 도재관에서 적절한 코어와 전장도재의 결합강도는 25 MPa 이상이 되어야 한다고 알려져 있다(Craig, 2002). 본 연구에서는 Beryllium 포함되지 않은 비 귀금속의 금속과 전장도재의 결합강도는 26~28 MPa의 분포를 보였다. 베릴륨이 포함되지 않은 Ni-Cr 비귀금속합금인 Verabond 2V를 사용하여 연구를 한 결과 전단 결합 강도의 측면에서 100%의 새 금속을 사용한 군과 50%의 새 금속을 섞은 군 100% 재사용한 합금 사이에 유의한 차이를 발견하지 못하였다. 이는 앞서 보았던 실험에서 각 다른 조성으로 주조하여도 재사용에 영향을 받지 않았던 연구

와 비슷한 연구 결과를 얻어 내었다(Palaskar, 2010). 이러한 재사용에 관련된 결과는 절대적 기준은 아니지만 앞으로 임상에서 많이 사용되어지는 베릴륨이 포함되지 않은 비귀금속을 사용할 때 참고할 만한 내용이며, 이를 입증하기 위해 앞으로 보다 체계적인 연구가 뒷받침 되어야 할 것으로 사료된다.

전단결합강도 측정시 파절 양상을 육안으로 관찰 시 시편에서 파절이 도재 내에서 시작된 후 균열이 접착면 쪽으로 진행되어 접착면이 분리되는 양상을 보였다. 파절된 단면을 DIGITAL MICROSCOPE(KH-7700, Hirox, Japan)을 이용하여 파절양상을 관찰 하여 파절 양상을 분류한 결과 실험군 대부분에서(mixed) 파절양상을 보였다. 이는 선행연구의 결과에 의하면 응집성 파절양상이 우세하게 나타난다는 결과와는 다르게 본 실험에서는 대부분 접착성 파절양상이 우세하게 나타났다(Choi et al, 2009). 이는 금속과 세라믹간의 결합강도를 결정하는 기계적 결합, 분자간 인력, 산화물에 의한 화학적 결합, 열팽창계수의 불일치로 인한 원인으로 들 수 있으나, 가장 크게 작용한 원인은 합금의 조성에서 베릴륨을 포함하지 않는 합금을 사용했기 때문이라 사료된다.

본 실험에서 Beryllium이 포함되지 않은 도재용착주조관용 비 귀금속 합금의 재사용에 따른 금속과 도재간의 결합강도를 측정하고 비교한 연구이다. 이 실험에서 보여지는 결과는 절대적인 결과는 아니지만 베릴륨이 포함되지 않은 비귀금속을 사용할 때 참고할 만한 내용이며, 이러한 재사용의 결과는 임상에서 앞으로 많이 사용되어지는 Beryllium이 포함되지 않은 비귀금속을 사용시 어떻게 사용해야 하는가에 대한 전략수립에 중요한 시사점을 준다. 향후 이에 보다 세분화된 연구가 뒷받침되어야 한다고 생각 된다.

V. 결론

비귀금속 합금의 사용량이 늘어남에 따라 가격상승으로 인해 임상에서의 재사용 필요성이 요구되기 때문에 주조하는 횟수를 분류하여 beryllium을 포함하지 않은 금속과 도재와의 결합강도를 측정하고자 다음과 같은 결론을

얻었다.

1. 전단결합강도는 group A 28.72 ± 3.31 MPa, group B 27.28 ± 1.13 MPa, group C 26.61 ± 5.47 MPa로 나타났으며, 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다($P > 0.05$).

2. 파절 양상을 관찰한 결과 group A, Group B 실험군에서 주로 혼합형 파절(mixed failure)의 양상을 보였고 group C 실험군에서는 주로 접착성파절(adhesive failure)의 양상을 보였다.

clin Quart 10: 10-8, 1979.

Weber HH, Engelhardt WE. Anwendung bei der Untersuchung von Stauben aus der Berylliumgewinnung. Zentralbl Gewerbehyg Unfallverhüt. 10: 41-7, 1983.

REFERENCES

- Choi BK, Han JS, Yang JH, Lee JB, Kim SH, Shear bond strength of veneering porcelain to zirconia and metal core. J Adv Prosthodont, 1, 129-35, 2009.
- Craig RG. Mechanical properties in restorative dental materials. 11th ed, New York, Mosby, 551-592, 2002.
- Hesby DA. Physical properties of a repeatedly used nonprecious metal alloy. J prothetic. 44: 291-3, 1980.
- McLean, Jw. The science and art of dental of dental ceramic. vol. I, Quintessence Pub. Co. Inc., Chicago. 55-95, 1979.
- Meyer JM, Payan J, Nally JN. Evaluation of alternative alloy to precious ceramic alloys. J oral Rehabit. 6: 291-309, 1979.
- Palaskar J. Effect of Recasting of Nickel Chromium Alloy on its Castability. J Indian Prosthodont Soc. 10(3): 160-164, 2010.
- Phillips RW. Skinner's Science of Dental Materials. WB Saunders Co, ed. 7, 592, 1973.
- Van Ordstrand HS, Hughes R, Carmody MG, Chemical pneumonia in workers extracting beryllium oxide report of 3 cases. Cleveland