

베릴륨 불포함 치과 주조용 니켈-크롬 합금 중 금속의치상용 합금과 금속소부도재관용 합금의 부식에 관한연구

김 흥 식, 송 재 상, 박 수 철
김천대학교 치기공학과

Corrosion of the non-beryllium dental casting Ni-Cr alloys for the denture base framework metal and the porcelain-fused-to-metal crown

Hong-Sik Kim, Jae-Sang Song, Soo-chul Park
Department of Dental Technology, Gimcheon University

[Abstract]

Purpose: This study examined the corrosion level by alloy type and pH, and used the corrosion levels as the dental health data. The study utilized one Ni-Cr alloy for the full and removable partial denture metal frameworks and two Ni-Cr alloys for porcelain-fused-to-metal crown, among the non-beryllium dental casting non-precious Ni-Cr alloys.

Methods: The alloy specimens were manufactured in 10 cm³ and stored in the corrosive solution (pH 2.2-4.4) in the electrical water bath (37°C) for seven days. Afterwards, the metal ions were quantitatively analyzed using the ICP.

Results: Of the three metal alloys, Bellabond-Plus[®] alloy and SOLIBOND N[®] alloy, with 22% or higher chrome chemical contents, had higher corrosion resistance than Jdium-100[®] alloy with 20% chrome chemical content. In all three alloys, the corrosion of Ni was highest, and metal ion corrosion was higher in the pH 2.2 corrosive solution.

Conclusion: Although Ni-Cr alloy was not very corrosive, a Ni-allergic patient should not have Ni-Cr alloy prosthesis. The Ni-Cr alloy for porcelain-fused-to-metal crown should be designed for the dental porcelain to cover the whole crown.

○Key words : non-beryllium Ni-Cr alloy, denture base metal, Porcelain-fused-to-metal, corrosion

교신저자	성명	박 수 철	전화	011-9062-3948	E-mail	remedios-1@hanmail.net	
	주소	대구시 북구 구암동 동서영남아파트 102-1112					
접수일	2012. 7. 26		수정일	2012. 11. 9		확정일	2012. 12. 24

I. 서 론

전 세계적으로 금값의 상승으로 국내에서는 치과 보철물 제작 시 비귀금속 합금 중 니켈-크롬 합금이 많이 이용되고 있다. 2009년 이전까지는 베릴륨이 포함된 니켈-크롬 합금을 이용한 보철물의 제작이 많았으나 발암물질로 알려진 베릴륨 함유 합금의 수입 및 제조, 판매가 금지된 후 국내에는 베릴륨이 포함되지 않은 니켈-크롬 합금이 주로 사용되고 있다(Medical Devices Standards and Specifications, 2008). 치과 주조용 비귀금속 합금 중 니켈-크롬 합금은 치과도재와 관교의치의 고정성보철과 가철성보철인 국소의치와 총의치의 금속의치상 제작에 주로 사용되지만, 치과주조용 비귀금속 합금을 사용한 보철물의 인체 유해성에 대한 논란은 현재까지도 계속되고 있는 실정이다(Haberman et al., 1993).

니켈은 어패류, 육류, 채소, 건과류와 같은 대부분의 음식물에 포함되어 있고, 요소의 분해를 촉진하는 효소에 포함되어 있으며, 단백질, 지방, 핵산의 대사를 돕고, 음식을 통해 성인 기준 1일 100~600 μg 이 소화기를 통해 인체에 흡수된다(Uthus & Seaborn, 1996). 이러한 니켈은 신진대사에 큰 역할을 하지만 과도한 섭취는 호르몬과 효소의 활동을 변화시키고, 면역기능과 알러지를 일으키기도 한다.

Kerosuo 등(1996)은 청소년들의 교정치료와 귀걸이의 니켈 알러지 연구에서 여성의 30%, 남성의 3%가 니켈의 알러지가 나타난다고 보고하였으며, Setcos 등(2006)은 니켈이 함유된 합금과 화합물이 구강과 피부에 노출되었을 때 암 발생위험이 증가할 수 있다고 하였다. 또한, Kim 등(2010)은 니켈이 포함된 귀걸이와 같은 장신구, 니켈 도금된 안경테, 의료제품이나 치과용 재료의 피부와의 접촉을 줄여야 하며 다른 대체 금속을 사용해야 한다고 하였다.

치과 주조용 비귀금속 합금 중 니켈-크롬 합금을 대상으로 한 부식관련 연구들이 보고되고 있으나(Park et al., 2011; Elshahawy et al., 2009; Kim et al., 1994), 대부분 베릴륨이 함유된 니켈-크롬 합금에 국한되어 있어 베릴륨이 포함되지 않은 니켈-크롬 합금의 연구는 없는 실정이다. 이러한, 치과용 합금의 금속이온 유리화는 보철물의 저작운동과 칫솔질, 구강 내 환경, 식습관, 보철의 연마정도, 보철의 크기 등 다양한 요인에 의해 영향을 받으므로 보다 다양한 합금의 부식 연구가 필요하다.

이 연구는 2012년 현재까지 국내에 수입 및 제조가 허가되어 임상에서 사용되는 니켈-크롬 합금 중 총의치와 국소의치의 금속의치상에 사용되는 합금 1종과 치과 금속소부도재용으로 사용되는 합금 2종, 총 3종을 Medical Devices Standards and Specifications(2010)의 니켈계 부식 시험방법의 부식용액기준(pH 2.3 \pm 1.0)과 Nummer (2008)의 음식물의 중간 pH와 유사한 부식용액 제작하여 합금별 금속의 부식정도와 pH에 따른 부식정도를 조사하여 구강보건의 자료로 활용하고자 실시하였다.

II. 연구 대상 및 방법

1. 실험 재료 및 시편 제작

2012년 현재 국내에 수입 또는 제조되어 식약청에 허가되어 판매되는 베릴륨이 포함되지 않은 니켈계의 치과주조용 비귀금속 합금 중 총의치와 가철성 국소의치의 금속의치상(metal frame)에 사용되는 Jdium-100[®] (TaeJung, 한국) 1종과 치과 금속소부도재용으로 사용되는 SOLIBOND N[®] (Yeti, 독일)과 Bellabond-Plus[®] (Bego, 독일) 2종, 총 3종의 합금을 대상으로 하였고, 합금의 화학적 조성은 다음과 같다(Table 1).

Table 1. Chemical composition of specimen Ni-Cr alloys (Wt%)

alloy	composition									
	Ni	Cr	M●	N●	C●	Si	Fe	Mn	Al	Ti
Jdium-100 [®]	59.0	20.0	8.0	Bal	3.0	2.0	-	2.0	1.0	Bal
SOLIBOND N [®]	62.7	24.5	10	-	-	1.35	1	-	-	-
Bellabond-Plus [®]	62.2	22.5	9.5	Bal	-	Bal	Bal	Bal	-	-

Bal: balance

시편의 크기는 Base plate wax(Dentsply, 미국)을 이용하여 34mm×13mm×1.5mm의 판상모양의 동일한 크기가 되도록 각 합금별로 10개를 준비하였고, 3종의 실험 합금은 각 제조회사의 제작 기준에 따라 제작하였다. 판상형 납형에 지름 5.0mm 주입선용 wax(wax wire®, Renfert, 독일)를 원추대에 부착하고, 치과용 인산염계 매몰재(CB-30 Investment®, Ticonium, 미국)에 비귀금속 합금의 매몰 비율에 맞는 매몰액(CB-30 Investment Liquid®, Ticonium, 미국)과 증류수를 8 : 2의 비율로 믹싱하여 금속링에 진공 매몰을 실시하였다. 매몰된 금속링은 소환로에서 실온상태에서 300℃까지 서서히 가열하여 매몰재의 균열을 방지하였고, 1차 계류 후 850℃까지 상승시켜 1시간 계류 후 산소불대와 원심주조기를 이용하여 주조하였다. 주조된 금속링은 실온상태에서 서냉시켜 완전히 식은 후 매몰재를 제거하였고, 주조체 시편의 주입선을 디스크(disc)와 버(bur)를 이용하여 제거한 후 샌드블라스터를 이용하여 표면의 산화막을 제거하고, 합금의 시편의 표면 상태를 0.1mm 이상 연마하여 이물질이 완전히 제거 되도록 하였다. 시편의 최종 연마는 400, 800, 1,200의 젖은 상태의 실리콘 카바이드 페이퍼를 이용하여 마무리하였고, 각 합금 시편의 최종 표면적은 약 10cm²의 균일한 크기로 하였다. 시편의 세척은 에탄올에 시편을 침지시켜 초음파 세척기를 이용하여 세척한 후 증류수로 다시 세척하여 시편을 완전히 건조시켰다.

2. 부식용액 제작 및 시편의 금속이온 정량분석

부식용액은 분석용 증류수에 분석용 90% 질산(C₃H₆O₃) 5g과 분석용 염화나트륨(NaCl) 2.85g을 용해시켜 pH 2.2과 pH 4.4의 총 2종류의 부식용액을 제작하였다. 17mm×100mm 크기의 폴리에틸렌 튜브에 부식용액을 10mℓ씩 주입하여 각 pH별로 15개 총 30개의 부식용액을 제작하고, pH별로 각 합금 시편을 투여하여 밀봉하였다. 밀봉된

튜브는 37℃의 항온수조에서 7일간 유지 후 금속 시편을 제거하고, 유도결합 플라즈마 질량분석기(Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometer, Perkin Elmer, USA)를 이용하여 공 시료의 금속이온을 불검출을 확인 후 30개의 부식용액의 금속이온을 정량 분석하였다.

3. 자료의 분석

이 연구에서 정량 분석된 자료의 처리의 분석은 통계프로그램 SPSS ver. 18.0을 사용하였으며, pH와 각 합금별 금속원소의 부식차이 검정을 위해 일원배치 분산분석(One way Analysis of Variance)을 이용하여 분석하였다.

III. 실험 결과

1. 합금별 금속원소의 부식수준

3종의 합금을 7일간 37℃에서 보관한 부식용액의 금속이온을 유도결합 플라즈마 질량분석기를 이용하여 정량 분석한 결과 Jdium-100®합금은 pH 2.2의 시료가 pH 4.4의 시료보다 부식수준이 높았다. 니켈의 부식정도는 pH 2.2에서 최저 8.752 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 에서 최고 10.821 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 이 정량 분석되었으며, 크롬은 최저 2.982 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 에서 최고 4.282 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 이 정량 분석되었고, 총 금속이온은 최저 16.334 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 에서 최고 21.701 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 이 정량 분석되었다. pH 4.4에서 니켈의 부식정도는 최저 0.187 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 에서 최고 0.252 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 이 정량 분석되었으며, 크롬은 7번 시료와 9번 시료에서는 검출수준 이하였고 6번과 10번 시료에서 0.003 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 이 정량 분석되었고, 총 금속이온은 최저 0.238 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 에서 최고 0.349 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 이 정량 분석되었다 (Table 2).

Table 2. Elemental corrosion from Jdium-100® casting alloy ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)

pH	No	Jdium-100									
		Ni	Cr	Co	Mo	Nb	Si	Mn	Al	Ti	Total
pH 2.2	1	10.821	4.282	1.597	2.752	0.078	0.327	0.742	1.018	0.084	21.701
	2	9.875	3.215	1.129	2.312	0.052	0.224	0.624	0.867	0.071	18.369
	3	8.752	2.982	1.045	1.924	0.042	0.189	0.587	0.752	0.061	16.334
	4	9.153	3.021	1.121	2.108	0.055	0.215	0.631	0.834	0.075	17.213
	5	10.254	3.960	1.309	2.551	0.062	0.321	0.728	0.958	0.086	20.229
pH 4.4	6	0.252	0.003	0.021	0.035	ND	ND	0.035	0.003	ND	0.349
	7	0.187	ND	0.011	0.021	ND	ND	0.019	ND	ND	0.238
	8	0.224	0.001	0.023	0.028	ND	ND	0.024	0.001	ND	0.301
	9	0.208	ND	0.015	0.025	ND	ND	0.022	ND	ND	0.270
	10	0.241	0.003	0.023	0.033	ND	ND	0.030	0.004	ND	0.334

ND: none data

SOLIBOND N®합금은 pH 2.2의 시료가 pH 4.4의 시료보다 부식수준이 높았으며, 니켈의 부식정도는 pH 2.2에서 최저 2.575 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 에서 최고 3.312 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 이 정량 분석되었다. 크롬은 pH 2.2 최저 0.278 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 에서 최고 0.302 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 이 정량 분석되었고, 총 금속이온은 최저 3.094 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 에서 최고 3.943 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 이 정량 분석되었다.

pH 4.4에서 니켈의 부식정도는 최저 0.018 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 에서 최고 0.032 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 이 정량 분석되었으며, 크롬은 7번과 9번 시료에서는 검출수준 이하였고 최고 0.004 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 이 정량 분석되었다. 총 금속이온은 최저 0.018 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 에서 최고 0.037 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 이 정량 분석되었으며, 구소와 철은 모든 시료에서 검출수준 이하였다(Table 3).

Table 3. Elemental corrosion from SOLIBOND N® casting alloy ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)

pH	No	SOLIBOND N					Total
		Ni	Cr	Mo	Si	Fe	
pH2.2	1	3.187	0.298	0.271	0.004	0.032	3.792
	2	2.575	0.278	0.226	ND	0.015	3.094
	3	3.312	0.302	0.285	0.003	0.041	3.943
	4	2.987	0.281	0.254	0.001	0.024	3.547
	5	3.012	0.285	0.260	0.001	0.034	3.592
pH4.4	6	0.032	0.004	0.001	ND	ND	0.037
	7	0.018	ND	ND	ND	ND	0.018
	8	0.028	0.003	0.002	ND	ND	0.033
	9	0.020	ND	ND	ND	ND	0.020
	10	0.025	0.001	ND	ND	ND	0.026

ND: none data

Bellabond-Plus[®]합금은 pH 2.2의 시료가 pH 4.4의 시료보다 부식수준이 높았으며, 니켈의 부식정도는 pH 2.2에서 최저 2.756 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 에서 최고 3.437 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 이 정량 분석되었다. 크롬은 pH 2.2 최저 0.275 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 에서 최고 0.342 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 이 정량 분석되었고, 총 금속이온은 최저 3.313 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 에서 최고 4.229 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 이 정량 분석되었다.

pH 4.4에서 니켈의 부식정도는 최저 0.019 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 에서 최고 0.038 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 이 정량 분석되었으며, 크롬은 8번과 10번 시료에서는 검출수준 이하였고 최고 0.004 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 이 정량 분석되었다. 총 금속이온은 최저 0.019 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 에서 최고 0.045 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 이 정량 분석되었으며, 니오브와 규소, 철, 망간은 모든 시료에서 검출수준 이하였다(Table 4).

Table 4. Elemental corrosion from Bellabond-Plus[®] casting alloy ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)

pH	No	Bellabond-Plus							
		Ni	Cr	Mo	Nb	Si	Fe	Mn	Total
pH 2.2	1	3,231	0,321	0,287	0,034	0,001	0,039	0,030	3,943
	2	3,245	0,310	0,295	0,031	0,003	0,028	0,035	3,947
	3	3,437	0,342	0,302	0,045	0,004	0,051	0,048	4,229
	4	2,756	0,275	0,215	0,021	ND	0,025	0,021	3,313
	5	3,023	0,298	0,252	0,029	ND	0,030	0,003	3,635
pH 4.4	6	0,021	0,001	ND	ND	ND	ND	ND	0,022
	7	0,038	0,004	0,003	ND	ND	ND	ND	0,045
	8	0,024	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,024
	9	0,031	0,002	0,001	ND	ND	ND	ND	0,034
	10	0,019	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,019

ND: none data

2. pH에 따른 금속원소 부식수준 차이

pH 2.2의 부식용액에서 합금별 금속이온의 정량 분석 결과 중 3종의 합금이 모두 포함된 금속이온을 일원배치 분산분석 결과 Jdium-100[®]합금에서 니켈이 9.771 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$,

크롬은 3.492 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$, 몰리브덴은 2.329 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 으로 나타났다. Bellabond-Plus[®]합금과 SOLIBOND N[®]합금에 비해 모든 금속원소들에서 높은 부식수준을 보였으며 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p < 0.001$)(Table 5).

Table 5. Elemental corrosion from metal ions in pH 2.2 Solution ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)

Element	pH 2.2			F	p-value
	Jdium-100(N=5)	SOLIBOND N(N=5)	Bellabond-Plus(N=5)		
Ni	9.771±0.832 ^a	3.015±0.279 ^b	3.138±0.259 ^b	267.811	.000
Cr	3.492±0.592 ^b	0.289±0.106 ^c	0.309±0.025 ^b	145.158	.000
Mo	2.329±0.332 ^b	0.259±0.022 ^c	0.270±0.036 ^b	190.066	.000
Si	0.255±0.064 ^b	0.002±0.002 ^c	0.002±0.002 ^a	77.984	.000
Total	18.770±2.193 ^b	3.594±0.321 ^a	3.813±0.350 ^a	225.418	.000

TuKey HSD^{a,b}

pH 4.4의 부식용액에서 합금별 금속이온의 정량 분석 결과 검출수준 이하인 금속원소를 제외한 3종의 합금이 모두 포함된 금속이온을 일일배치 분산분석 결과 Jdium-100[®]합금에서 니켈이 0.222 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$, 몰리브덴은 0.028 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 으로 나타났으며, Jdium-100[®]합금은

Bellabond-Plus[®]합금과 SOLIBOND N[®]합금에 비해 크롬을 제외한 니켈과 몰리브덴 금속원소에서 높은 부식수준을 보였으며 통계적으로 유의한 차이를 보였다 ($p < 0.001$)(Table 6).

Table 6. Elemental corrosion from metal ions in pH 4.4 Solution ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)

Element	pH 4.4			F	p-value
	Jdium-100(N=5)	SOLIBOND N(N=5)	Bellabond-Plus(N=5)		
Ni	0.222±0.026 ^b	0.025±0.006 ^a	0.027±0.008 ^a	253.026	.000
Cr	0.002±0.002	0.001±0.002	0.001±0.002	0.024	.977
Mo	0.028±0.006 ^b	0.001±0.001 ^a	0.001±0.001 ^a	108.686	.000
Total	0.298±0.046 ^b	0.027±0.008 ^a	0.029±0.011 ^a	162.532	.000

TuKey HSD:a,b

IV. 고 찰

전 세계적으로 많은 치과재료들이 개발되어 다양한 보철재료들을 이용한 보철이 임상에서 사용되고 있고 국내에도 다양한 치과재료를 이용한 보철들이 제작되고 있으나, 현재까지도 니켈-크롬 합금을 이용한 보철의 제작이 주로 이루어지고 있으며, 국내의 니켈-크롬 합금의 연구는 보철제작과 관련한 연구(Lee et al., 2012; Kim, 2011; Cho, 1997)에 비해 생체적합성과 관련 있는 합금의 부식연구는 부족한 실정이다. 또한, 국외의 경우 니켈-크롬 합금의 연구가 다양하게 보고되고 있으나 대부분 베릴륨이 함유된 니켈-크롬 합금에 대한 연구로 국한되어 베릴륨 함유되지 않은 합금에 대한 연구는 국내·외적으로 부족한 실정이다.

3종 합금의 화학적 조성은 니켈이 가장 높았으며, 본 연구의 부식실험용액의 제작 방법이 유사한 Kim & Chung(2011)의 고주파주조기를 이용하여 주조한 총면적 약 2.8 cm^2 의 니켈-크롬 합금시편을 pH 2.0에서 1주간의 부식실험결과 니켈이 0.07ppm이 측정되어 다른 금속원소에 비해 높은 부식성을 나타낸 것과 유사하게 본 연구에서도 니켈의 부식이 높게 측정 되었으나, 본 연구의 pH 2.2에서 SOLIBOND N[®]합금의 니켈 용출량 3.015 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 과 Bellabond-Plus[®]합금의 니켈 용출량 3.138 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 보

다 약 60배, Jdium-100합금의 니켈 용출량 9.771 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 보다는 약 180배의 낮은 부식성을 보였으나, 본 연구보다 약한 pH를 기준으로 연구한 Muller 등(1990)은 pH 5.0의 인공타액에서 1주일 후 니켈이 최고 12.5 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 이 용출을 보고하여, 높은 산성을 보이는 pH 2.2의 부식용액에서 SOLIBOND N[®]합금과 Bellabond-Plus[®]합금의 니켈 용출량보다 약 4배, pH 4.4의 부식용액에서 SOLIBOND N[®]합금의 니켈 용출량 0.025 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 과 Bellabond-Plus[®]합금의 니켈 용출량 0.027 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 보다 약 500배, Jdium-100[®]합금의 니켈 용출량 0.222 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 보다는 약 50배의 높은 부식성을 보였다. 이러한 차이는 앞선 연구의 시편의 크기와 표면 연마상태, 부식용액의 량, 시편이 담긴 부식용액의 보관방법, 부식용액의 종류, 주조방법의 차이, 합금별 조성들의 차이로 판단된다.

또한, 본 연구에서 3종 합금의 총 금속이온을 정량 분석한 결과 모든 시편이 식품의약품안전청 의리기기기준규격 치과용 비귀금속 합금Ⅱ(니켈계)의 허가기준 200 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 을 넘지 않았다. 하지만 Kim & Chung(2011)은 낮은 니켈의 부식으로도 알러지를 유발할 가능성이 있다고 하였고, Kim 등(2010)은 금속성분이 피부에 접촉시 피부에 금속성분이 이동하는데 3분이 걸리지만 습윤한 환경에서는 더 빠르게 이동되기 때문에, 니켈이 포함된 의료제품과 치과재료의 사용을 피해야 한다는 연구결과와 본 연구

의 니켈의 정량 분석결과를 볼 때 니켈 알려지가 있는 환자에게는 니켈-크롬 합금을 사용한 보철을 피하고, 금속소부도재관용 니켈-크롬 합금의 경우 치관 전체를 치과도재가 피개할 수 있는 설계가 필요하다고 판단된다.

본 연구는 3종의 니켈-크롬 합금으로 한정되어 실험 결과에 제한점이 있다고 판단된다. 하지만 합금별로 부식정도의 차이를 보이는 것을 볼 때 정확한 구강보건자료로 제공하기 위해선 향후 유사한 후속 연구가 지속적으로 이루어져야 하며 보다 다양한 방법들의 연구가 이루어져 합금제조회사의 보다 우수한 제품개발을 유도하는데 기여할 수 있을 것으로 판단된다.

V. 결 론

이 연구는 베릴륨이 포함되지 않은 치과주조용 비귀금속 니켈-크롬 합금 중 임상에서 사용 중인 총의치와 국소의치의 금속의치상에 사용되는 합금 1종과 치과 금속소부도재용으로 사용되는 합금 2종을 이용하여 합금별 금속의 부식정도와 pH에 따른 부식정도를 조사하여 각 합금 금속이온의 부식정도를 구강보건의 자료로 사용하기 위해 수행하였다.

유도결합 플라즈마 질량분석기를 이용하여 3종의 금속이온 정량 분석을 실시하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 금속이온의 부식실험 결과 3종의 합금 모두 pH 2.2의 부식용액이 pH 4.4의 부식용액보다 금속이온의 부식수준이 높은 것으로 나타났다.

2. 3종의 합금의 화학조성 중 크롬의 화학조성이 22%가 넘는 Bellabond-Plus[®]합금과 SOLIBOND N[®]합금의 금속이온의 부식저항성이 크롬의 화학조성이 20%인 Jdium-100[®]합금에 비해 높았고, 화학조성성분이 다양할수록 부식저항성이 낮은 것으로 나타나 니켈-크롬 합금의 부식저항성을 높이기 위해서는 다양한 화학조성보다는 부식저항성을 높일 수 있는 크롬의 화학조성비율을 높이는 것이 필요하다고 판단된다.

3. pH에 따른 3종의 합금 부식수준은 pH 2.2의 부식용액에서 니켈, 크롬, 몰리브덴, 총 금속이온의 부식수준은 Jdium-100[®]합금이 Bellabond-Plus[®]합금과 SOLIBOND N[®]합금에 비해 높은 부식수준을 보였으며 통계적으로 유의한 차이를 보였으며(p<0.001), pH 4.4의 부식용액에서 니켈, 몰리브덴, 총 금속 이온의 부식수준은 Jdium-100[®]합금이 Bellabond-Plus[®]합금과 SOLIBOND N[®]합금에 비해 높은 부식수준을 보였으며 통계적으로 유의한 차이를 보였다(p<0.001).

이 연구에서 3종의 니켈-크롬 합금의 부식은 크지는 않다고 판단되나, 장기적인 부식실험과 보다 다양한 합금들을 이용한 실험을 통해 부식저항성 높은 합금들의 정보를 치과기공사에게 제공한다면 보철물을 제작 시 부식저항성이 높은 합금의 사용을 유도할 수 있을 것으로 기대된다.

REFERENCES

Cho SA. The Effect of Ti on the shearbonding strength between dental porcelain and Ni-Cr nonprecious alloy. The Journal of the Korean academy of prosthodontic society, 35(2), 413-416, 1997.

Elshahawy WM, Watanabe I, Koike M. Elemental ion release from four different fixed prosthodontic materials. Dent Mater, 25(8), 976-981, 2009.

Haberman AL, Pratt M, Storrs FJ. Contact dermatitis from beryllium in dental alloys. Contact Dermatitis, 28(3), 157-162, 1993.

Kerosuo H, Kullaa A, Kerosuo E, Kanerva L, Hensten-Pettersen A. Nickel allergy in adolescents in relation to orthodontic treatment and piercing of ears. Am J Orthod Dentofac Orthop, 109(2), 148-154, 1996.

Kim CS. The comparative study on the marginal fit of a metal-ceramic alloy, IPS - Empress and a zirconia(ZrO2) ceramic used for fabrication

- of dental restoration. The journal of Korean academy of dental technology, 33(1), 7-17, 2011.
- Kim CY, Chung IS. Evaluation of Mechanical Characteristic and Biological Stability of Dental Alloys by the Manufacture Method. The Korea Contents Society, 11(3), 293-391, 2011.
- Kim GW, Kim HS, Kim SH, Jung DS, Ko HC, Kim MB, Kwon KS. The Patch Test as a Useful Tool for Avoiding Suspected Allergens in Patients with Hand Eczema. Korean journal of dermatology, 48(1), 26-32, 2010.
- Kim CH, Ko YM, Kay KS. Corrosion studies on titanium in contact with gold, silver-palladium and nickel-chromium alloys in vitro. J. Korea Res Soc Dent Mat, 21(1), 33-57, 1994.
- Lee YH, Song YG, Lee JS. Effect of various casting alloys and abutment composition on the marginal accuracy of bar-type retainer The Journal of the Korean academy of prosthodontic society, 50(2), 85-91, 2012.
- Medical Devices Standards and Specifications. Some revised Notice. Dental non-precious metal alloys II. Korea Food & Drug Administration, 2010.
- Medical Devices Standards and Specifications. Some revised Notice. Korea Food & Drug Administration, 2008.
- Muller AWJ, Maessen FJMJ, Davidson CL. Determination of the corrosion rates of six dental NiCrMo alloys in an artificial saliva by chemical analysis of the medium using ICP-AES. Dent Mater, 6(1), 63-68, 1990.
- Nummer BA. Food Acidity and Safety. Food Safety, 2008.
- Park SC, Jang EJ, Han SY. Evaluation of a metal level in non-precious metal alloys dental casting having beryllium by lactic acid Solution. The journal of Korean academy of dental technology, 33(2), 121-128, 2011.
- Setcos JC, Babaei-Mahani A, Silvio LD, Mjör IA, Wilsonc NH. The safety of nickel containing dental alloys. Dent Mater, 22(12), 1136-1138, 2006.
- Uthus EO, Seaborn CD. Deliberations and evaluations of the approaches, endpoints and paradigms for dietary recommendations of the other trace elements. J Nutr, 126(9), 2452-2459, 1996.