

## 치과용 코발트 - 크롬합금 주조체의 다듬질과 연마방법에 대한 연구

치과기공과 정 종 현  
조 교 수

### I. 서 론

치과재료로서 금속이 이용된 것은 오랜 옛날부터이며,<sup>1)</sup> 초기에는 Au 등 귀금속이 주류를 이루었으나 최근에는 stainless steel, Ni-Cr 계합금 그리고 Ti 합금등이 많이 개발되고 있다.<sup>2)</sup>

비귀금속합금중 Co-Cr 계합금은 1907년 미국 Elwood Haynes<sup>3)</sup>에 의해 처음 소개되어, “Haynes Stellite” 또는 “Stellite 합금”이라고 명명하였다.<sup>4)6)</sup>

Co-Cr 계 치과주조용 합금으로는 1929년에 Prange<sup>6)</sup>와 Erdle 등<sup>7)</sup>이 Haynes Stellite의 하나인 “Stellite 21(HS21)” 즉 “Vitalium합금”을 이용한 주조체 제작방법을 개발한 것이 처음이며, 1931년부터는 이 재료를 이용하여 의치를 제작하였고, 지금은 많은 상품들이 개발되어 이용되고 있다.<sup>8-10)</sup>

현재 Co-Cr 주조합금은 가격이 저렴하고 비중이 낮으며 기계적 성질이 우수하여,<sup>11)12)</sup> 금합금대용으로 가철성국소의치의 금속구조물제작에 널리 사용되고 있다.<sup>13)14)</sup> 그러나 이 합금은 금합금보다 더 경도가 높기 때문에 주조체를 자르고 다듬는데 특수한 기구들이 필요하다.<sup>15-18)</sup>

연마과정은 가철성국소의치 금속구조물을 완성하는데 필수적이며, 연마가 잘 되지 않은 면에 치태가 침착하게 되고, 이는 금속이 부식되거나 치아우식이 발생할 수 있는 좋은 조건을 제공하게 된다.<sup>19)</sup>

따라서 본 논문에서는 Co-Cr 계 합금주조체를 가장 효과적으로 연마할 수 있는 방법을 찾기 위하여 여러 연마방법들의 효과를 비교 조사하였다.

## II. 실험재료 및 방법

### 1. 재료 및 기구

#### 1) 기 구

- ① 고주파진공주조기 : Krupp vacuum high frequency melting and centrifugal casting unit for dental alloys, Krupp medicine technique GmbH., GERMANY.
- ② 모래분사기 : 세기치기재상사, KOREA.
- ③ 고속연마기 : 세기치기재상사, KOREA.
- ④ 전해연마기 : TI-LECTRO POLISHER, CMP INDUSTRIES, INC., ALBANY, NEW YORK.
- ⑤ 초음파세척기 : SHOF ULTRASONIC CLEANER, 松風陶齒製造株式會社, JAPAN.
- ⑥ 표면거칠기시험기 : RANK TALYOR, ENGLAND.
- ⑦ 화상분석기 : IMAGE ANALYZER, LECO<sup>®</sup> 300 METALLOGRAPH, U.S.A.

#### 2) 재 료

- ① 시료금속 : Dentorium, cobalt-chromic alloy, A.D.A. certified, Dentorium products Co., Inc.
- ② 매물재 : Multi-vest, high heat casting investment, Dentsply / york Divison, Dentsply International Inc.
- ③ STONE WHEEL : Carborundum, KOREA DENTAL MATERIAL MFG., Co, KOREA
- ④ ABRASIVE DISK : Silicon carbide paper, disk, 280 Grit, The J BIRD MOYER Co., Inc.
- ⑤ RUBBER POINT : Dedeco green clasp polisher, Dedeco International, Inc, U.S.A
- ⑥ PUMICE : Imported-Italian ground, grade fine, WHIP-MIX corporation.
- ⑦ ROUGE : KOREA.

### 2. 시편제작

paraffin wax를 이용하여 상단부위 지름이 0.6 mm, 하단부위 지름이 0.8 mm, 높이 0.8 mm가 되도록 만든 원뿔형의 假試片으로 mold를 제작하였다. mold를 이용하여 wax 시편을 제작하였고, 상단면은 시험면으로 사용하기 위하여 유리면에 접촉시켜 매끄럽게한 다음 밑면에 주입선을 부착하였다.

주입선은 runner bar 형으로 하여 6개의 wax 시편을 1개의 ring에 매물하였다.

매물, 소환은 제조회사의 지시에 따라 시행하였고<Table 1>. 7 주파진공주조기에서 용해하여 원심력을 이용하여 주조하였다.

Table 1. Condition on investing and burn out

Alloy	Investment (formular, source)	W/P *	Burn out Temp.
Dentorium	Multi-vest (for Co-Cr system)	0.14	1800 °F

\* water / powder ratio

주조체는 실온에서 충분히 식힌 다음 매물제에서 제거하고 모래분사를 하였다. 36개의 시편을 9개群으로 4개씩 분류하여 다듬질과 연마방법을 달리 적용하였고, 가능한 한 동일한 작업조건이 되도록 하였다<Table 2>.

작업은 거친 연마기구부터 고운 연마기구 사용순으로 하면서, 단계별 기구사용시는 앞단계의 기구사용으로 생긴 흠집을 제거하기 위해 연마구에 대하여 시편접촉이 90° 위치변화가 있도록 하였고, 정해진 시간동안 작업을 하였다<Table 3>.

Table 2. Finishing and polishing procedures tested

Group	Technique
1	A
2	A + B
3	A + B + F
4	A + B + C + F
5	A + B + C + D + E
6	A + B + C + D + E + F
7	A + B + C + D + E + F + H
8	A + B + C + D + E + F + G
9	A + B + C + D + E + F + G + H

A, first sand blasting ; B, stone wheel ; C, abrasive disk ; D, second sand blasting ; E, electrolytic polishing ; F, rubber point ; G, felt wheel with pumice ; H, felt wheel with rouge

각 群별로 마지막 단계 처리가 끝나면 초음파세척기에서 30초간 세척하였다.

### 3. 실험방법

준비된 시편으로 표면거칠기시험과 화상분석을 하였다.

표면거칠기시험으로 R<sub>a</sub> (arithmetic average roughness) 값과 R<sub>v</sub> (maximum peak-to-valley height) 값을 얻었고, profile tracing 을 기록하였다.

또한 화상분석기를 이용하여 화상분석사진을 촬영하였다. 이때 1群은 250배율로, 나머지

**Table 3. Condition on working time during finishing and polishing procedures tested**

Procedures tested	Working time or others
First sand blasting	30 seconds
Stone wheel	45 seconds
Abrasive disk	45 seconds
second sand blasting	30 seconds
Electrolytic polishing	2-3 Amperes, in the acid solution* for 5 minutes
Rubber point	45 seconds
Felt wheel with pumice	45 seconds
Felt wheel with rouge	45 seconds

\* TECNADENT ELECTRO DEPLATING POLISHING SOLUTION, TECNADENT, MFG, CO, U.S.A.

群들은 500 배율로 확대하여 관찰하였다.

### Ⅲ. 결과 및 고찰

Co-Cr 합금주조체에 다듬질과 연마방법을 달리하여 얻어진 표면거칠기 측정값은 Table 4 와 같다.

**Table 4. surface roughness values (in microns)\***

Groups	R <sub>a</sub>		R <sub>y</sub>	
	Mean	± SD	Mean	± SD
1	2.4491	± 0.3060	20.8568	± 8.7275
2	0.3170	± 0.0574	1.1339	± 0.0954
3	0.1999	± 0.0480	0.9915	± 0.1530
4	0.1144	± 0.0224	0.6771	± 0.1187
5	0.1658	± 0.0600	1.4625	± 0.4516
6	0.0819	± 0.0081	0.5258	± 0.0656
7	0.0661	± 0.0031	0.3973	± 0.0849
8	0.0789	± 0.0045	0.5404	± 0.1044
9	0.0680	± 0.0412	0.3766	± 0.1483

\* Means of 4 specimens

R<sub>a</sub> 값은 1群, 2群, 3群, 5群, 4群, 6群, 8群, 9群, 7群으로 낮아지는 결과를 보였고, R<sub>y</sub> 값은 1群, 2群, 5群, 3群, 4群, 8群, 6群, 7群, 9群 순으로 낮아졌다.

Fig.1 ~ 6은 profile tracings 과 화상분석사진을 각 群별로 선택하여 놓은 것이다.

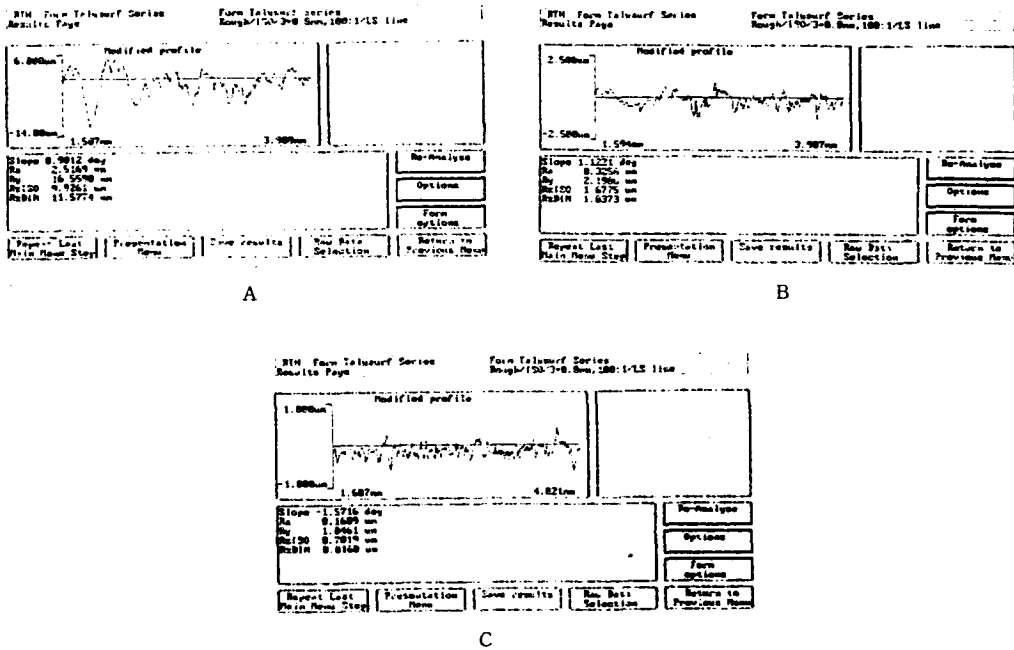


Fig.1. Typical surface profile tracings of groups 1 through 3 specimens.  
A, group 1 ; B, group 2 ; C, group 3

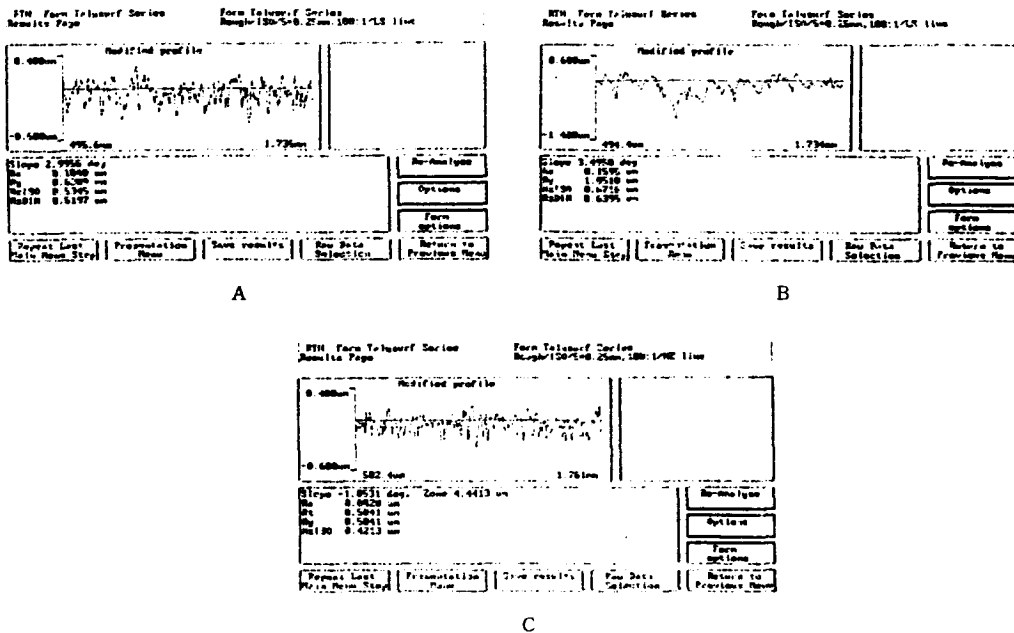


Fig.2. Typical surface profile tracings of groups 4 through 6 specimens.  
A, group 4 ; B, group 5 ; C, group 6

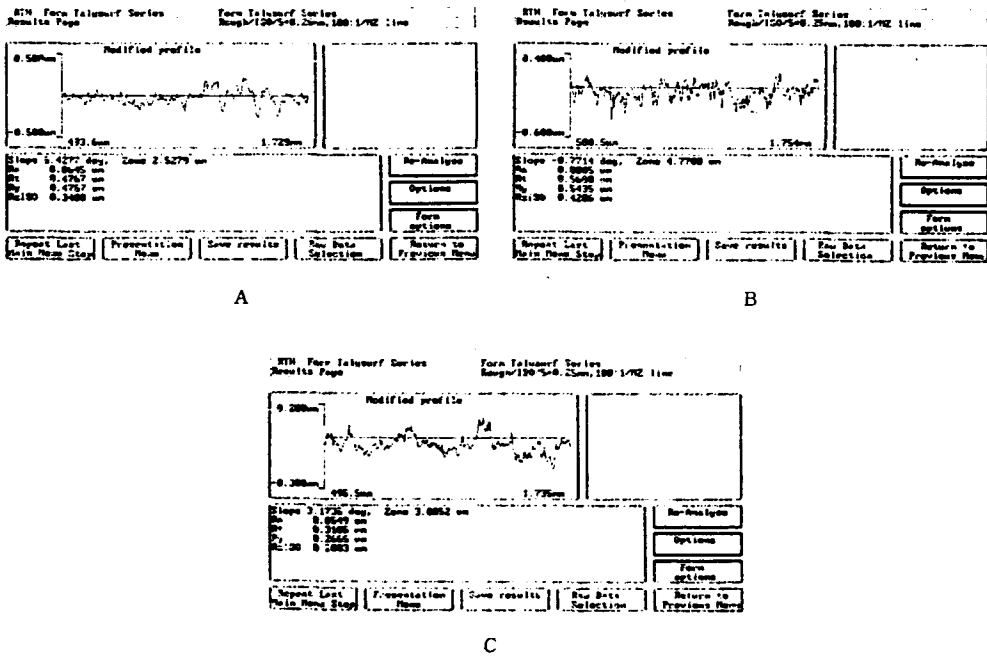


Fig.3. Typical surface profile tracings of groups 7 through 9 specimens.  
A, group 7 ; B, group 8 ; C, group 9

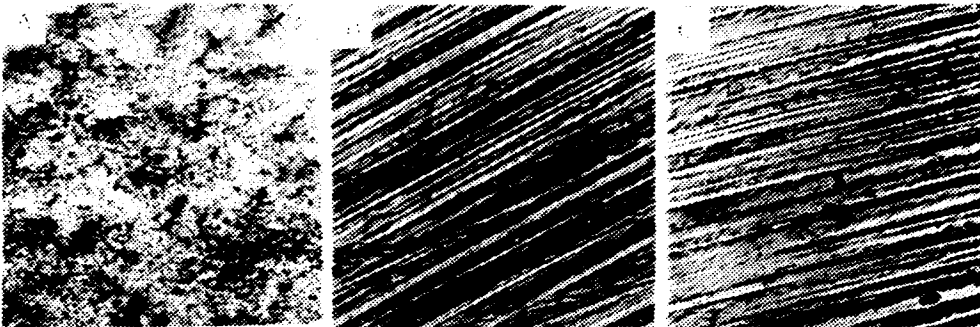


Fig.4. Image analyzing photographs of surface after finishing with method groups 1 through 3 ( $\times 250$  in group 1 and  $\times 500$  in others)  
A, group 1 ; B, group 2 ; C, group 3

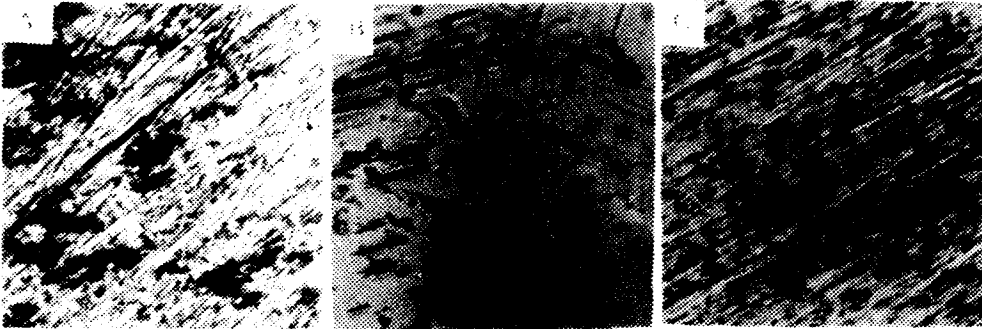


Fig. 5. Image analyzing photographs of surface after finishing with method groups 4 through 6 ( $\times 500$ ).

A, group 4 ; B, group 5 ; C, group 6

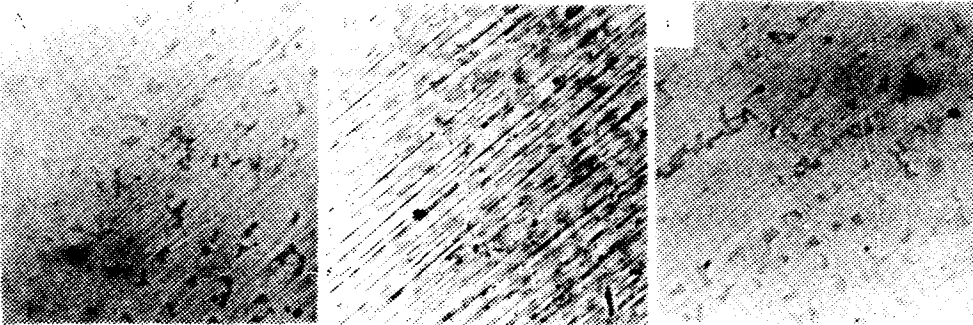


Fig. 6. Image analyzing photographs of surface after finishing with method groups 7 through 9 ( $\times 500$ ).

A, group 7 ; B, group 8 ; C, group 9

Co-Cr 합금은 경도가 높아서 삭마에 대한 저항성이 크기 때문에 금합금보다 갈아내기가 어렵고,<sup>17,21)</sup> 이는 보철물의 마무리과정에서 실제적인 문제점으로 존재한다.<sup>11,17,23-25)</sup>

다듬질과 연마는 앞 단계에서 생긴 흠집이 제거되거나 감소되도록 하여 거울면과 같이 매끄럽게 될 때까지 시행되어야 한다. 따라서 이들 과정은 조직적이고 체계적인 순서에 따라 연마기구가 거친것부터 고운것으로 단계적 사용이 이루어져야 하며, 이 과정은 완성된 주조체에서 고도의 광택이 유지되는데 중요하다.<sup>20)</sup>

주조한 후에는 부착된 매물체와 산화막등을 제거하기 위해 또는 면의 거친 부위를 제거하기 위해서 모래분사를 하게 된다.<sup>18,22,26)</sup>

Fig.1-A와 Fig.4-A에서 보면, 주조후 모래분사만 시행한 1群은 면이 매우 불규칙하며 거친 부위가 그대로 남아있는 것을 알 수가 있다. 또한 Fig.1-B, Fig.4-B에서 볼 때, 1

차 모래분사후 stone wheel 로 삭마한 2 群에서는 면은 고르나 stone wheel 사용으로 생긴 깊은 溝가 보이고, R. 값과 R<sub>v</sub> 값이 대체로 높게 나타나 더 고운 연마기구로 제거되어야 할 흠집들이 있음을 알 수가 있다.

3 群, 4 群, 5 群, 6 群은 대체로 면이 매끄럽게 연마되어 있으나, 약간의 흠집부위가 잔류하고 있다(Fig.1-C, 2-ABC 와 Fig.4-C, 5-ABC).

3 群과 4 群을 비교하여 볼 때, stone wheel 다음으로 rubber point 를 사용한 3 群보다 stone wheel 사용후 abrasive disk, rubber point 를 단계적으로 사용한 4 群에서는 R. 값이 43% 정도 감소하였다. 이는 Martinelli<sup>20)</sup> 와 Osborne 등<sup>21)</sup> 이 지적한 바와같이, stone point 사용후 다음 단계로 abrasive disk (emery paper) 로 다듬질하여야 stone 자국이 감소되고 rubber wheel 사용효과가 높아지기 때문으로 생각된다. 실제로 rubber point 사용은 다듬질과정이 끝나고 연마가 시작되는 처음단계로서, 삭마제와는 달리 깊은 흠들을 제거치 못하고 흠집을 메꾸어 면을 매끄럽게 하는 역할을 한다.<sup>19)</sup>

4 群과 5 群, 6 群을 비교해 볼 때, abrasive disk 다음으로 rubber point 로 마무리한 4 群에 비해 2 차 모래분사와 전해연마한 5 群에서 R. 값과 R<sub>v</sub> 이 더 크게 나타났다. 전해연마는 구조체의 세밀한 부위나 정확성에 손상을 주지 않고 면에 광택이 나도록 하기 때문에, 거친 면이나 균일하지 못한 면은 결코 매끄럽게 되지 않는다. 그러므로 전해연마과정후의 면의 균일상태는 이 과정이 시행되기전의 상태에 달려있고,<sup>22)</sup> 전해연마는 rubber point 보다 연삭율이 낮음을 알 수가 있다.

그리고 abrasive disk 사용 다음으로 2 차 모래분사, 전해연마, rubber point 순으로 처리한 6 群에서는 R. 값이 4 群에 비해 28%, 5 群에 비해 51% 정도가 감소하여 나타났다.

rubber point 다음 단계로 rouge 로 연마한 7 群, pumice 로 사용한 8 群, 그리고 pumice, rouge 를 차례로 연마한 9 群에서는 R. 값이나 R<sub>v</sub> 값이 다른 群들에 비하여 현저히 낮게 나타났으며, 가장 연마가 잘된 것은 7 群이었다(Fig.3-ABC 와 Fig.6-ABC).

결과적으로 볼 때, Aydin<sup>19)</sup> 이 지적하였듯이 연마는 구조체의 면을 stone wheel 로 삭마하고, 이어서 abrasive disk 로 다듬질한 다음 전해연마와 rubber point 순으로, 입자가 거친것부터 고운것을 단계적으로 사용하고 최종 광택제로 연마할 때 가장 효과적이었다.

Co-Cr 합금과 같이 경도가 매우 높은 금속들을 다듬질과 연마할 때는 특수한 기구들이 사용된다. 따라서 여러 기구와 기계들을 개선하여 공정을 쉽고 간단하게 처리할 수 있도록 앞으로 계속적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

#### IV. 결 론

Co-Cr 합금구조체의 표면에 다듬질과 연마방법을 달리 적용하고 표면거칠기와 화상 분석



사진을 관찰하여 본 결과, 가장 연마가 잘된 것은 구조체에 모래분사하여 매물재와 산화막을 제거하고, stone wheel로 삭마를 한 다음 abrasive disk로 갈아내고 2차로 모래분사, 전해연마, rubber point, rouge 순으로 시행한 연마방법이다.

모든 흠집이 완전히 제거될 수 있도록 다듬질 기구를 체계적으로 입자가 거친것부터 고운 것 순으로 사용하고 연마할 때, 최종적으로 광택효과가 높게 나타났다.

### 참 고 문 헌

1. Weinberger, B.W.: An introduction to history of dentistry, Vol. 1, St. Louis, The C.V. Mosby Co., 75 ~ 76(1948)
2. 정중현: 치과용 Co-Cr 합금의 제성질에 미치는 BORON과 SILICON의 영향, 조선대학교 산업대학원, 공학석사학위논문, 1 (1990)
3. Haynes, E.: U.S. Patent Number 873745, Dec. 17 (1907)
4. 양훈영, 김수영: 금속재료학, 문운당, 270 (1989)
5. Paffenbarger, G. C., Caul, H. J., Dickson, G.: Base metal alloys for oral restorations, *J.A.D.A.*, **30**, 852 (1943)
6. Prange, C.H.: U.S. Patent Number 1909008 (1933), 1958446 (1934)
7. Erdle, R.W., Prange, C.H.: U.S. Patent Number 1956278 (1934)
8. 양훈영, 김수영: 금속재료학, 문운당, 469 (1989)
9. Phillips, R.W.: Skinner's Science of dental materials, 8th ed., W.B. Saunders Co., 548 (1982)
10. Joseph, R.L.: A survey of dental alloys, *J.A.D.A.*, **30**, 414 (1949)
11. Craig, R.G., O'Brien, W.J., Powers, J.M.: Dental materials (properties and manipulations) St. Louis, The C.V. Mosby Co., 192 ~ 195 (1975)
12. Cunningham, D.M.: Comparison of base metal alloys and type IV gold alloys for removable partial denture frameworks, *Dent, clin. North Am.*, **17**, 719 ~ 722 (1973)
13. Taylor, D.F., Leibfritz, W.A., Adler, A.G.: physical properties of chromium-cobalt dental alloys, *J. Am. Dent. Assoc.*, **56**, 343 ~ 351 (1958)
14. Taylor, D.F., Sweeney, W.T.: A proposed specification for dental chromium-cobalt casting alloys, *J. Am. Dent. Assoc.*, **54**, 44 ~ 48 (1957)
15. Collett, H.A.: Casting chrome-cobalt alloys in small laboratories, *J. Prosthet. Dent.*, **21**, 216 ~ 226 (1969)
16. Craig, R.G., Peyton, F.A.: Restorative dental materials, 5th ed., St. Louis, The C.V. Mosby Co., 361 ~ 365 (1975)
17. Peyton, F.A.: Cast chromium-cobalt alloys, *Dent. Clin. North Am.*, Nov., 759 ~ 771 (1958)
18. Skinner, E.W., Phillips, R.W.: The science of dental materials, 6th ed., Philadelphia, W.B. Saunders Co., 581 ~ 587 (1967)
19. Aydin, A.K.: Evaluation of finishing and polishing technique on surface roughness of chromium-cobalt castings, *J. Prosthet. Dent.*, **65**, 763 ~ 767 (1991)
20. Rudd, K.D., Morrow, R.M., Eissman, H.F.: Dental laboratory procedures, removable

- 
- partial denture, St. Louis, The C.V. Mosby Co., 321 ~ 338 (1981)
21. Earnshaw, R.: Cobalt chromium alloys in dentistrys, *Br. Dent. J.* **101**, 67 ~ 75 (1956)
  22. Lane, J.R.: A survey of dental alloys, *J. Am. Dent. Assoc.*, **39**, 429 ~ 430 (1949)
  23. Harcourt, H.J.: Chrome-cobalt castings, part 3, *Dent. Techn.*, **9**, 99 ~ 104 (1956)
  24. Osborne, J., Lammie G.A.: Some observations concerning chrome-cobalt denture bases, *Br. Dent. J.*, **94**, 55 ~ 67 (1953)
  25. Phillips, R.W., Swartz, M. L., Norman, R.D.: *Materials for the practicing dentist*, St. Louis, The C.V. Mosby Co., 201 (1969)
  26. Martinelli, N.: *Dental laboratory technology*, 2nd ed., St. Louis, The C.V. Mosby Co., 31 ~ 358 (1975)
  27. Osborne, J., Wilson, H.J., Mansfield, M.A.: *Dental technology and materials for students*, 7th ed., Blackwell Scientific Publications, 305 ~ 306 (1979)

**Finishing and Polishing Techniques of Dental  
Cobalt-Chromium Alloy Castings**

**Jong - Hyun Jung**

*Dept. of Dental Lab. Technology*

*Kwangju Health Junior College*

> *Abstract* <

This study was done to select the finishing and polishing method that provides the smoothest surface on Co-Cr castings and to compare the effectiveness of different polishing techniques.

The effect of finishing and polishing techniques on surface roughness of a cobalt-chromium alloy was evaluated by means of a stylus profile instrumentation and image analyzer.

The best surface finish is obtained when sand blasting, stone wheel, abrasive disk, 2nd sand blasting, electrolytic polishing, rubber point, felt wheel with rouge are used progressively.

Surface profile tracings, surface roughness recordings, and image analyzing photograph support the results from the evaluations made in this study.

The results of this study indicate that the finishing operation should be carried out in a logical, systematic sequence of step that a finer abrasive is used after a coarse one until all scratches are removed, after which a polishing material is applied to give a high luster to the finished work.