

자연치아 및 치과용 합금에 대한 도재표면 마모에 관한 실험적 연구

연세대학교 대학원 치의학과
(지도 이호용 교수)

이 능 수

I. 서 론

치과 보철수복(補綴修復) 재료로서 사용되는 도재 (porcelain)는 심미적 특성이 우수하기 때문에 널리 사용되고 있다. 도재는 표면처리 방법에 따라 표면의 평활함(smoothness)이 달라질수 있고, 자연치아나 다른 금속과의 기계적인 마모에 의해 저작생리적으로나 보철기능상에 매우 중요한 결과를 초래한다.^{4,7,8,10,11,12,13} 마모도에 관하여, Boddicker⁵ (1947)는 치과용 교합기를 변형시킨 Kelley grinder를 사용해서 총의치상의 도재치아에 대하여, Osbone¹² (1949)은 합성수지 시편을 sandblasted glass로, Slack⁶ (1957)은 carborundum disc를 각각 사용하여 연구하였고, Cornell⁸ (1957)은 저작기능과 흡사한 힘을 가해서 연구 보고하였다. Myerson¹³ (1957)과 Thomson¹⁰ (1956)은 도재치아와 합성수지 치아를 수조(水槽)속에서 연마하여 마모도를 연구하였고, Monasky¹¹ (1971)와 Mahalick⁹ (1971)는 자연치아, 도재치아및 금합금치아 간에서, Moroso⁷ (1981)는 도재치아상에 가철성 국부의치의 clasp arm을 삽입 철거하는 실험에서 도재표면에 대한 마모도를 연구하였다.

그러나 아직까지 도재표면 처리방법에 따른 도재 자체의 표면 마모에 대한 연구는 없었으므로, 저자는 선현들의 연구를 참고로 연마기를 고안 제작 하였고, 표면처리를 달리한 도재 시편에 자연치아, 금합금 및 니켈·크롬합금을 각각 연마하여, 도재표면 거칠기(roughness)를 측정 비교 분석하여 얻은 결과를 이에 보고 하는 바이다.

II. 실험재료및 방법

가. 연마기 고안및 제작

1분간 30회의 왕복운동을 할 수 있도록 전기모터에 감속기어와 캠(cam)장치를 하고 수평막대를 연결하였다. 수평막대 끝에는 수직 방향으로 자유롭게 움직일수 있는 막대를 위치시키고, 그 상부에는 1kg의 힘을 가할수 있도록 하였으며 하부에는 도재시편을 고정시키는 장치를 하였다. 이 도재시편과 자연치아 또는 금속 시편이 맞닿면서 연마되도록 시편 고정장치를 하였다. (사진 1)

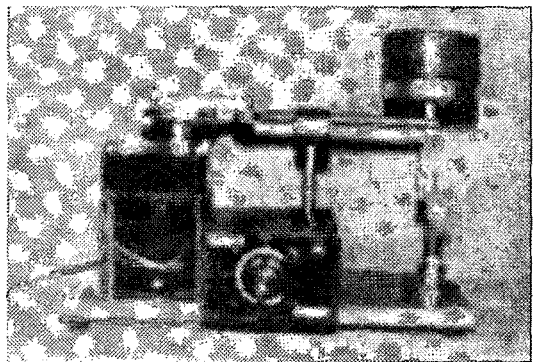


사진 1

나. 시편제작

금합금시편은 미국 치과재료규격¹⁴ 5호에 규정된

Type III 금합금 성분에 합당한 금70%, 은 10%, 동 10%, 백금 5%, 팔라듐 5%의 합금을 사용했다.

니켈·크롬합금은 니켈86%, 크롬 8%, 기타 6% (Washiloy[®]) 인것을 사용했다.

각각 20개의 금합금과 니켈·크롬합금 시편은 가로 세로·두께 10×10×1 mm의 크기로 통법에 의한 주조 및 광택처리 (polishing) 했다.

20개의 자연치아 시편은 구강내에서 비교적 마모가 적었던 제 삼 대구치를 사용했다.

도재는 국내에서 상용되는 Ceramca Co 제품으로 #59색상을 사용했다.

도재시편은 가로·세로·두께 12×15×0.5 mm의 금속 (base metal) 위에 진공소성 (vacuum firing) 했다. 이것을 #100, #320, #600의 연마지로 연마후 다음과 같이 15개씩 4개의 집단으로 나누어 처리 했다. (사진 2)

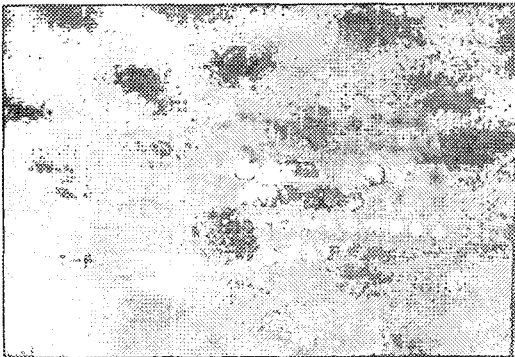


사진 2

제 1 집단 (underglazing); 1750°F의 온도에서 1분간 진공소성 처리 했다.

제 2 집단 (natural glazing); 1750°F의 온도에서 3분간 진공소성 처리 했다.

제 3 집단 (glazing agent 사용); The Wilkinson Co. 제품인 glazing agent를 바른뒤 1750°F의 온도에서 1분간 진공소성 처리 했다.

제 4 집단 (porcelain adjustment kit 사용); Shofu Co 제품인 porcelain adjustment kit (사진 3)를 사용하여 충분히 연마했다.



사진 3

다. 실험방법

각 4개 집단의 도재시편을 금합금, 니켈·크롬합금 및 자연치아와 각각 5분간 (300 strokes)씩 연마후 초음파 세척기로 3분간 세척했다.

연마 전과 후의 도재표면 거칠기를 surface roughness tester (Kosaka Laboratory Ltd. Model SE-3 A, 사진 4)로 측정했고, 측정기의 측정지 한눈금은 1 μm를 나타내도록 했으며 시편 10mm간의 거리를 측정했다.

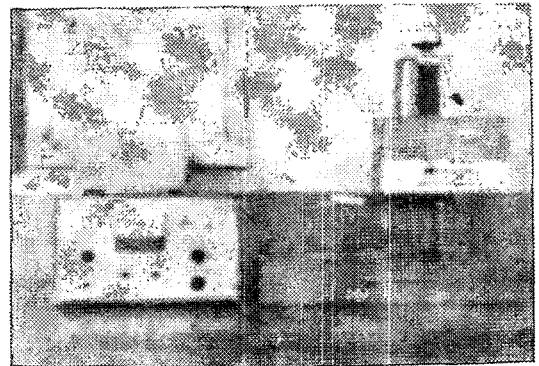


사진 4

III. 실험성적

표면 처리 방법에 따른 표면 거칠기는 porcelain adjustment kit로 연마한 집단이 가장 거칠고 (4.8 ± 1.89 μm), natural glazing한 집단이 가장 평활하게 (2.1 ± 1.13 μm) 나타났다. (표 1)

표 1. 표면처리방법에 따른 도재 표면 거칠기의 평균치

15 specimens each group	Unit μm
underglazing group	3.3±1.17
natural glazing group	2.1±1.13
used glazing agent group	2.4±0.91
used adjustment kit group	4.8±1.89

연마후 실험에서는 금합금으로 연마한 glazing agent 를 사용한 집단이 가장 평활하게 ($3.0 \pm 1.22\mu\text{m}$) 나타났고, 자연치아로 연마한 underglazing집단이 가장 거칠게 ($8.0 \pm 1.0 \mu\text{m}$) 나타났다. (표 2)

표 2. 연마전과 연마후에 따른 도재표면 거칠기의 평균치

5 specimens each group	Gold alloy		Ni-Cr alloy		Natural teeth	
	before	after	before	after	before	after
underglazing group	2.8±0.83	4.2±1.09	3.2±1.09	4.2±0.83	2.0±0.71	8.0±1.00
natural glazing gorup	2.6±0.89	3.4±0.54	1.8±0.44	4.8±0.83	1.8±1.30	6.2±2.77
used glazing agent group	2.4±0.54	3.0±1.22	2.0±0.71	3.6±2.51	2.8±1.30	6.8±1.92
used adjustment kit group	3.8±0.83	4.4±0.89	4.4±1.14	4.6±0.89	6.6±2.23	7.4±1.51

연마 재료의 종류, 표면처리 방법 및 연마전후의 세 요소들간 표면 거칠기 변화에 상호작용 (interaction)이 있는가를 F- test로 검정한 결과는 표 3 과 같다.

표 3. 연마재료, 표면처리방법, 연마전후와의 상호작용의 유의성

	F value	P value	significance
연마재료 종류에 따른 거칠기 변화의 차이	18.54	P<0.05	+
표면처리방법에 따른 거칠기 변화의 차이	9.12	P<0.05	+
연마 전과 후에 따른 거칠기 변화의 차이	54.49	P<0.05	+
연마재료 종류와 표면처리 방법간의 상호작용	1.01	P>0.05	-
연마재료 종류와 연마전후간의 상호작용	9.48	P<0.05	+
표면처리 방법과 연마전후간의 상호작용	2.76	P<0.05	+
연마재료종류, 표면처리방법 및 연마전후간의 상호작용	0.94	P>0.05	-

연마재료의 종류와 표면처리 방법간에는 거칠기 변화에 상호작용이 없고 ($F=1.01, P>0.05$), 또 이 세 요소가 모두 복합된 상호작용도 없었다. ($F=0.94, P>0.05$).

연마재료 종류에 따른 연마후 도재표면 거칠기 변화는 자연치아로 연마한 경우가 가장 큰 변화 ($t=6.84, P<0.05$)를 나타냈고, 금합금과 연마한 경우가 적은 변화 ($t=2.92, P<0.05$)를 나타냈다. (표 4)

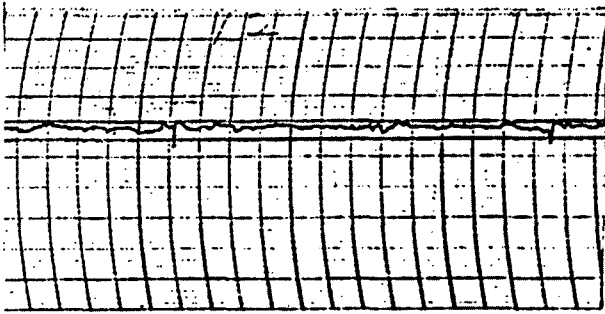
표 4. 연마재료에 따른 연마후 도재표면 변화의 유의성

5 specimens per material	t value	p value	significance
gold ally	2.92	p<0.05	+
Ni-Cr alloy	5.98	p<0.05	+
natural teeth	6.84	p<0.05	+

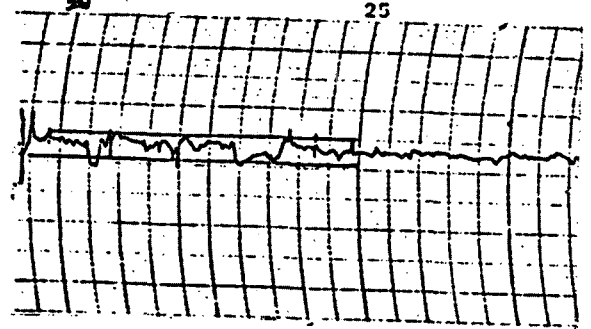
도재표면 처리방법에 따른 연마후 도재표면 거칠기의 변화에서는 porcelain adjustment kit를 사용한 집단에서만 변화가 없는것 ($t=2.27, p>0.05$) 으로 나타났다. (표-5)

사진 5-1 연마 전과 후의 도재표면 거칠기

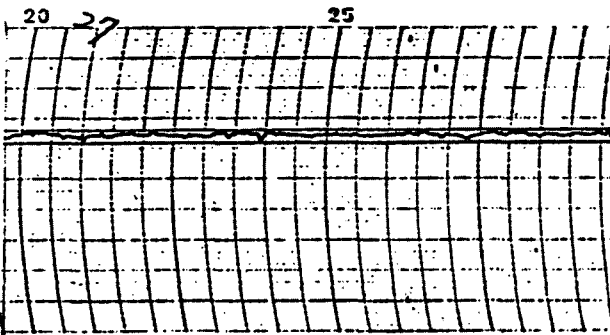
연마전의 underglazing 한 도재시편의 거칠기



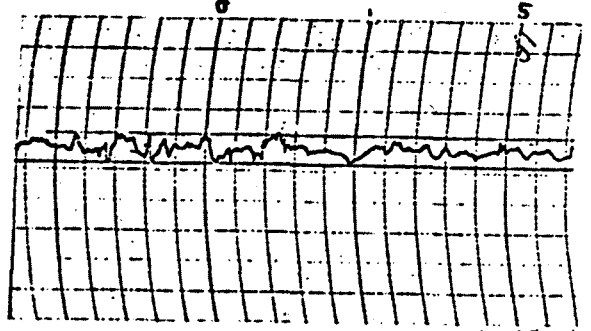
금합금과 연마한 underglazing 도재시편의 거칠기



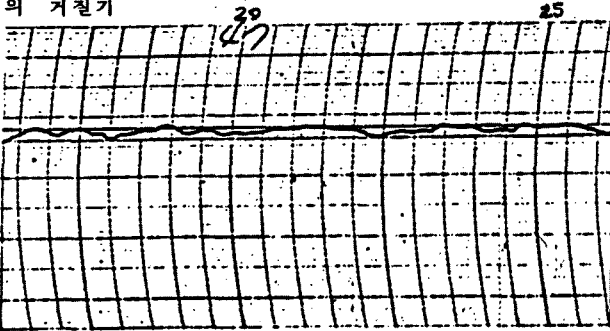
연마전의 natural glazing 한 도재시편의 거칠기



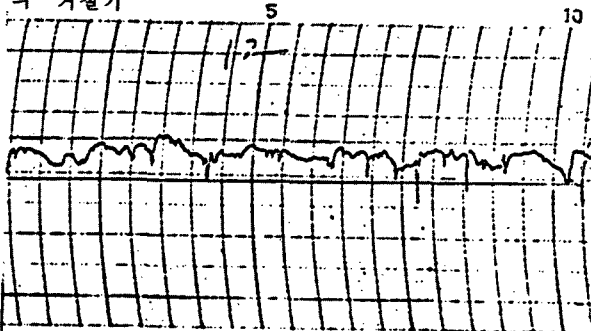
니켈·크롬합금과 연마한 underglazing 도재시편의 거칠기



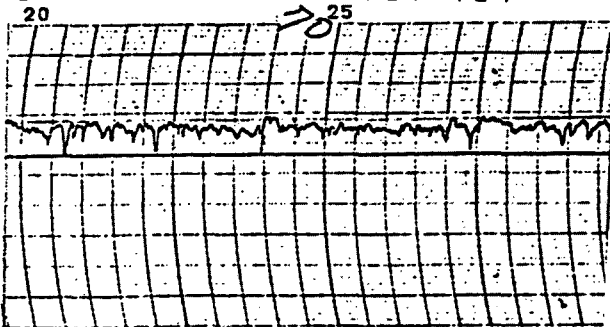
연마전의 glazing agent 를 사용한 도재시편의 거칠기



자연치아와 연마한 underglazing 도재시편의 거칠기



연마전의 polishing 한 도재시편의 거칠기



금합금과 연마한 natural glazing 도재시편의 거칠기

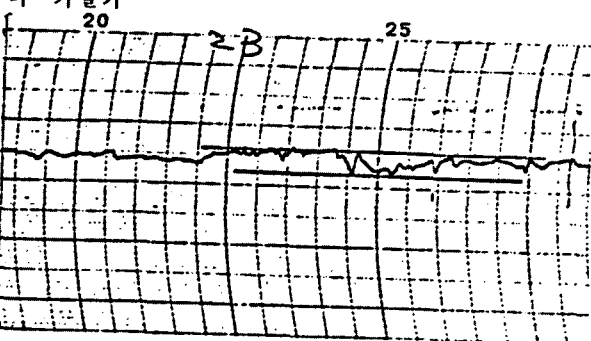
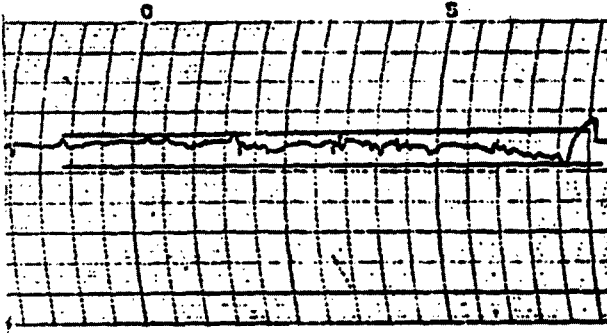
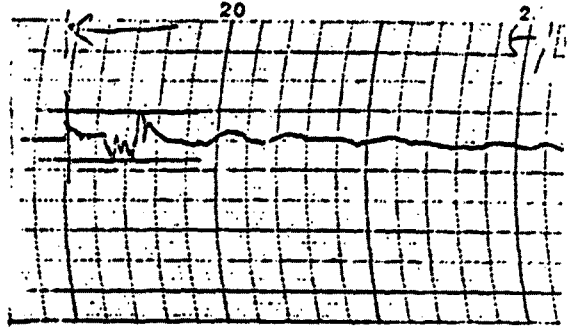


사진 5-2. 연마 전과 후의 도재표면 거칠기

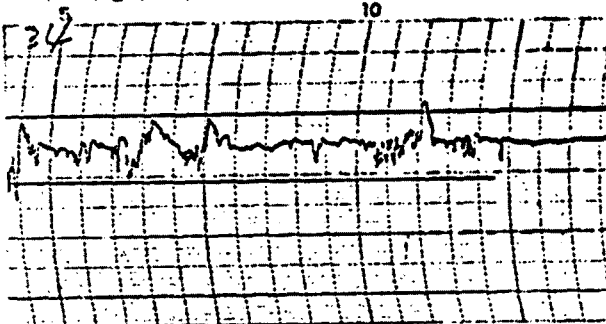
니켈·크롬 합금과 연마한 natural glazing 도재 시편의 거칠기



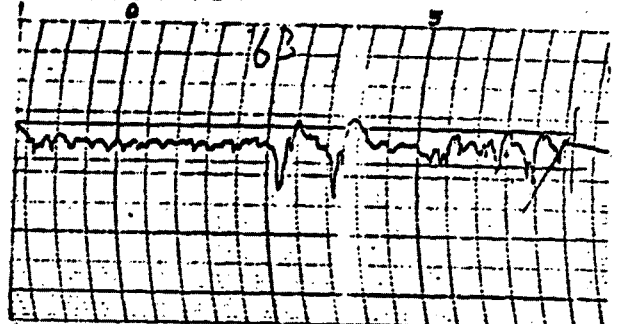
자연치아와 연마한 glazing agent를 사용한 도재시편의 거칠기



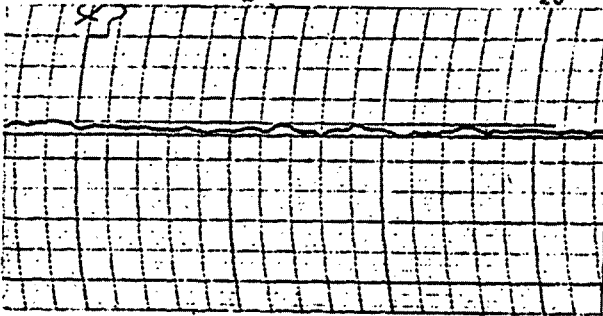
자연치아와 연마한 natural glazing 도재 시편의 거칠기



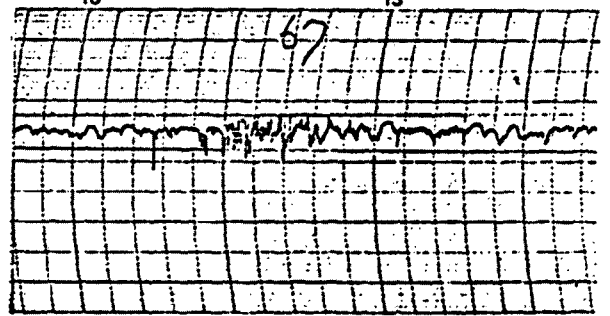
금합금과 연마한 polishing kit를 사용한 도재시편의 거칠기



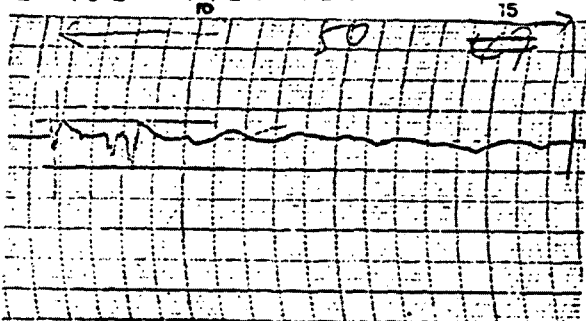
금합금과 연마한 glazing agent를 사용한 도재시편의 거칠기



니켈·크롬합금과 연마한 polishing kit를 사용한 도재시편의 거칠기



니켈·크롬합금과 연마한 glazing agent를 사용한 도재시편의 거칠기



자연치아와 연마한 polishing kit를 사용한 도재시편의 거칠기

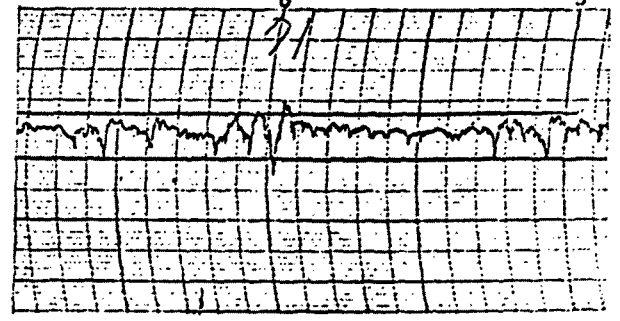


표 5. 표면처리 방법에 따른 연마후 도재표면 변화의 유의성

5 specimens per group	t value	p value	significance
underglazing group	5.36	$p < 0.05$	+
natural glazing group	5.61	$p < 0.05$	+
used glazing agent group	52.32	$p < 0.05$	+
used adjustment kit group	2.27	$p > 0.05$	-

IV 총괄 및 고찰

Barghi¹¹⁾에 의하면 도재표면의 평활함은 표면을 연마지와 rubber wheel로 연마 한후 glazing을 해야 평활한 표면을 이룰수 있고, rubber wheel만으로는 평활한 표면을 기대 할수 없다고 했다. 본 실험에서도 glazing을 하지 않은 집단이 $4.8 \pm 1.89 \mu\text{m}$ 로 가장 거친 표면을 나타냈고, natural glazing이 $2.1 \pm 1.13 \mu\text{m}$ 의 거친 정도로 나타냈다. Barghi¹¹⁾의 다른 연구에서는 glazing agent를 사용함으로써 natural glazing 보다 다소 평활한 표면을 얻을수 있다고 보고했다. 그러나 natural glazing은 도재용융온도 (porcelain fusion temperature)까지 급격히 상승시킨 후 그 상태를 약 5분간 유지 시킴으로써 유리입자 (glass grain)의 표면장력 감소로 pyroplastic flow가 증가하여 얇은 막을 형성하게 되며, 이로 인하여 미세한 틈이 채워져 평활한 표면을 이루게 한다. 또한 glazing agent를 사용할 때는 body porcelain과 glazing agent의 열팽창 계수가 동일해야만 식히는 과정에서 틈이 생기지 않고 평활한 표면을 이루게 된다¹⁴⁾. 본 실험에서는 body porcelain과 glazing agent의 제조 회사가 다르기 때문에 glazing agent를 사용한 집단에서 열팽창 계수의 차이에 의해 미세한 틈이 생긴 것으로 사료된다.

표면처리에 따른 연마후 거칠기 변화는 Monasky¹³⁾에 의하면 도재표면 거칠기와 치아 마모율에는 밀접한 관계가 있다고 했고, 또한 glazing한 도재의 modulus of rupture는 glazing을 하지 않은 것에 비해 월등히 높다고 했다. 본 실험 표 2에서도 glazing한 집단이 underglazing 집단이나 adjustment kit를 사용한 집단에 비해 연마후에도 적게 마모된 것으로 나

타내고 있다.

사진-5에서 연마 후에는 표면에 미세한 틈이 많이 형성되는데 이는 도재의 심미적특징을 상실시키는 중요한 원인이며, 치아 주위조직의 생리학적 악영향을 미치는 원인이 된다고 사료된다.

연마재료의 종류에 따른 거칠기 변화에서 Mahalick¹⁵⁾는 금합금과 도재와의 연마시 0.34%, 도재와 범람질과의 연마시 6.65%의 총부피감소 (total volume loss)가 있다고 했고, 치과 임상면에서 치아의 교합면 높이의 감소는 교합병적상태 (occluso-pathologic condition)로 이행될 수 있다고 보고했다. 본 실험 표 4에서 금합금과 연마한 경우가 가장 적은 변화 ($t = 2.92, p < 0.05$)를 나타냈고, 자연치아로 연마한 경우가 가장 큰 변화 ($t = 6.84, p < 0.05$)를 나타냈다. 한편 Moroso⁹⁾는 도재치아상에서 가철성 국부의치의 clasp arm을 삽입 철거 하는 실험에서 glazing한 도재 표면에서는 거칠기에 특이한 변화가 없다고 했다. 또 이¹⁶⁾는 가철성 국부의치의 clasp arm은 삽입시 최고 1.08kg, 철거시에는 0.99kg의 stress를 발생한다고 보고했다. 도재의 표면거칠기는 연마할때 가해지는 힘에 따라 차이가 있고, 1kg보다 적은힘에는 glazing한 표면에서는 영향이 없을 것으로 사료된다.

V 결 론

보철기술에서 상용되는 금관 (crown)용 도재소부의 물리학 성질중 금속 또는 자연치아와의 마모현상은 보철기능상으로도 저작 생리적으로 중요한 영향을 갖게된다. 도재표면 처리를 달리하여 표면 거칠기를 비교했으며, 자연치아, 금합금 및 니켈크롬 합금과 각각 연마하여 다음과 같은 도재표면 변화의 양상을 관찰하였다.

1. 금합금을 도재시편에 연마한 경우가 도재표면 거칠기에 가장적인 변화 ($t = 2.92, p < 0.05$)를 나타냈고, 자연치아로 연마한 경우가 가장 큰 변화 ($t = 6.84, p \leq 0.05$)를 나타냈다.
2. 표면처리 방법에 따라 거칠기 변화에는 차이가 있었다. ($F = 9.12, p < 0.05$)
3. 연마후에는 도재표면 거칠기가 크게 변했다. ($F = 54.49, p < 0.05$)
4. 표면처리방법과 연마재료 종류간에는 거칠기 변화의 상호작용 (interaction)이 없었다. ($F = 1.$

01, $p > 0.05$)

5. natural glazing한 집단이 가장 적은 거칠기를 나타냈다. ($2.1 \pm 1.13 \mu\text{m}$)

참고문헌

1. Barghi, N., King, C. J., and Draughn, R.A. : A study on porcelain surface as utilized in fixed prosthodontics. *J. Prosth. Dent.* 34:314, 1975.
2. Barghi, N., Alexander, L., and Draughn, R. A. : When to glaze - An electronic microscope study *J. Prosth. Dent.* 35:648, 1976.
3. Boddicker, V.S. : Abrasion tests for artificial teeth. *J. Amer. Dent. Asso.* 35:793, 1947.
4. Clayton, J. Green, E. : Roughness of pontic materials and dental plaque. *J. Prosth. Dent.* 23:407, 1970.
5. Cornell, J.A., et al. : A method of comparing the wear resistance of various materials used for artificial teeth. *J. Amer. Dent. Asso.* 15:233, 1965.
6. Harrison, A. : The development of an abrasion testing machine for dental materials. *J. Biomed. Mat. Res.* 9:341, 1975.
7. Johnston, W.M., and O'Brien, W.J. : The shear strength of dental porcelain. *J. Dent. Res.* 59:1409, 1980.
8. Mahalick, J. A., Knap, F. J., and Weiter, E. J. : Occlusal wear in prosthodontics. *J. Amer. Dent. Asso.* 82:154, 1971.
9. Moroso, D. J., Schmidt, J. R., and Blustein, R. : A preliminary study of wear of porcelain when subjected to functional movements of retentive clasp arms. *J. Prosth. Dent.* 45:14, 1981.
10. McLean, J.W. : The Science and Art of Dental Ceramic. Louisiana St. Univ. School of Dent. continuing education program 1974.
11. Morasky, G.E., and Taylor, D.F. : Studies on the wear of porcelain, enamel and gold. *J. Prosth. Dent.* 25:299, 1971.
12. Myerson, R.L. : *J. Prosth. Dent.* 7:625, 1957 (cited from No. 6)
13. Osborne, J. : Abrasion resistance of dental materials. *Brit. Dent. J.* 87:10, 1949.
14. Skinner, E.W., and Phillip, R.W. : The Science of Dental Materials. W.B. Saunders Co., 7th ed., 1973.
15. Slack, F.A. : A preliminary method of testing abrasion hardness. *J. Amer. Dent. Asso.* 39:47, 1949.
16. Thomson, J.C. : Attrition of acrylic teeth. *Dent. Pract.* 15:233, 1965.
17. 김계형 : Silver amalgam의 표면 거칠기에 관한 실험적 연구. 연세대학교 대학원 석사 논문, 1978
18. 박동수 : Composit resin의 surface roughness에 관한 실험적 연구. 연세대학교 대학원 석사논문, 1977
19. 이호용 : Clasp 형태에 변화에 따라 지대치에 가해지는 수평압력에 관한 연구 대한 치과의사협회지, 11 : 814, 1973

ABSTRACT—

**An Experimental Study on Wear of Porcelain Surface to Natural Teeth
and Crown Metal Alloys.**

Nung Soo Lee, D.D.S.

*Department of Dental Science, The Graduate School, Yonsei University
(Directed by Associate Professor Ho Yong Lee, D.D.S., M.S.D., Ph.D.)*

Dental porcelains are widely used for restorative material because of its excellent esthetic property. But according to contact with natural teeth or metal in oral cavity, the porcelain may be worn and may effect on masticatory physiology and prosthetic function.

The purpose of this experiment was to study on wear of porcelain surface which treated in different method.

Using the abrasion device which was designed and constructed by myself, the different porcelain surface were abraded by gold alloy, nickel-chrome alloy and natural teeth in order to compare roughness.

Results were as follows.

1. The group of porcelain abraded by gold alloy showed less surface roughness change ($t=2.92$, $p<0.05$), and the group of porcelain abraded by natural teeth had high surface roughness change ($t=6.84$, $p<0.05$).
2. According to the method of surface treatment, the surface roughness were very significant ($F=9.12$, $p<0.05$).
3. After abrading, the porcelain surface roughness change was very significant ($F=54.49$, $p<0.05$)
4. There was no significant between surface treatment method and the kind of abrading materials. ($F=1.01$, $p>0.05$).
5. The group of natural glazing had the most smooth surface ($2.1\pm 1.13 \mu\text{m}$).



언제나
맡은 임무에
충실하고자
최대의 노력을
경주하고 있습니다

신일치과기공소

752 - 7869

753 - 2090

중구 남창동 46-714 (중앙빌딩 503호)

대표 손영수

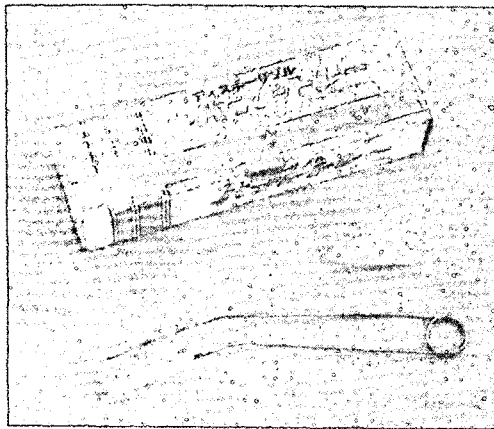
理論과 아이디어로 새롭게 발전하는 日本“村上”製品



[治驗用 MT-8]

효능

치아삭제 및 수술성 상아질 치과 과민증 (예를들면 유수치는 보철에 따른 온·냉 열 과민증등)의 경감 및 치료에 효과가 뛰어남과 동시에 치수염의 진통진정에 좋은 반응을 얻고 있다.



[BITE TRAY]

1. H자 형태로 접으십시오.
2. 인상반(tray)의 손잡이를 부치십시오. (heavy body 인상재를 사용할 때는 필요 없음.)
3. 인상재를 선택하고 인상반 양측에 채우십시오.
4. 치열의 중심부위에 위치시키고 손잡이만 꺼내고 환자로 하여금 정상적으로 물게 하십시오. 그리고 인상재가 굳으면 꺼내십시오.
5. 인상재를 검사하고 석고를 주입해서 이 인상반이 달린 모형을 교합기에 부착하십시오.

Finishing Bur

MNo	A	B	C	D	200	201	202	203	MNo	218	219	220	MNo	223	224	MNo	230	231	MNo	242	245	
USNo	A	B	C	D	200	—	202	—	USNo	218	219	220	USNo	223	224	USNo	—	231	USNo	242	245	—
JISNo	A	B	C	D	200	201	202	203	JISNo	218	219	220	JISNo	—	224	JISNo	—	231	JISNo	242	245	—
ISONo	009	012	014	016	021	023	029	031	ISONo	021	023	031	ISONo	018	021	ISONo	021	025	ISONo	010	016	021

韓國總代理店

三富齒科藥品商社

住所: 서울, 中區 巡和洞207-26

(경일빌딩 305)

TEL. 28-0713 · 752-8678