대한치과기공학회지 제28권 제2호 2006년 12월 J Kor Aca Den Tech 28(2) : 355~366, 2006

도재용착주조관용 Ni-Cr 합금의 반복주조가 부식거동에 미치는 영향

배 수 현 · 김 부 섭* · 정 인 성*

(부산가톨릭대학교 보건과학대학원, 부산가톨릭대학교 보건과학대학 치기공학과*)

Abstract

The Effect of Recasting on the Corrosion behavior of Ni-Cr alloy for Porcelain Fused to Metal Crown

Soo-Hyun Bae, Bu-Sob Kim*, In-Sung Chung*

*Dept. of Dental lab. science, Catholic University of Pusan, Korea**
Graduate school of Health science, Catholic University of Pusan, Korea

The purpose of this study was to determine if repeated casting has a detrimental effect on the corrosion behavior of nickel-chrome casting alloys.

The X-ray diffraction analysis, vickers hardness test, SEM, EDX and corrosion test were performed to determine the effects of recasting on chemical composition, microstructure, physical property, castability and corrosion behavior of nickel-chrome casting alloys.

The X-ray diffraction analysis results for the cast and recast specimens of the VeraBond and the Rexillium V showed that major crystal phase contained nickel-chrome compounds, Nickel carbide and Chrome carbide.

Microstructure analysis results for the cast and recast specimens of the VeraBond and the Rexillium V showed recasting has no effect on microstructure.

EDX analysis results indicated the percentage of the main component nickel(Ni) in the specimens of the VeraBond showed a tendency to increase with recasting, but those of other components Carbon(C) showed a tendency to decrease with recasting, Chrome(Cr), Silicon(Si), Aluminium(Al) and molybdenum(Mo) showed no changes in the percentage.

The percentage of the main component nickel(Ni) in the specimens of the Rexillium V showed a tendency to increase with recasting, but those of other components silicon(Si), carbon(C) and

교신저자 | 성명 배 수 현 | 전화 011-9309-3261 | E-mail maru0401@hanmail.net
주소 부산광역시 금정구 부곡3동 9번지 부산가톨릭대학교 치기공학과

molybdenum(Mo) showed a tendency to decrease with recasting, chrome(Cr) and aluminium(Al) showed no changes in the percentage.

The vickers hardness results for the cast and recast specimens of the VeraBond and the Rexillium V showed a tendency to decrease with recasting, but the differences for the first to fifth cast were not statistically significant.

The castability results for the cast and recast specimens of the VeraBond and the Rexillium V showed a tendency to decrease with recasting, but the differences for the first to fifth cast were not statistically significant.

The cast and recast specimens of the VeraBond and the Rexillium V showed no differences in the corrosion resistance.

The results indicate that the VeraBond and the Rexillium V can be safely recast.

• Key word : Ni-Cr casting alloys. X-ray diffraction analysis, SEM, EDX, Castability, Corrosion.

I. 서 론

1970년대 이후 귀금속 합금의 폭등으로 인하여 Ni-Cr 합금의 사용이 각광을 받게 되었다(Phillips, 1973; Donald et al, 1986).

현재 치과 보철은 의료보험이 적용되지 않아 환자에게 부담이 되고 있다. 고가인 금합금 보다는 가격이 저렴하고, 구강 내에서 부식, 변색 저항성이 높으며, 비중이 낮아 가벼울 뿐만 아니라 물리적 특성이 우수한 Ni-Cr 합금을 환자들이 선택하고 있어 사용량이 줄지 않고 있다(Phillips, 1973; 배지명과 김경남, 2002).

Ni-Cr 합금은 가격이 저렴하여 한 번 사용하고 버렸으나, 사용량의 증대로 가격이 상승하게 되어 재사용의 필요성이 요구되고 있다(Tylman, 1970; Phillips, 1973; Rasmussen and Doukoudakis 1986; 이인규와 최운재, 1991).

Ni-Cr 합금의 재사용에 대해서 Harcourt (1962), Craig (1979) 등은 헌 합금에 새 합금을 혼합하여 사용하는 것이 가능하다고 보고하였으며, Anderson (1976)은 재주조시 손실된 Cr의 양만큼 첨가해 줌으로써 주조성을 개선할 수 있다고 보고하였고, Hesby (1980)는 합금 재 사용시 4회까지 재사용하여도 물리적 성질, 연성, 탄성 등의 변화가 거의 없다고 보고했으며, Nelson (1986)도 Ni-Cr 합금을 재사용해도 변질되지 않는다고 보고하였다.

국내에서도 Ni-Cr 합금의 재사용에 대한 관심이 높아 정인성 (1987)은 관교의치제작용 Ni-Cr 합금의 반복사용에 따른 주조성과 물성의 변화에서 통계학적 유의차가 없었음을 보고하였고, 정경풍 (1996)은 국부의치제작용 Cr-Co 합금의 반복주조 횟수에 다른 인장강도 및 경도변화에 대한 연구에서 반복 주

조하여도 경도와 인장강도에는 큰 차이를 보이지 않는다고 보고하였으며, 최운재 등(2003)은 도재용착주조관제작용 Rexillium Ⅴ합금의 반복주조에 따른 기계적 특성과 미세구조의 변화에 관해 연구한 결과 반복주조를 통해 물성과 미세구조에 큰 변화가 없었다고 보고하였다. 그러나 Ni-Cr 합금의 반복사용에 따른 조성비 변화, 물성변화, 주조완전성 및 부식에 관한 특성 등을 종합적으로 살펴본 논문은 많지 않은 상태이다.

본 연구에서는 도재용착주조관용 Ni-Cr 합금의 반복사용 가능성을 알아낼 목적으로 임상에서 가장 많이 사용되고 있는 VeraBond와 Rexillium Ⅴ를 사용하여, X선 회절, 비커스 경도, SEM, EDX 및 부식실험을 행하여, 반복주조에 따른 조성비 변화, 미세구조 변화, 물성의 변화, 주조완전성 및 부식거동을 비교분석하였다.

2. 실험 방법

1) 재료 및 시편제조

(1) 실험재료

실험재료는 도재용착주조관용 비 귀금속 합금인 Ni-Cr합금 중 임상에 가장 많이 사용되는 것 가운데 VeraBond와 Rexillium Ⅴ 합금을 사용하였으며, 재료의 주성분은 Table 1과 같다.

Table 1. Chemical composition of VeraBond and Rexillium Ⅴ

Composition	Ni	Mo	Al	Cr	Be	Ti	Co
VeraBond	77.95	5.00	2.90	12.60	1.95	0.35	0.45
RexilliumⅤ	73.00	9.00	2.50	14.00	1.80	Trace	Trace

(2) 시편제작

비커스경도, 미세구조, EDX 및 X선 회절 분석을 측정하기 위한 시편은 paraffin wax를 10㎜×10㎜×1㎜의 정사각형으로 24개를 잘라 준비하고, 부식거동을 측정하기 위한 시편은 직경 20㎜, 두께 1.5㎜의 원형으로 6개를 잘라 준비하였으며, 주조완전성을 측정하기 위한 시편은 mesh form의 왁스를 사각이 30개가 되도록 잘라 60개를 준비하였다. 준비한 시편에 double spruing을 하고 비커스 경도, 미세구조, EDX 및 X선 회절 분석을 측정할 시편은 한 링에 2개씩 원추대에 고정하고, 나머지는 1개씩 원추대에 고정하고 링 내면에 석면대를 내장하고 인산염계 매몰재를 사용하여 78개의 링을 매몰하였다. 통법에 의해 소환하고 비커스 경도, 미세구조, EDX, X선 회절 분석 및 주조완전성을 측정하기 위한 시편은 VeraBond와 Rexillium Ⅴ를 사용하여 1차 주조, 2차 주조, 3차 주조, 4차 주조, 5차 주조, 새 합금(50%)+헌 합금(50%) 방식으로 주조하여 시편을 제작하였고, 부식거동을 측정하기 위한 시편은 VeraBond와 Rexillium Ⅴ를 사용하여 1차 주조, 5차 주조, 새 합금(50%)+헌 합금(50%) 방식으로 주조하여 시

편을 제작하였으며, 비커스 경도, 미세구조, EDX 측정을 위한 12개의 실험시편과 부식거동 측정을 위한 시편 6개는 #600A에서 #2,000A까지 emery paper로 연마한 다음 0.05㎛ 알루미나 수용액으로 미세 연마하고 초음파 세척기로 세정하여 최종시편으로 사용하였다.

2) 기기분석

(1) X선 회절 분석

시편들의 결정상 동정은 X선 회절 분석(Rikagu D/Max-Ⅱ, Rigaku Co., Japan)으로 행하였다. 측정은 전압이 30㎸, 전류가 40㎃, 주사속도가 2°/min, scatterling slit 1°, divergence slit 1°, receiving slit 0.3㎜의 조건으로 Ni 필터가 부착된 CuKα X-선으로 2θ=10-80°까지 행하였다.

(2) 미세구조 및 EDX 분석

미세구조와 EDX 분석(INCAX-sight, Oxford, England)을 위해 시편 표면을 80㎖ 질산에 3㎖ 불산을 혼합한 에칭액을 사용하여 2분간 부식한 후 초음파 세척기에서 2분간 세척한 후 건조하였다. 시편 표면을 2분간 Au coating 한 다음 주사전자현미경(JSM-6480LV, JEOL, Japan)을 사용하여, 10㎸로 1,000배 확대 관찰하였다.

(3) 비커스 경도측정

경도측정은 비커스 경도기(HM122, AKASHI, JAPAN)를 사용하여 압입하중 1kg, 유지시간 15초의 조건에서 각각의 시편에서 5번 측정한 값을 SPSS(ver. 13.0)에 의한 One way ANOVA를 실시하여 유의성을 보았다. 사후분석은 Scheffe multiple range test를 이용하였다.

(4) 주조완전성 분석

주조완전성은 재현된 사각의 수를 세어 백분율로 환산하여 평균값의 차이를 SPSS (ver. 13.0)에 의한 One way ANOVA를 실시하여 유의성을 보았다. 사후분석은 Scheffe multiple range test를 이용하였다.

(5) 부식거동 분석

각 합금의 부식특성을 평가하기 위하여 가속실험인 동전위분극실험을 행하였으며, 실험은 ASTM G 59 규격에 따라 진행하였다. 본 실험에서 사용한 장비는 Solatron 1287이며, 기준 전극은 포화감홍전극, 상대전극은 백금전극을 사용하였다. 전해액은 3.5wt% NaCl 용액을 사용하였고, 시편의 반응면적은 약 1㎠이 되도록 하였다. 시편준비는 emery paper #2000A까지 연마한 후 0.05㎛ 알루미나 분말로 미세연마한 후, 아세톤에 5분간 세척하였다. 분극실험 시작 전 시편을 30분간 전해액에 침지시켜 안정화 시킨 후 인가전위를 scan rate 0.2mV/sec, potential range를 -0.25V vs Ecorr에서 1.25 vs Ecorr까지로 하여 시험을 개시하였다.

3. 실험 결과 및 고찰

1) X선 회절 분석

생성된 결정상을 분석하기 위하여 1차 주조, 5차 주조 및 새 금속 50%와 헌 금속 50%를 섞어 제작한 시편의 X선 회절 분석을 행하였다.

X선 회절 분석결과, VeraBond와 Rexillium Ⅴ로 제작된 시편들 모두 크롬-니켈 화합물과 니켈 카바이드 석출상이 동정되었으며, 1차 주조, 5차 주조 및 새 금속 50%와 헌 금속 50%를 섞어 제작한 시편들의 주 결정 피크와 피크의 강도들이 변하지 않았으나, VeraBond로 제작된 시편에서는 5차 주조 시편의 피크 강도가 약간 감소하는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 최운재 등 (2003)의 연구결과와 일치한다〈Fig. 1〉.

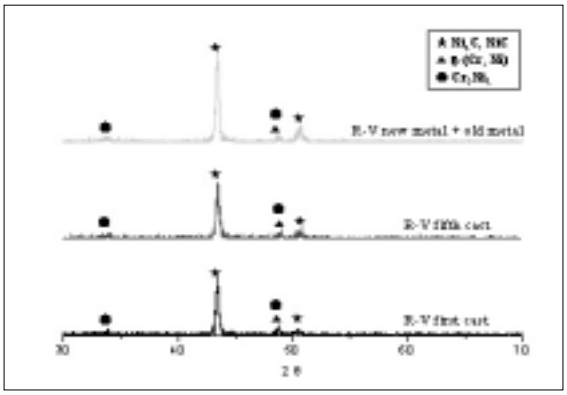

Fig. 1. XRD patterns for the cast and recast specimens of the Rexillium Ⅴ

2) 미세구조 분석

미세구조 분석결과, VeraBond와 Rexillium Ⅴ로 제작된 시편들 모두 X선 회절 분석결과와 같이 크롬-니켈 화합물과 니켈 카바이드 석출상이 동정되었으며(white), 기질은 니켈이 풍부한 조직으로 동정되었다(dark). 미세구조 분석결과 주조를 거듭하여도 미세구조의 변화는 없는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 주성분인 니켈과 크롬이 탄소와 결합하여 NiC, Ni3C의 형태의 니켈 카바이드와 크롬 카바이드가 석출된다는 보고와 최운재 등 (2003)의 연구결과와 일치한다〈Fig. 2〉.

3) EDX 분석

VeraBond로 제작된 시편들의 EDX 분석결과를 Table 2에 나타내었고, Rexillium Ⅴ로 제작된 시편들의 EDX 분석결과를 Table 3에 나타내었다.

EDX 분석결과, VeraBond로 제작된 시편에서 주성분인 니켈(Ni)의 함량은 주조를 거듭함에 따라 조금 증가함을 보였으며, 탄소(C)의 함량은 주조를 거듭함에 따라 약간 감소하는 것으로 나타났으나, 크롬(Cr), 규소(Si), 알루미늄(Al)과 몰리브덴(Mo)은 주조를 거듭하여도 함량의 변화가 없는 것으로 나타났다.

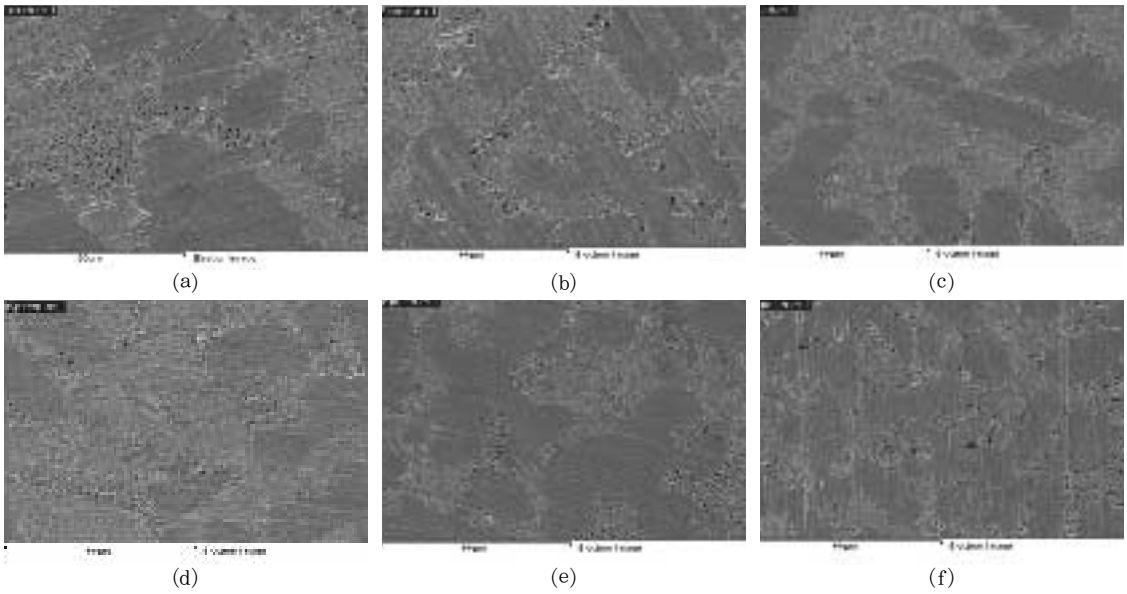

Fig. 2. SEM photographs for the cast and recast specimens of the Rexillium V: (a) First cast, (b) Second cast, (c) Third cast, (d) Fourth cast, (e) Fifth cast, (f) New metal 50% + Old metal 50%.

Rexillium V로 제작된 시편에서는 주성분인 니켈(Ni)의 함량은 주조를 거듭함에 따라 조금 증가함을 보였으며, 규소(Si), 탄소(C)와 몰리브덴(Mo)의 함량은 주조를 거듭함에 따라 약간 감소하는 것으로 나타났으나, 크롬(Cr)과 알루미늄(Al)은 주조를 거듭하여도 함량의 변화가 없는 것으로 나타났다. 이러한 결과 중 니켈 함량의 증가는 최운재 등(2003)의 보고내용과 일치하며, VeraBond 합금에서 주조를 반복함에 따라 탄소의 함량이 감소하였는데, 이는 Kelly와 Rose (1983)의 보고 내용과 일치하며, 탄소의 감소로 합금의 강도와 경도 값이 약간 낮아지는 경향을 보일 것으로 기대되며, 부식저항성과 관계되는 몰리브덴의 함량의 변화가 없어 부식저항성에 변화가 없을 것이라 기대될 뿐만 아니라, 도재와의 결합과 관련이 있는 규소(Si)와 몰리브덴(Mo)의 함량의 변화가 없어 도재와

Table 2. Bulk chemical composition for the cast and recast specimens of the VeraBond, as analyzed by EDX

Composition	Ni	Cr	Si	Al	O	C	Mo
First cast	75.71	12.55	0.12	2.66	0.95	2.35	5.84
Second cast	78.76	11.61	0.04	2.42	0.68	2.31	5.43
Third cast	77.99	12.05	0.19	2.48	0.85	1.95	5.67
Fourth cast	77.14	12.25	0.18	2.49	1.08	2.04	5.95
Fifth cast	77.22	12.32	0.14	2.60	1.19	1.83	5.74
N-50% + O-50%*	76.64	12.32	0.13	2.53	1.03	1.98	5.82

*; New metal 50% + Old metal 50%

Table 3. Bulk chemical composition for the cast and recast specimens of the Rexillium V, as analyzed by EDX

Composition	Ni	Cr	Si	Al	O	C	Mo
First cast	71.05	14.17	0.29	2.13	0.68	2.23	10.01
Second cast	72.26	14.26	0.13	2.10	0.75	1.99	9.28
Third cast	72.00	14.09	0.07	2.17	0.83	1.82	9.65
Fourth cast	71.69	14.10	0.11	2.01	0.95	1.94	10.23
Fifth cast	72.62	14.47	0.21	2.13	0.55	1.90	8.98
N-50% + O-50%	72.13	13.44	0.17	2.12	0.89	2.81	9.43

*; New metal 50% + Old metal 50%

의 결합강도에도 변화가 없을 것으로 기대된다. Rexillium Ⅴ 합금에서는 규소(Si), 탄소(C)와 몰리브덴(Mo)의 함량이 주조를 거듭함에 따라 약간 감소하는 것으로 나타나 합금의 강도와 경도 값이 약간 낮아지는 경향을 보일 것으로 기대될 뿐만 아니라, 부식저항성과 도재와의 결합강도에서도 약간 낮아지는 경향을 보일 것으로 기대된다(Kelly and Rose 1983).

4) 비커스 경도 분석

VeraBond로 제작된 시편들의 비커스 경도 분석결과를 Table 4에 나타내었고, Rexillium Ⅴ로 제작된 시편들의 비커스 경도 분석결과를 Table 5에 나타내었다.

비커스 경도 분석결과, VeraBond와 Rexillium Ⅴ 모두 주조횟수가 증가할수록 비커스 경도 값은 약간 감소하는 것으로 나타났으며, 새 합

Table 4. Vicker's hardness for the cast and recast specimens of the VeraBond, as analyzed by one-way ANOVA

					95%Confidence Interval for Mean	
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Lower Bound	Upper Bound
First cast	5	415.1400	7.80564	3.49079	405.4480	424.8320
Second cast	5	407.1800	5.82040	2.60296	399.9530	414.4070
Third cast	5	401.2800	14.39469	6.43750	383.4066	419.1534
Fourth cast	5	405.3400	14.25703	6.37594	387.6376	423.0424
Fifth cast	5	399.8000	4.21248	1.88388	394.5695	405.0305
N50%+O50%	5	401.7600	8.31282	3.71761	391.4383	412.0817
Total	30	405.0833	10.44460	1.90691	401.1833	408.9834

	Sum Squares	df	Mean Squares	F	Sig.
Between Groups	795.110	5	159.022	1.611	.195
Within Groups	2368.492	24	98.687		
Total	3163.602	29			

Table 5. Vicker's hardness for the cast and recast specimens of the Rexillium V, as analyzed by one-way ANOVA

					95%Confidence Interval for Mean	
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Lower Bound	Upper Bound
First cast	5	407.7600	5.11742	2.228858	401.4059	414.1141
Second cast	5	404.3600	10.17708	4.55133	391.7235	416.9965
Third cast	5	401.4400	7.58142	3.39052	392.0264	410.8536
Fourth cast	5	406.9400	4.82006	2.15560	400.9551	412.9249
Fifth cast	5	396.1600	5.45601	2.44000	389.3855	402.9345
N50% + O50%	5	409.8200	6.47124	2.89403	401.7849	417.8551
Total	30	404.4133	7.76232	1.41720	401.5148	407.3118

	Sum of Squares	df	Mean Squares	F	Sig.
Between Groups	618.887	5	123.777	2.632	.049
Within Groups	1128.468	24	47.020		
Total	1747.355	29			

금 50%와 헌 합금 50%를 섞어 제작한 시편에서는 VeraBond는 1차 주조 시편의 경도 값보다 작은 것으로 나타났으며, Rexillium V는 1차 주조 시편의 경도 값보다 약간 높은 것으로 나타났으나, 통계학적으로 유의한 차이가 없었다. 이러한 결과는 최운재 등 (2003)의 보고와 일치하며, 경도에 영향을 미치는 탄소(C)와 몰리브덴(Mo)의 함량이 주조를 거듭함에 따라 약간 감소하는 것으로 나타난 EDX 분석결과와 일치하는 것으로 생각된다.

5) 주조완전성 분석

VeraBond로 제작된 시편들의 주조완전성의 분석결과를 Table 6에 나타내었고, Rexillium V로 제작된 시편들의 주조완전성의 분석결과를 Table 7에 나타내었다.

주조완전성의 분석결과, VeraBond와 Rexillium V로 제작된 시편 모두 주조횟수가 증가할수록 주조완전성은 약간 감소하는 것으로 나타났으며, 새 합금 50%와 헌 합금 50%를 섞어 제작한 시편에서는 VeraBond는 1차 주조 시편의 완전주조성보다 약간 낮게 나타났으며, Rexillium V는 1차 주조 시편의 완전주조성과 같게 나타났으나, 통계학적으로 유의한 차이는 없었다. 이와 같은 결과는 정경풍 (1996)의 보고내용과 일치하며, 주조성을 향상시키기 위해 첨가하는 금속으로는 베릴륨(Be)과 규소(Si)가 있은데 베릴륨(Be)은 EDX 분석이 불가능하여, EDX 분석이 가능한 규소(Si)의 함량변화를 살펴보면, VeraBond 합금에서는 변화가 없었고, Rexillium V 합금에서는 약간의 감소가 있었으나, 미세한 양으로 주조완전성에는 영향을 주지 않을 것으로 생각된다.

Table 6. Castability for the cast and recast specimens of the VeraBond, as analyzed by one-way ANOVA

				95% Confidence Interval for Mean		
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Lower Bound	Upper Bound
First cast	5	30.0000	0.00000	0.00000	30.0000	30.0000
Second cast	5	29.8000	0.44721	0.20000	29.2447	30.3553
Third cast	5	29.6000	0.89443	0.40000	28.4894	30.7106
Fourth cast	5	29.8000	0.44721	0.20000	29.2447	30.3553
Fifth cast	5	29.2000	0.83666	0.37417	28.1611	30.2389
N50% + O50%	5	29.8000	0.44721	0.20000	29.2447	30.3553
Total	30	29.7000	0.59596	0.10881	29.4775	29.9225

	Sum of Squares	df	Mean Squares	F	Sig.
Between Groups	1.900	5	.380	1.086	.393
Within Groups	8.400	24	.350		
Total	10.300	29			

Table 7. Castability for the cast and recast specimens of the RexilliumV, as analyzed by one-way ANOVA

				95%Confidence Interval for Mean		
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Lower Bound	Upper Bound
First cast	5	30.0000	0.00000	0.00000	30.0000	30.0000
Second cast	5	29.8000	0.44721	0.20000	29.2447	30.3553
Third cast	5	29.4000	0.89443	0.40000	28.2894	30.5106
Fourth cast	5	29.8000	0.44721	0.20000	29.2447	30.3553
Fifth cast	5	29.4000	0.89443	0.40000	28.2894	30.5106
N50% + O50%	5	30.0000	0.00000	0.00000	30.0000	30.0000
Total	30	29.7333	0.58329	0.10649	29.5115	29.9511

	Sum of Squares	df	Mean Squares	F	Sig.
Between Groups	1.867	5	.373	1.120	.376
Within Groups	8.000	24	.333		
Total	9.867	29			

6) 부식거동

부식거동 분석결과, VeraBond와 Rexillium V 합금 모두 1차 주조 시편이 다른 시편에 비해 양극부동태화 전류밀도(Icrit)와 부동태구역 전위 1.0V vs. SEC의 전류밀도(I1.0)가 낮아 내식성이 가장 높은 것으로 나타났고, 5차 주조, 새 합금 50%와 헌 합금 50%를 섞어 제

작한 시편으로 나타났으나, 1차 주조, 5차 주조 및 새 합금 50%와 헌 합금 50%를 섞어 제작한 시편들의 양극분극곡선거동의 차이점을 발견하기가 힘들었다. 이와 같은 결과는 부식저항성에 큰 영향을 미치는 인자가 합금 첨가원소임을 감안할 때, EDX 분석결과 합금의 내식성을 증가시키는 첨가금속인 니켈(Ni), 크롬(Cr) 및 몰리브덴(Mo)이 주조가 반복되어도 함량의 변화가 없었기 때문이라 생각된다〈Fig 3〉.

도재용착주조관용 Ni-Cr 합금의 재사용 가능성을 알아낼 목적으로 사용빈도가 높은 VeraBond와 Rexillium Ⅴ를 사용하여, 반복주조에 따른 조성비 변화, 미세구조 변화, 물성의 변화, 주조완전성 및 부식거동을 비교분석한 결과 반복 주조하여도 결정구조, 미세구조, 비커스 경도, 주조완전성 및 부식거동에서 큰 변화가 없는 것으로 나타나, 반복사용 가능성을 입증하였으나, EDX 분석결과 미세한 양이지만 도재결합과 관련된 첨가금속들이 소실된 것으로 나타나, 반복사용 시편에 도재 축성 후 도재와의 결합강도 변화에 관해 규명할 필요가 있다고 생각된다.

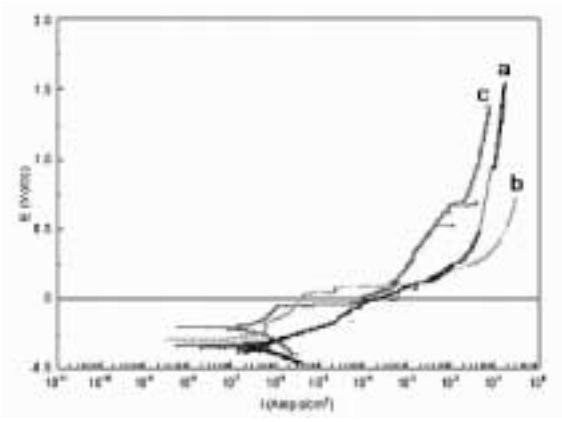

Fig. 3. Comparison with the anodic polarization curves for cast and recast specimens of the VeraBond; (a) First cast, (b) Fifth cast, (c) New metal 50% + Old metal 50%.

3. 결 론

도재용착주조관용 Ni-Cr 합금의 반복사용 가능성을 알아내고자 임상에서 가장 많이 사용되는 VeraBond와 Rexillium Ⅴ를 사용하여, 반복주조에 따른 조성비 변화, 물성의 변화, 미세구조 변화, 주조완전성 및 부식거동을 비교분석하였다. 이에 대한 결과는 다음과 같다.

1. X-선 회절 분석결과 VeraBond와 Rexillium Ⅴ로 제작된 시편의 주결정상은 크롬-니켈 화합물, 니켈 카바이드 및 크롬 카바이드였다.

2. VeraBond와 Rexillium Ⅴ로 제작된 시편 모두 주조를 거듭하여도 미세구조의 변화는 없는 것으로 나타났다.

3. VeraBond로 제작된 시편에서는 주성분인 니켈(Ni)의 함량은 주조를 거듭함에 따라 조금 증가함을 보였으며, 탄소(C)의 함량은 약간 감소하는 것으로 나타났으나, 크롬(Cr), 규소(Si), 알루미늄(Al)과 몰리브덴(Mo)은 함량의 변화가 없는 것으로 나타났다. Rexillium Ⅴ로 제작된 시편에서는 주성분인 니켈(Ni)의 함량은 주조를 거듭함에 따라 조금 증가함을 보였으며, 규소(Si), 탄소(C)와 몰리브덴(Mo)의 함량은 약간 감소하는 것으로 나타났으나, 크롬(Cr)과 알루미늄(Al)은 함량의 변화가 없는 것으로 나타났다.

4. VeraBond와 Rexillium Ⅴ로 제작된 시편 모두 주조횟수가 증가할수록 비커스 경도값은 약간 감소하는 것으로 나타났으나, 통계학적으로 유의한 차이는 없었다.

5. VeraBond와 Rexillium Ⅴ로 제작된 시편 모두 주조횟수가 증가할수록 주조완전성은 약간 감소하는 것으로 나타났으나, 통계학적으로 유의한 차이는 없었다.

6. VeraBond와 Rexillium Ⅴ로 제작된 시편 모두 주조횟수가 증가하여도 부식저항성은 변함없는 것으로 나타났다.

〈참 고 문 헌〉

배지명, 김경남. 치과용 비귀금속 합금의 열처리에 따른 미세조직 및 기계적 성질의 변화. 대한치과기재학회지, 29(4), 333-340, 2002.

이인규, 최운재. 치관보철물 제작에 사용되는 비귀금속합금의 치경부 변연에 관한 적합성. 원광보건대학논문집, 13(1), 1991.

정경풍. 국부의치 제작에 사용되는 Chrome Cobalt alloy의 재주조 횟수에 따른 인장강도 및 경도변화에 대한 실험적 연구. 대한치과기공학회지, 18(1), 11-21, 1996.

정인성. 치관보철물 제작에 사용되는 비귀금속합금의 주조성에 관한 실험적 연구(Ⅲ)-합금의 재사용에 다른 주조성과 물리적 특성의 변화-. 지산간호보건전문대학 논문집, 5, 229-240, 1987.

최운재, 신무학, 정희선, 고명원. 치과도재용착주조관용 비귀금속합금의 반복주조가 기계적 특성 및 미세구조에 미치는 영향. 대한치과기공학회지. 25(1), 9-20, 2003.

Anderson JM. Applied Dental Materials 5th ed. Blackwell Scientific pubrication. 94, 1976.

Craig RG. Dental Materials properties and manipulation. 2nd ed. St. Louis, The C.V Mosby Co, 202, 1979.

Donald R, Joyce F, Harold F, Martin C. Recasting a nickel-chromium alloy. J Prosthetic Dent, 55(1), 122-127, 1986.

Harcourt HJ. The remelting of cobalt-chromium alloys. J Br Dent, 112, 198, 1962.

Hesby DA. Physical properties of repeatedly used nonprecious metal alloy. J Prosthetic Dent, 44, 291-293, 1980.

Nelson DR, Palik JF, Morris HF. Recasting

a nickel-chromium aooly. J Prosthetic Dent, 55, 122-127, 1986.

Phillips RW. Skinner's Science of Dental Materials. WB Saunders Co. ed. 7, 592, 1973.

Rasmussen ST, Doukoudakis AA. The effect of using recast metal on the bond between porcelain and a gold-palladium alloy. J Prosthetic Dent, 55, 447-453, 1986.

Tylman SD. Theory and practice of crown and fixed partial prosthetics 6th ed. The C. V Mosby Co. 383, 1970.