

수종의 조직 양화재의 침수시간과
분액비에 따른 표면 거칠기의 변화

연세대학교 대학원

치 의 학 과

김 경 수

수종의 조직 양화재의 침수시간과
분액비에 따른 표면 거칠기의 변화

지도 정 문 규 교수

이 논문을 석사 학위논문으로 제출함

2008년 7월 일

연세대학교 대학원

치 의 학 과

김 경 수

김경수의 석사 학위논문을 인준함

심사위원 _____ 인

심사위원 _____ 인

심사위원 _____ 인

연세대학교 대학원

2008년 7월 일

감사의 글

지금까지 살아온 시간 동안 부족한 저에게 많은 은혜를 베풀어 주시고 항상 감사하며 열심히 살 수 있는 환경을 허락해 주신 하나님께 감사드립니다.

이 논문이 완성되기까지 끊임없는 지도와 격려, 세심한 배려를 해주신 정문규 교수님께 진심으로 감사를 드립니다. 또한 논문 작성과 심사에 귀중한 조언과 격려를 해주신 문홍석 교수님, 심준성 교수님께도 깊은 감사를 드립니다.

바쁘신 가운데에서도 항상 따뜻한 관심과 조언으로 지켜봐 주신 한동후 교수님, 이근우 교수님, 배은경 교수님, 이재훈 교수님, 김지환 선생님께도 감사드립니다.

논문이 완성되는 동안 함께 일하던 보철과 동기들과 아울러 보철과 의국 선후배 선생님들, 실험과 논문작성에 도움을 주신 치과생체재료학교실의 김우현 선생님과 통계학교실의 최은희 선생님께도 감사의 마음을 전합니다.

마지막으로 부족한 저를 위해 항상 애쓰시고 기도해주시는 부모님, 장인어른, 장모님과 저의 인생의 동반자이자 동료로 언제나 제 옆에서 저를 응원해주는 사랑하는 아내 정하윤에게 깊은 감사의 마음을 전하면서 이 작은 결실을 함께 나누고자 합니다.

2008 년 7월

김 경 수

차 례

그림 및 표 차례	ii
국문 요약	iv
I. 서론	1
II. 연구 재료 및 방법	4
1. 연구 재료	4
2. 연구 방법	5
2.1. 인공 타액 제조	5
2.2. 실험 시편 제작	6
2.3. 표면 거칠기의 측정	9
2.4. 통계학적 분석	10
III. 연구 결과	11
IV. 총괄 및 고찰	22
V. 결론	29
참고문헌	31
영문요약	36

표 차례

Table I. Tissue conditioners in this study	4
Table II. Composition of artificial saliva	5
Table III. Powder/liquid ratio of the experiment group	6
Table IV. All specimen group made from tissue conditioners	7
Table V. Comparison of mean surface roughness(Ra) on dental stone produced from tissue conditioners at each immersion time and P/L ratio	11
Table VI. Results of three-way ANOVA for surface roughness(Ra) of dental stone casts made from tissue conditioners	13
Table VII. Results of analysis through Bonferroni method at the $\alpha=0.05$ for mean surface roughness by tissue conditioner types at recommended P/L ratio	15
Table VIII. Results of analysis through Bonferroni method at the $\alpha=0.05$ for mean surface roughness by tissue conditioner types at more P/L ratio	16
Table IX. Results of analysis through Bonferroni method at the $\alpha=0.05$ for mean surface roughness by tissue conditioner types at less P/L ratio	17
Table X. Results of analysis through Bonferroni method at the $\alpha=0.05$ for mean surface roughness by P/L ratios at Coe-Comfort	19
Table XI. Results of analysis through Bonferroni method at the $\alpha=0.05$ for mean surface roughness by P/L ratios at Soft-Liner	20
Table XII. Results of analysis through Bonferroni method at the $\alpha=0.05$ for mean surface roughness by P/L ratios at Visco-Gel	21

그림 차례

Figure 1. Profilometer used in this experiment.	9
Figure 2. Comparison of mean surface roughness by tissue conditioner types at recommended P/L ratio.	14
Figure 3. Comparison of mean surface roughness by tissue conditioner types at more P/L ratio.	15
Figure 4. Comparison of mean surface roughness by tissue conditioner types at less P/L ratio.	16
Figure 5. Comparison of mean surface roughness by P/L ratios at Coe-Comfort.	18
Figure 6. Comparison of mean surface roughness by P/L ratios at Soft-Liner.	19
Figure 7. Comparison of mean surface roughness by P/L ratios at Visco-Gel.	20

국문 요약

수종의 조직 양화재의 침수시간과 분액비에 따른 표면 거칠기의 변화

1961년 Chase에 의해 처음 소개된 기능 인상법(functional impression technique)은 기존 의치에 이장된 조직 양화재(tissue conditioner)를 이용하여 실제 기능 운동 하에서 동적인 지지 조직의 인상과 기능적이며 생리적인 의치 변연부의 형태와 길이를 기록하는 술식이다. 조직 양화재가 기능 인상법의 재료로 사용되기 위해서는 체적 안정성, 미세부 재현성, 흐름성 등의 특성과 함께 치과용 석고와의 적합성(compatibility)을 고려하여야 한다.

하지만 기능 인상법 재료로 조직 양화재를 사용할 경우 구강내 환경 속에서 시간이 지남에 따라 석고 표면 거칠기에는 어떠한 영향을 미칠지 또한 그에 따라 석고 표면의 변화를 고려하여 어느 정도 기간 동안 구강 내에 유지하는 것이 좋을지에 대한 연구는 거의 없는 상황이다. 이에 본 연구는 조직 양화재를 기능 인상법의 재료로서 사용할 경우, 조직 양화재의 종류와 분액비, 침수시간이 치과용 석고 표면 거칠기에 어떠한 영향을 주는지 알아보하고자 하였다.

임상적으로 많이 쓰이는 3종의 조직 양화재(Coe-Comfort, Visco-Gel, Soft-Liner)로 제조사에서 추천하는 분액비(P/L ratio)를 기준으로 표준 분액비에 따라 혼합한 군(R), 분말의 양을 20% 많이 혼합한 군(M), 분말의 양을 20% 적게 혼합한 군(L)으로 나누어 조직 양화재를 혼합하여 직경 20mm, 두께 2mm의 시편을 제작하였다. 각 조직 양화재 시편들을 다시 인공 타액 속의 침수시간(0시간, 1일, 3일, 5일, 7일)에 따라 5개의 군으로 나눈 뒤 인공 타액에 완전히 담구어 37°C에서 보관하였다. 정해진 침수시간이 경과한 시편을 꺼내서 초경석고를 부어 석고 시편을 제작한 뒤 조직 양화재와 접해있던 석고 시편 표면의 거칠기를 접촉식 표면 조도기(Surfcoder SEF-30D, Kosaka laboratory Ltd., Tokyo, Japan)로 측정하여 다음과 같은 연구 결과를 얻었다.

1. 조직 양화재로 부터 만들어진 석고 모형의 표면 거칠기에 주된 영향을 미치는 요인은 기능 인상을 채득하기 위해 구강 내에 조직 양화재를 위치시키는 기간 이었고, 그 외에 조직 양화재의 종류와 분액비도 통계학적으로 유의한 영향을 미치는 요인이었다.
2. 3가지 P/L ratio 실험 조건 모두에서 Visco-Gel과 Soft-Liner 간에는 석고 모형의 표면 거칠기값이 침수시간이 변함에 따라 통계학적으로 유의성 있는 차이를 보이지 않았지만, Coe-Comfort의 경우에는 침수시간이 변함에 따라 Soft-Liner와 Visco-Gel보다 석고 모형의 표면 거칠기값이 통계학적으로 유의성 있게 더 큰 값을 보였다.
3. 3종의 실험 대상 조직 양화재 모두에서 R(recommended)와 M(more) group 간에는 석고 모형의 표면 거칠기값이 침수시간이 변함에 따라 통계학적으로 유의성 있는 차이를 보이지 않았지만, L(less) group의 경우에는 침수시간이 변함에 따라 R과 M group보다 석고 모형의 표면 거칠기값이 통계학적으로 유의성 있게 더 큰 값을 보였다.

이러한 연구 결과로부터 석고 모형의 표면 거칠기에는 구강 내에서의 시간이 가장 큰 영향을 나타내며, 조직 양화재의 종류와 분액비도 영향을 미칠 수 있기 때문에 술자가 기능 인상 채득 시에 적절한 구강 내 적용시간에 대해서 잘 이해하고 있고, 기능 인상에 적합한 조직 양화재를 선별할 수 있다면 조직 양화재를 이용하여 유용하게 기능 인상을 채득할 수 있을 것이다.

핵심어 : 기능 인상, 조직 양화재, 표면 거칠기, 분액비, 침수시간

수종의 조직 양화재의 침수시간과 분액비에 따른 표면 거칠기의 변화

(지도 정문규 교수)

연세대학교 대학원 치의학과

김 경 수

I. 서론

의치를 오랫동안 성공적으로 장착해왔던 환자들도 시간이 지남에 따라 의치 지지 조직의 흡수는 피할 수 없는 생리적인 현상이다.¹ 의치 장착 환자에게 이러한 변화는 임상적으로 의치 내면과 의치 지지 조직간의 부적합 문제 뿐만 아니라² 교합 평면의 변화, 수직교합고경의 감소, 의치의 유지와 안정 소실로 인한 구강 기능의 상실 및 안모지지 소실로 인한 심미적 손상을 야기한다.³

이러한 변화를 완전히 피할 수 없으므로 의치를 장착하고 있는 환자에게는 일생동안 변화되어 가는 의치 지지 조직에 맞게 의치를 조정해주는 지속적인 후속 치료가 필요하다. 의치를 관리하는 방법은 관찰된 지지 조직의 변화량에 따라 첩상(relining)과 개상(rebasing)으로 나누어 진다.

임상적으로 첩상과 개상의 적응증을 명확히 구분하기는 힘들지만 일반적으로 첩상은 지지 조직의 변화가 적게 일어난 환자에서 조직과 의치 내면 사이의 공간을 단순히 의치상용 재료로 재이장 시켜 주는 술식을 말한다.⁴ 이는 피할 수 없는 지지 조직의 변화로 인하여 일어나는 여러 가지 문제점들을 단순한 의치의 내면 삭제나 교합조정으로 해결할 수 없는 경우에 손쉽고도 저렴한 비용으로 시행할

수 있는 효과적인 치료방법이다.

침상의 술식은 정적 인상법(static impression technique), 기능 인상법(functional impression technique), 치료실 직접법(chairside technique)으로 나누어진다.³ 이 중 1961년 Chase에 의해 처음 소개된⁵ 기능 인상법은 기존 의치에 이장된 조직 양화재(tissue conditioner)를 이용하여 실제 기능 운동 하에서 동적인 지지 조직의 인상과 기능적이며 생리적인 의치 변연부의 형태와 길이를 기록하는 술식이다.

조직 양화재는 일반적으로 새 의치를 제작하기 전에 기존에 잘 안맞은 의치로 인해 손상 받은 점막을 조정하는데 사용하거나 임시 의치나 기존 의치의 조직면에 맞게 침상하는데 사용되지만⁶ 기능 인상법의 재료로 사용되기도 한다.^{7,8}

조직 양화재는 일반적으로 분말과 액으로 구성된다. 분말은 보통 poly(ethyl methacrylate) 또는 이와 관련된 공중합체(copolymer)로 이루어지고,⁹ 액은 보통 4-50 wt%의 ethyl alcohol과 dibutyl phthalate, butyl phthalyl butyl glycolate, butyl benzyl phthalate, dibutyl sebacate 과 같은 ester plasticizer로 이루어져 있다.¹⁰ 분말에는 개시제(initiator)가 없고, 액에는 단량체(monomer)가 없기 때문에 분말과 액을 혼합하면 중합반응(polymerization) 대신에 중합체(polymer)가 유기용매에 용해되어 다량체 사슬이 엉키면서 겔(gel)이 형성된다.¹¹ 이런 상태에서 겔은 가소성과 점탄성의 특성을 갖고 있어 반응 초기에는 의치상이 기능적 스트레스에 의해 의치 지지 조직에 잘 적합되지만 재료에 따라 몇 시간에서 며칠 후에는 ethyl alcohol과 ester plasticizer가 용해되어 유리되고,^{10,12} 물에 의해 부분적으로 대치되면서¹³ 표면이 단단해지고 거칠어진다. 이와 같은 반응 기전에 의해 조직 양화재는 시간이 지남에 따라 초기의 점탄성 특성이 급격히 소실되고,¹⁴⁻¹⁷ 체적 변화가 생기며,^{7,13,18} 미세부 재현성이 감소하는 것으로^{18,19} 보고되고 있다.

이전의 조직 양화재의 체적 안정성에 관한 연구를 살펴보면, 조직 양화재의 탄성 회복량(elastic recovery)이 구강내 환경 속에서 24시간 후에 최대가 되기 때문에 석고를 붓기 전에 적어도 24시간은 인상체를 구강 내에 위치시키기를 추천하기도 하였고,¹⁴ 조직 양화재의 종류에 따라 다소 차이가 있겠지만 8시간에서 24시

간까지는 체적 변형량이 크지 않다는 연구 결과도 있었다.¹³ 그러나 기능인상법의 재료로 사용할 경우 조직 양화재의 시간의 경과에 따른 정확한 protocol을 제시하는 연구가 없는 것이 현실이다.

조직 양화재가 기능 인상법의 재료로 사용되기 위해서는 체적 안정성, 미세부재현성, 흐름성 등의 특성과 함께 치과용 석고와의 적합성(compatibility)을 고려하여야 한다. 비가역성 하이드로콜로이드와 고무인상재의 치과용 석고와의 적합성에 관한 일부 연구들이 있긴 했지만,²⁰⁻²³ 기능 인상법 재료로 조직 양화재를 사용할 경우 구강내 환경 속에서 시간이 지남에 따라 석고 표면 거칠기에는 어떠한 영향을 미칠지 또한 그에 따라 석고 표면의 변화를 고려하여 어느 정도 기간을 구강내에 유지하는 것이 좋을지에 대한 연구는 거의 없는 상황이다.

또한, 조직 양화재는 각 제조회사마다 표준 분액비(P/L ratio)를 제시하고 있다. 그러나 실제 임상에서는 사용 목적에 따라 적용 주기와 분액비를 달리하여 사용할 수 있다. 예를 들어 일반적으로 상악의 경우에는 액의 비율을 높여 약간 묽게 사용하여 조직 양화재가 너무 두껍게 이장되는 것을 방지하고, 하악에서는 오히려 약간 되게 사용하여야 조직 양화재가 밑으로 흘러내리지 않고 변연 형성도 잘 된다.²⁴ 이렇듯 조직 양화재를 기능 인상법의 재료로 사용할 경우 달리할 수 있는 분액비도 구강 환경 속에서의 기간과 함께 치과용 석고 표면에 영향을 미칠 수 있는 인자이기 때문에 이에 대한 연구도 이루어져야 한다.

이에 본 연구는 현재 임상에서 사용되는 조직 양화재의 종류, 분액비와 인공타액 속의 침수 시간을 달리하여 치과용 초경석고(type IV) 시편을 제작하여 표면 거칠기를 측정하였고, 이를 통해 조직 양화재를 기능 인상법의 재료로서 사용할 경우, 조직 양화재의 종류와 분액비, 침수시간이 치과용 석고 표면 거칠기에 어떠한 영향을 주는지 알아보고자 하였다.

II. 연구 재료 및 방법

가. 연구 재료

1. 조직 양화재 (tissue conditioner)

임상적으로 많이 쓰이는 3종의 조직 양화재로 COE-COMFORT™ (GC America Inc., Alsip, Illinois, U.S.A.), Visco-Gel (DENTSPLY, Konstanz, Germany), SOFT-LINER (GC Corp., Tokyo, Japan)를 사용하였다.

Table I. Tissue conditioners in this study

Brand	Composition of powder	Composition of liquid		Recommended P/L ratio(wt)
		Plasticizer	Solvent	
COE-COMFORT™	PEMA (Polyethyl methacrylate)	BB (benzyl benzoate) DBP (dibutyl phthalate)	Ethyl alcohol	0.90
Visco-Gel	PEMA (Polyethyl methacrylate) PMMA (Polymethyl methacrylate)	BPBG (butyl phthalyl butyl glycolate) DBP (dibutyl phthalate)	Ethyl alcohol	1.25
SOFT-LINER	PEMA (Polyethyl methacrylate)	BPBG (butyl phthalyl butyl glycolate) DBP (dibutyl phthalate)	Ethyl alcohol	1.22

2. 인상재 (impression material)

가철성 의치 제작을 위한 최종 인상재로 임상적으로 흔히 사용되는 폴리설파이드(polysulfide) 고무 인상재인 PERMLASTIC® Light Bodied (Kerr Corp.,

Romulus, Michigan, U.S.A.)를 대조군 시편 제작을 위해 사용하였다.

3. 석고 모형재 (dental stone)

미국치과의사협회 규격 제25에 의해 type IV형으로 분류되는 초경석고 GC FUJIROCK[®]EP (GC EUROPE, Leuven, Belgium)를 사용하였다.

나. 연구 방법

1. 인공 타액 제조

타액을 재현하기 위해 Table II 조성으로 인공타액을 제조하였다. 사용 전에 잘 혼합될 수 있도록 상온에서 24시간 동안 교반하였고(stirring), 그 이후에 pH meter(Orion Research Inc., Boston, Massachusetts, U.S.A.)를 사용하여 NaOH를 혼합하여 pH를 6.8로 맞추었다.

Table II. Composition of artificial saliva^{33,34}

Distilled water	2000 ml
Gastric mucin	4.4 g
NaCl	0.762 g
CaCl ₂ ·2H ₂ O	0.426 g
KH ₂ PO ₄	1.476 g
KCl	2.228 g
pH	6.8

2. 실험 시편 제작

1) PTFE(polytetrafluoro ethylene)로 된 직경 20mm, 두께 2mm의 hole을 가진 mold를 주문 제작하였다.

2) 각 재료별 제조사의 protocol에 따라 조직 양화제를 혼합하되, 제조사에서 추천하는 분액비(P/L ratio)를 기준으로 표준 분액비에 따라 혼합한 균을 R(recommended), 분말의 양을 20% 많이 혼합한 균을 M(more), 분말의 양을 20% 적게 혼합한 균을 L(less)로 구분하였다.

분말은 저울 (OHAUS SD-2020, CE Co., Florham, New Jersey, U.S.A.)로 무게를 측정하였고, 용액은 micro-pipet (PIPETMAN, Gilson Co., France)을 사용하였다. 균일한 혼합을 위해 각 조직 양화제의 분말과 액을 20초간 기계식 혼합기 (Mikrona tech., Spreitenbach, Swiss)를 이용하여 혼합하였다(온도: 23±2℃, 습도: 35±5%).

Table III. Powder/liquid ratio of the experiment group

Brand	Group	Powder	Liquid	P/L ratio(wt)
COE-COMFORT™	CM	7.2g	5cc(6.67g)	1.08
	CR	6g	5cc(6.67g)	0.90
	CL	4.8g	5cc(6.67g)	0.72
Visco-gel	VM	3.6g	2.2cc(2.4g)	1.50
	VR	3g	2.2cc(2.4g)	1.25
	VL	2.4g	2.2cc(2.4g)	1.00
SOFT-LINER	SM	2.64g	1.8g	1.47
	SR	2.2g	1.8g	1.22
	SL	1.76g	1.8g	0.98

3) 혼합한 조직 양화제를 PTFE container에 충분히 채운 뒤에 편평한 유리판 (mean roughness value, 0.006 μm)으로 시편 표면에 기포가 생기지 않도록 압력을 주어 누른다. 그리고 2시간 후에 유리판을 떼어낸다. 각 재료마다 P/L ratio에 따라 각 군당 25개씩의 시편을 제작하여 각 조직 양화제마다 (COE-COMFORTTM, Visco-Gel, SOFT-LINER) 총 75개의 시편을 각각 제작하였다.

4) 각 조직 양화제 시편을 다시 인공타액 침수시간에 따라 5개의 군(0시간, 1일, 3일, 5일, 7일)으로 나눠서 구강 내와 유사한 조건을 만들기 위해 인공타액에 완전히 담구어 37 $^{\circ}\text{C}$ 에서 보관하였다. 농도와 pH를 일정하게 유지하기 위해 인공 타액은 매일 한번씩 바꿔주었다.

5) 정해진 침수시간이 경과한 시편을 꺼내서 박싱 왁스(Daedong Co., Daegu, Korea)로 시편이 눌리지 않도록 조심하여 시편 주변을 둘러싼 뒤 초경석고인 GC FUJIROCK[®]EP (GC EUROPE, Belgium)를 제조사의 지시대로 100g에 20ml의 혼수비로 30초간 진공에서 혼합후 박싱한(boxing) 시편 위에 기포가 생기지 않도록 조심스럽게 부었다(온도: 23 \pm 2 $^{\circ}\text{C}$, 습도: 35 \pm 5%). 석고를 부은 후 1시간 뒤 조직 양화제 시편을 석고 시편에서 제거한 다음 조직 양화제와 접해있던 석고 시편 표면의 표면 거칠기를 측정하였다.

6) 대조군 시편 제작

폴리설파이드(polysulfide) 고무 인상재인 PERMLASTIC[®] Light Bodied (Kerr Corp., Romulus, Michigan, U.S.A.)를 제조사의 지시대로 기저재(base)와 촉진제(accelerator)를 혼합하여 실험군과 같은 방법으로 PTFE container에 충분히 채운 뒤에 편평한 유리판(mean roughness value, 0.006 μm)으로 압력을 주어 누른다. 10분 뒤에 유리판을 제거한 뒤 위의 실험시편 제작 방법과 동일한 방법으로 5개의 석고 시편을 제작하였다.

Table IV. All specimen group made from tissue conditioners

Tissue conditioner	P/L ratio	Immersion period (day)	Specimen Code
COE-COMFORT™	M	0	CM01 ~ 05
		1	CM11 ~ 15
		3	CM31 ~ 35
		5	CM51 ~ 55
		7	CM71 ~ 75
	R	0	CR01 ~ 05
		1	CR11 ~ 15
		3	CR31 ~ 35
		5	CR51 ~ 55
		7	CR71 ~ 75
	L	0	CL01 ~ 05
		1	CL11 ~ 15
		3	CL31 ~ 35
		5	CL51 ~ 55
		7	CL71 ~ 75
Visco-gel	M	0	VM01 ~ 05
		1	VM11 ~ 15
		3	VM31 ~ 35
		5	VM51 ~ 55
		7	VM71 ~ 75
	R	0	VR01 ~ 05
		1	VR11 ~ 15
		3	VR31 ~ 35
		5	VR51 ~ 55
		7	VR71 ~ 75
	L	0	VL01 ~ 05
		1	VL11 ~ 15
		3	VL31 ~ 35
		5	VL51 ~ 55
		7	VL71 ~ 75

		0	SM01 ~ 05
		1	SM11 ~ 15
	M	3	SM31 ~ 35
		5	SM51 ~ 55
		7	SM71 ~ 75
SOFT-LINER	R	0	SR01 ~ 05
		1	SR11 ~ 15
		3	SR31 ~ 35
		5	SR51 ~ 55
		7	SR71 ~ 75
	L	0	SL01 ~ 05
		1	SL11 ~ 15
		3	SL31 ~ 35
		5	SL51 ~ 55
		7	SL71 ~ 75

3. 표면 거칠기의 측정

측정기는 접촉식 표면 조도기(Surfcoder SEF-30D, Kosaka laboratory Ltd., Tokyo, Japan)를 이용하였다.

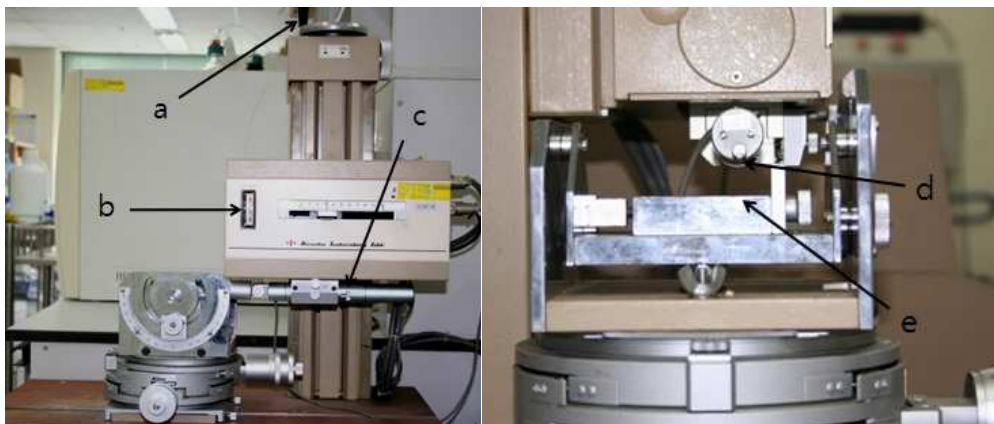


Fig 1. Profilometer (a. vertical movement handle, b. set meter, c. rolling leg, d. stylus, e. fixation jig)

원기둥 형태의 석고 시편의 표면 거칠기를 측정시, 측정할 면을 위쪽을 향하게 한 뒤 고정될 수 있도록 fixation jig를 사용하여 고정시킨 후에 set meter 계기판에 영점이 표시되도록 vertical movement handle을 돌려 stylus의 수직적인 위치를 맞춘다. 각 석고 시편당 5회씩 각각 다른 부위의 표면 거칠기(mean surface roughness : Ra)를 측정한 뒤 평균값을 구하여 그 시편의 대표값으로 사용하였다(tracing length=2.5mm, drive speed=0.1mm/s).

4. 통계 분석

모든 통계 분석은 SPSS Ver. 14.0 (SPSS Inc., Chicago, Illinois, U.S.A.)와 SAS Ver. 9.1 (SAS Inc., North Carolina, U.S.A.) 프로그램을 사용하였다.

석고 모형 표면의 거칠기에 조직 양화재의 종류와 분액비(P/L ratio), 인공타액 침수시간의 변화가 어떠한 영향을 미치는지 알기 위해 three-way ANOVA를 이용하여 각 변수가 통계적으로 유의한 영향을 미치는지와 함께 Contribution ratio(ρ ,%)를 계산하여 석고 표면 거칠기에 각 요인들이 어느 정도의 영향을 미치는지 확인하였다(SAS Ver. 9.1).

그리고 같은 조직 양화재 내에서 침수시간 변화에 따른 분액비(P/L ratio) 그룹들 간의 차이가 있는가를 검정하고, 또한 같은 분액비 내에서 침수시간 변화에 따른 조직 양화재 그룹들 간의 차이가 있는가를 검정하기 위해 각각 two-way ANOVA를 실시하였고, 다중 비교(Multiple comparison) 방법 중에서 본페로니 방법(Bonferroni method)으로 사후 검정을 하였다($\alpha=0.05$)(SPSS Ver. 14.0).

Ⅲ. 연구 결과

본 실험에서 측정된 3종의 조직 양화재 (Coe-Comfort, Visco-Gel, Soft-Liner)에서 분액비(P/L ratio)에 따라 3가지 (More, Recommended, Less)로 나누고 다시 인공타액 속에서의 침수시간에 따라서 5가지 (0시간, 1일, 3일, 5일, 7일)의 하위군으로 나누어 총 45개의 subgroup으로 나눈 뒤 각 subgroup당 5개의 시편을 제작하여 정해진 인공타액 침수시간이 경과한 후 석고 시편을 제작하였다. 석고 시편의 표면 거칠기를 측정하여 얻은 결과는 다음 Table V와 같다.

Table V. Comparison of mean surface roughness (Ra) on dental stone produced from tissue conditioners at each immersion time and P/L ratio

Tissue conditioner	P/L ratio	Immersion period (day)	Specimen Code	Mean surface roughness (μm)	Standard deviation
COE-COMFORT™	M	0	CM01 ~ 05	0.741	0.0403
		1	CM11 ~ 15	1.136	0.0452
		3	CM31 ~ 35	1.626	0.0300
		5	CM51 ~ 55	2.076	0.1326
		7	CM71 ~ 75	2.396	0.0312
	R	0	CA01 ~ 05	0.645	0.0242
		1	CA11 ~ 15	1.076	0.0359
		3	CA31 ~ 35	1.663	0.0636
		5	CA51 ~ 55	1.999	0.0566
		7	CA71 ~ 75	2.413	0.0617
	L	0	CL01 ~ 05	0.638	0.0424
		1	CL11 ~ 15	1.301	0.0581
		3	CL31 ~ 35	1.960	0.1196
		5	CL51 ~ 55	2.570	0.0728
		7	CL71 ~ 75	3.081	0.1300
Visco-gel	M	0	VM01 ~ 05	0.703	0.0482
		1	VM11 ~ 15	0.961	0.0234
		3	VM31 ~ 35	1.045	0.0481
		5	VM51 ~ 55	1.294	0.0323
		7	VM71 ~ 75	1.391	0.0132

		0	VA01 ~ 05	0.720	0.0501
		1	VA11 ~ 15	0.977	0.0932
	R	3	VA31 ~ 35	1.119	0.1432
		5	VA51 ~ 55	1.240	0.0596
		7	VA71 ~ 75	1.489	0.0290
		0	VL01 ~ 05	0.780	0.0358
		1	VL11 ~ 15	1.194	0.0772
	L	3	VL31 ~ 35	1.374	0.1346
		5	VL51 ~ 55	1.576	0.0705
		7	VL71 ~ 75	1.956	0.0875
		0	SM01 ~ 05	0.607	0.6072
		1	SM11 ~ 15	0.909	0.0285
	M	3	SM31 ~ 35	1.182	0.0328
		5	SM51 ~ 55	1.253	0.0393
		7	SM71 ~ 75	1.464	0.0428
		0	SA01 ~ 05	0.509	0.0211
		1	SA11 ~ 15	0.879	0.0274
	R	3	SA31 ~ 35	1.188	0.0437
		5	SA51 ~ 55	1.330	0.0232
		7	SA71 ~ 75	1.486	0.0409
		0	SL01 ~ 05	0.572	0.0331
		1	SL11 ~ 15	1.029	0.0358
	L	3	SL31 ~ 35	1.332	0.0879
		5	SL51 ~ 55	1.694	0.0487
		7	SL71 ~ 75	1.860	0.0391

가. 석고 모형의 표면 거칠기에 대한 조직 양화재의 종류, 분액비(P/L ratio), 인공타액 속의 침수시간의 영향 평가

실험한 조직 양화재 시편으로부터 얻어진 석고 모형의 표면 거칠기가 조직 양화재의 종류, 인공타액 속의 침수시간, 분액비에 따라 차이가 있는지 알아보기 위해 three-way ANOVA를 시행하였는데 그 결과는 Table VI와 같다. 또한, 석고 모형 표면 거칠기(Ra) 값에 대한 각 독립변수 (조직 양화재의 종류, 침수시간, 분액비)와 그것들의 interaction의 contribution ratios(ρ)도 함께 계산하였다.

Table VI. Results of three-way ANOVA for surface roughness (Ra) of dental stone casts made from tissue conditioners

Source	df	Sum of square	Mean Square	F Value	Significance of F	Contribution ratio ρ (%)
Tissue conditioner	2	13.438	6.719	1645.89	<.0001	18.2
P/L ratio	2	3.848	1.924	471.25	<.0001	5.21
Time	4	46.400	11.6	2841.61	<.0001	62.86
Tissue conditioner \times Time	8	7.318	0.915	224.08	<.0001	9.91
P/L ratio \times Time	8	1.677	0.21	51.34	<.0001	2.27
Tissue conditioner \times P/L ratio \times Time	20	0.401	0.02	4.91	<.0001	0.54
Residual	180	0.735	0.004			1.00
Total	224	73.816				100.0

조직 양화제로부터 만들어진 석고 모형의 표면 거칠기에 주된 영향을 미치는 요인은 기능 인상을 채득하기 위해 구강 내에 조직 양화제를 위치시키는 기간 (contribution ratio $\rho=62.86\%$, $p<0.05$)이었고, 그 외에 조직 양화제의 종류($\rho=18.2\%$, $p<0.0001$)와 분액비($\rho=5.21\%$, $p<0.05$)도 통계학적으로 유의한 영향을 미치는 요인이었다.

나. 같은 분액비일 경우(M, R, L group), 침수시간 변화에 따른 조직 양화재 그룹들 간의 석고 표면 거칠기의 차이

표준 분액비를 기준으로 같은 혼수비일 경우 침수시간 변화에 따른 조직 양화재 그룹들 간의 차이가 있는가를 검정하기 위해 각각 two-way ANOVA를 실시하였고, 다중 비교(Multiple comparison) 방법 중에서 본페로니 방법(Bonferroni method)으로 사후 검정을 하였다. 그 결과는 다음과 같다.

1. P/L ratio가 표준 분액비(Recommended)일 경우

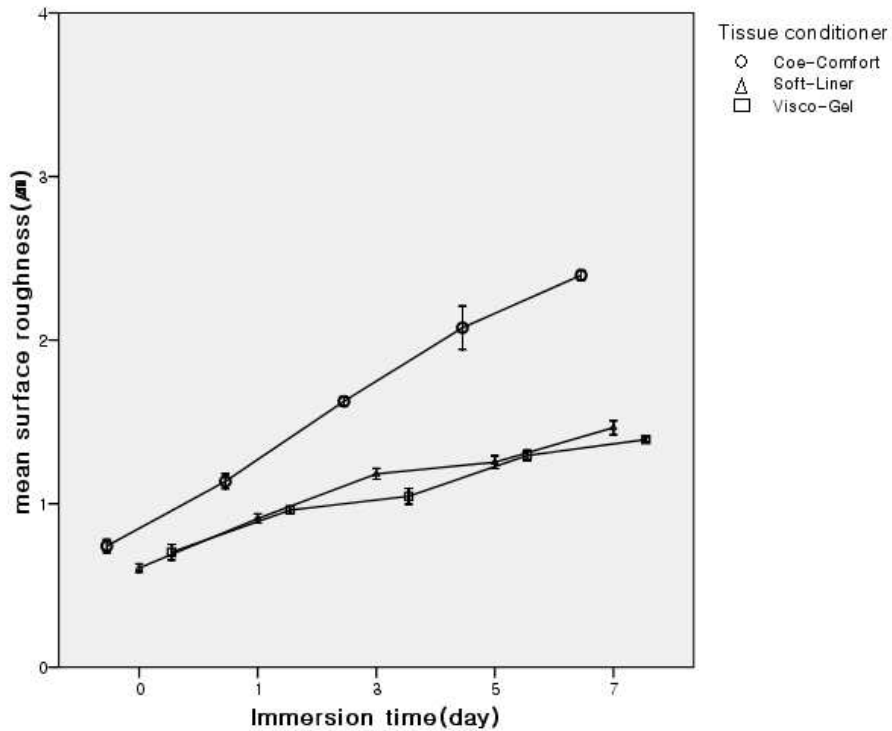


Fig 2. Comparison of mean surface roughness by tissue conditioner types at recommended P/L ratio.

Table VII. Results of analysis through Bonferroni method at the $\alpha=0.05$ for mean surface roughness by tissue conditioner types at Recommended P/L ratio

	COE-COMFORT™	Visco-Gel	SOFT-LINER
COE-COMFORT™	•	+	+
Visco-Gel	+	•	-
SOFT-LINER	+	-	•

+; Significantly different, -; Not significantly different

2. P/L ratio가 표준 분액비보다 분말의 양을 20% 늘린(More) 경우

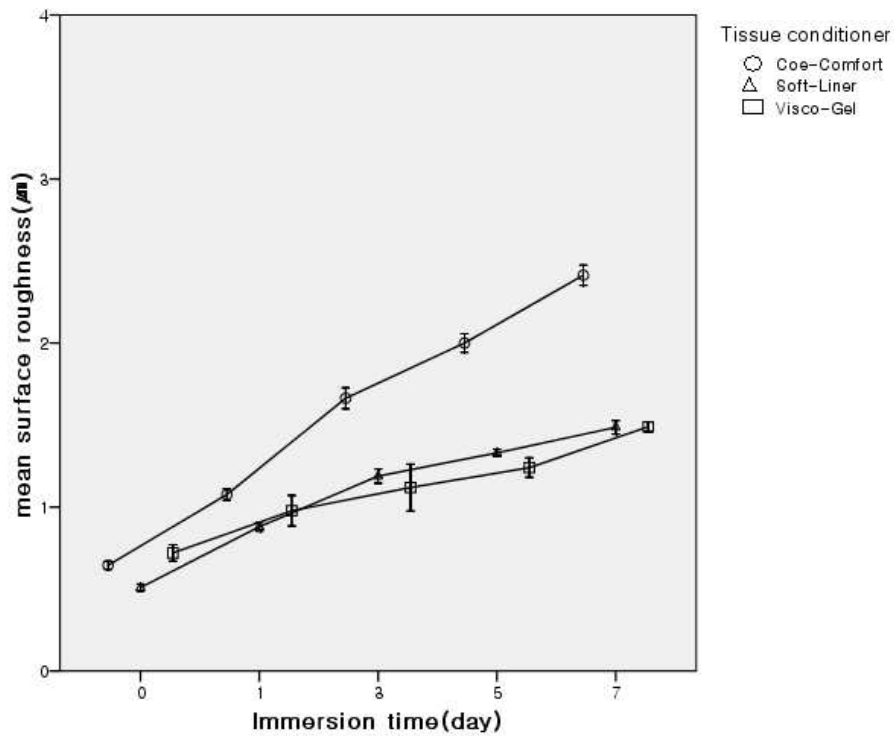


Fig 3. Comparison of mean surface roughness by tissue conditioner types at more P/L ratio.

Table VIII. Results of analysis through Bonferroni method at the $\alpha=0.05$ for mean surface roughness by tissue conditioner types at More P/L ratio

	COE-COMFORT TM	Visco-Gel	SOFT-LINER
COE-COMFORT TM	•	+	+
Visco-Gel	+	•	-
SOFT-LINER	+	-	•

+; Significantly different, -; Not significantly different

3. P/L ratio가 표준 분액비보다 분말의 양을 20% 줄인(Less) 경우

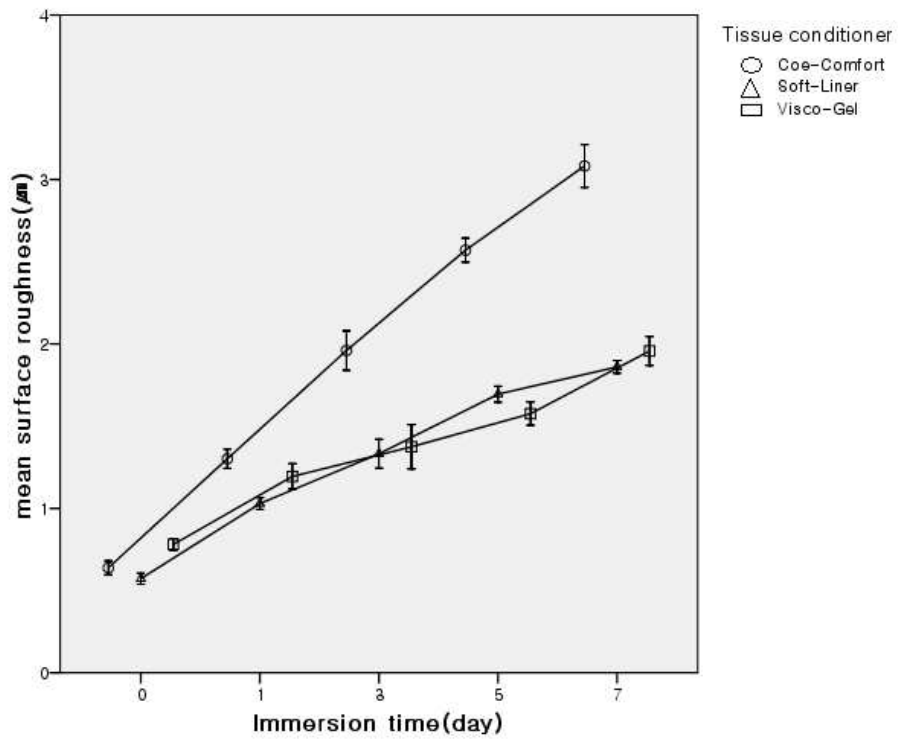


Fig 4. Comparison of mean surface roughness by tissue conditioner types at less P/L ratio.

Table IX. Results of analysis through Bonferroni method at the $\alpha=0.05$ for mean surface roughness by tissue conditioner types at Less P/L ratio

	COE-COMFORT™	Visco-Gel	SOFT-LINER
COE-COMFORT™	•	+	+
Visco-Gel	+	•	-
SOFT-LINER	+	-	•

+; Significantly different, -; Not significantly different

위의 결과를 보면, 분액비가 같은 경우 3가지 모두(M, R, L group)에서 같은 결과를 보였다. 즉, 모든 분액비의 경우에서 Visco-Gel과 Soft-Liner 간에는 석고 모형의 표면 거칠기값이 침수시간이 변함에 따라 통계학적으로 유의성 있는 차이를 보이지 않았지만($p>0.05$), Coe-Comfort의 경우에는 침수시간이 증가함에 따라 Soft-Liner와 Visco-Gel보다 석고 모형의 표면 거칠기값이 통계학적으로 유의성 있게 더 큰 값을 보였다($p<0.05$).

다. 같은 조직 양화재일 경우(Coe-Comfort, Soft-Liner, Visco-Gel group), 침수시간 변화에 따른 분액비 그룹들 간의 석고 표면 거칠기의 차이

1. 조직 양화재가 Coe-Comfort인 경우

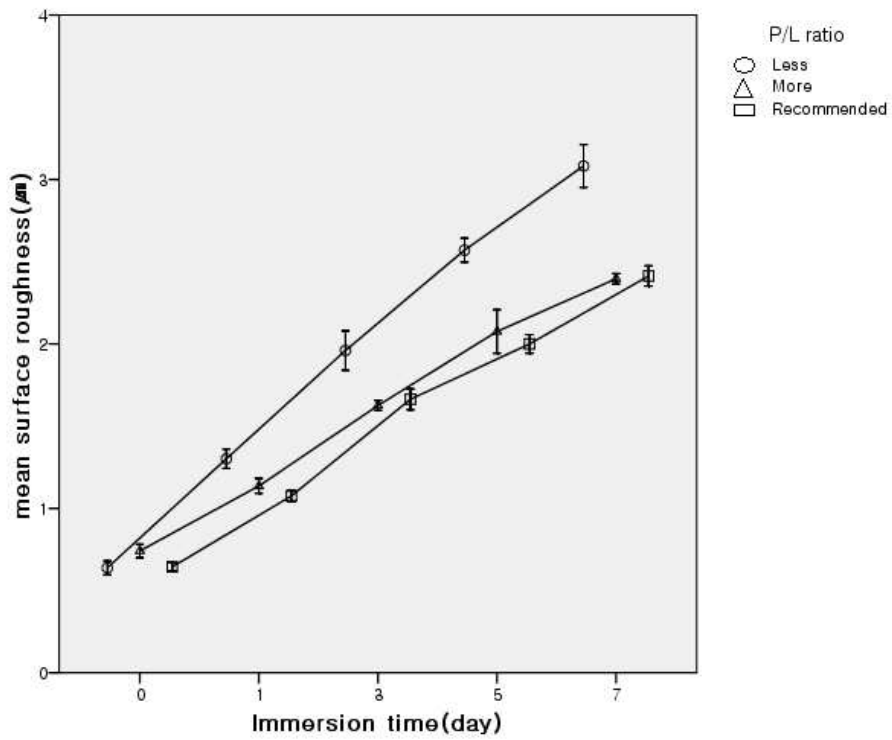


Fig 5. Comparison of mean surface roughness by P/L ratios at Coe-Comfort.

Table X. Results of analysis through Bonferroni method at the $\alpha=0.05$ for mean surface roughness by P/L ratios at Coe-Comfort

	More	Average	Less
More	•	-	+
Average	-	•	+
Less	+	+	•

+; Significantly different, -; Not significantly different

2. 조직 양화재가 Soft-Liner인 경우

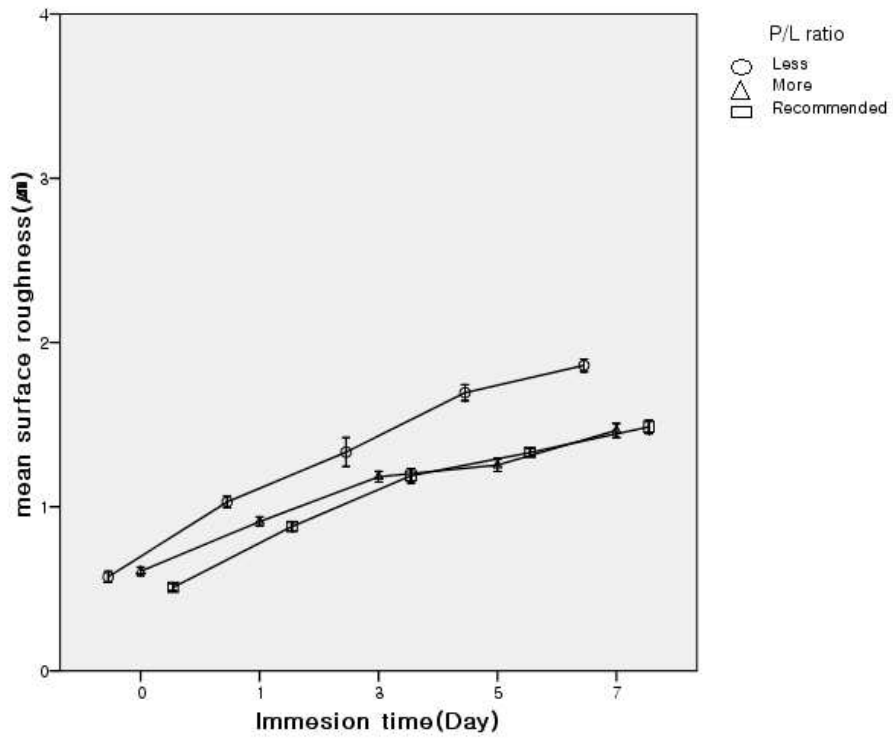


Fig 6. Comparison of mean surface roughness by P/L ratios at Soft-Liner.

Table XI. Results of analysis through Bonferroni method at the $\alpha=0.05$ for mean surface roughness by P/L ratios at Soft-Liner

	More	Average	Less
More	•	-	+
Average	-	•	+
Less	+	+	•

+; Significantly different, -; Not significantly different

3. 조직 양화제가 Visco-Gel인 경우

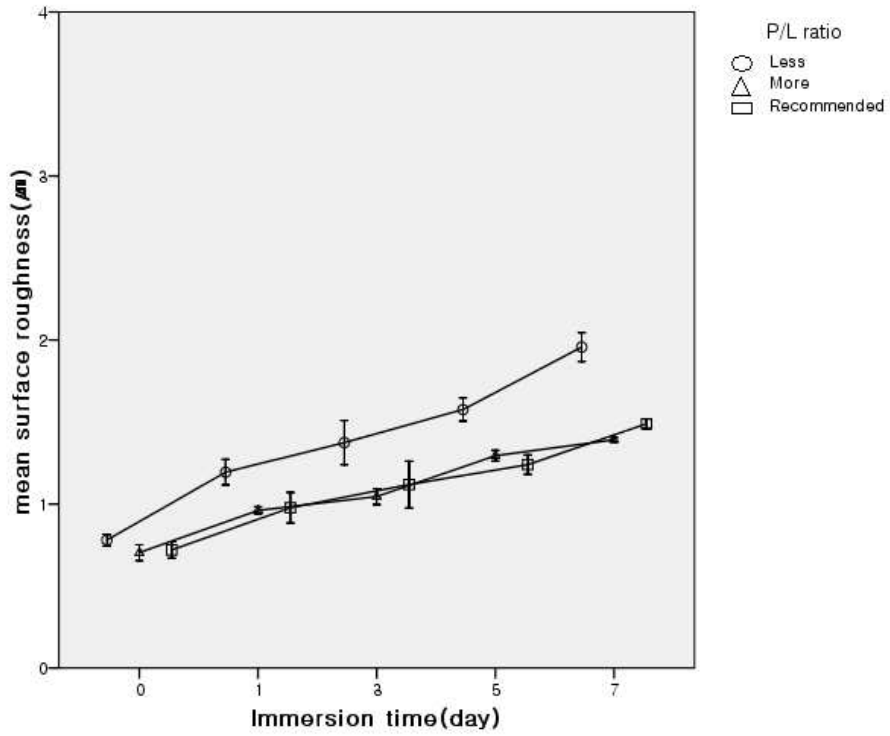


Fig 7. Comparison of mean surface roughness by P/L ratios at Visco-Gel.

Table XIII. Results of analysis through Bonferroni method at the $\alpha=0.05$ for mean surface roughness by P/L ratios at Visco-Gel

	More	Average	Less
More	•	-	+
Average	-	•	+
Less	+	+	•

+; Significantly different, -; Not significantly different

위의 결과를 보면, 조직 양화재가 같을 경우 3가지 모두(Coe-Comfort, Soft-Liner, Visco-Gel group)에서 같은 결과를 보였다. 즉, 모든 조직 양화재 경우에서 Recommended와 More group 간에는 석고 모형의 표면 거칠기값이 침수 시간이 변함에 따라 통계학적으로 유의성 있는 차이를 보이지 않았지만($p>0.05$), Less group의 경우에는 침수시간이 변함에 따라 Recommended와 More group보다 석고 모형의 표면 거칠기값이 통계학적으로 유의성 있게 더 큰 값을 보였다($p<0.05$).

IV. 총괄 및 고찰

조직 양화재(tissue conditioner)는 새 의치를 제작하기 전에 잘 맞지 않는 의치로 인해 외상 받은 조직을 치료하고, 기존 의치나 임시의치를 임시적으로 이장하는데 사용되어 왔고, 또한 기능 인상을 채득하는 데에도 사용되어 왔다.⁵

조직 양화재로써 사용되고 있는 제품은 현재 매우 다양하고, 재료마다 점탄성 특성(viscoelastic properties),^{12,15} 미세부 재현성,^{7,18} 체적안정성(dimensional stability)¹³, 석고와의 적합성(compatibility)²⁵과 같은 물리적인 특성이 다르다. 따라서 어느 재료가 조직 양화재의 여러 목적 중에 하나의 목적에 보다 이상적이라고 하면 다른 목적에는 적합하지 않을 수 있다. 즉, 한 종류의 조직양화재가 일반적인 조직 양화재의 모든 목적을 똑같이 충족시킬 수는 없다.

기능 인상을 채득하는데 적절한 조직 양화재는 먼저 저작, 발음, 연하 등의 기능적인 부하(functional stress) 하에서 의치 지지 조직의 형태를 정확히 인기할 수 있도록 흐름성(plasticity)이 좋아야 한다. 또한 인상체를 구강 내에서 제거하여 석고 모형을 제작하는 과정에서는 변형이 발생하지 않도록 인상면의 체적이 안정적으로 유지되어야 한다.²⁶ 그러기 위해서는 일정기간 동안 충분한 탄성 복원력을 갖출수 있을 때까지 구강 내에서 인상체를 유지하여야 하는데, Graham 등의 연구에서는 그 기간이 24시간이면 충분하다고 하였다.¹⁴ Murata 등의 연구에서는 조직 양화재의 물을 흡수하는 정도와 ethyl alcohol, plasticizer의 용해되는 정도가 체적 변화와 관련이 있기에 최소 구강 내에서 24시간을 추천하고 있다.¹³

하지만 이는 조직 양화재의 흐름성과 체적 안정성만을 고려한 결과이고, 추후 제작될 주모형 표면의 거칠기를 고려한다면 구강내 환경 속에서 타액 등과의 반응에 의해 시간이 지남에 따라 조직 양화재 표면은 점차 딱딱해지면서 거칠어질 것이다.²⁵ 구강 내에서의 조직 양화재의 표면에서는 ethyl alcohol과 plasticizer의 용출 현상과 물 흡수 현상^{10,12,13}이 계속적으로 이루어지면서 조직 양화재의 표면 조건이 계속 변하게 되고, 그 결과 주모형의 석고 표면의 거칠기에도 영향을 미치게 된다.

일반적으로 조직 양화재의 분말과 용액을 혼합하면, alcohol이 분말 입자 표면에 흡착되어 중합체 사슬 간의 van der Waals force가 붕괴되고 중합체 사슬의 분리가 일어나 분말 입자들은 부풀려진다. 이와 같은 중합체 사슬의 분리는 가소제의 큰 분자들이 중합체 사슬 사이로 침투하는 것을 허용한다. 이러한 일련의 과정은 화학적인 반응이라기 보다는 물리적인 변화이다.²⁸

조직 양화재의 시간 경과에 따른 일반적인 물리적 성질 변화는 다음과 같다. 처음 분말과 액을 혼합하면 흐름성이 좋은 액체와 같은 성질을 보이다가 alcohol과 plasticizer의 침투가 일어남에 따라 점성이 증가되어 2-3분 내에 구강내 삽입할 수 있을 정도의 충분한 점조도를 갖는다. 이후 재료마다 차이가 있지만 몇 분이 경과하면 최종적으로 겔(gel)화가 일어난다. 이러한 상태에서는 기능적인 외력에 의해 형태가 변화되는 가소성(plasticity)을 갖는다. 그러나 가소성은 시간이 경과함에 따라 탄성(elasticity)으로 변해간다. 그 이유는 ethyl alcohol의 용출(leaching)과 물 흡수, 다시 가소제의 용출(leaching)이라는 세 가지 순서적인 과정의 결과이다.^{10,12,13}

이번 연구에서는 3-way ANOVA를 이용하여 석고 시편의 표면 거칠기에 영향을 미치는 세 가지 변수(조직 양화재의 종류, P/L ratio, 침수시간)의 contribution ratio를 계산하였고, 그 결과를 보면 조직 양화재로부터 제작된 석고 모형의 표면 거칠기에 세 가지 변수(조직 양화재의 종류, P/L ratio, 침수시간) 그리고 각 변수간의 interaction 모두가 통계학적으로 유의성 있게 영향을 미친다고 할 수 있다. Contribution ratio(p,%)를 살펴보면 각 변수가 석고 표면 거칠기에 영향을 미치는 정도를 알 수 있는데, 다른 2개의 변수보다(조직 양화재 종류, P/L ratio) 인공타액 속의 침수 시간이 석고 표면 거칠기에 가장 큰 영향을 미치는 것을 확인할 수 있었다. 이는 2005년에 Murata 등이²⁵ 침수시간, 조직 양화재의 종류, 석고 재료의 종류가 각각 조직 양화재로부터 만들어진 석고 모형의 표면 거칠기에 영향을 주며, 그 중에서 침수시간이 가장 큰 영향을 미친다고 하는 연구 결과와도 비슷한 결과이다. 물론 이전 실험과는 다르게 증류수 대신 인공타액을 사용하였고, 석고의 종류 대신 이번 실험에서는 조직 양화재의 분액비를 새로운 변수로 사용하였지만, 다른 변수에 비해 침수시간이 가장 큰 영향을 미치는 요인인 것은 다를 바가 없었다.

실험된 모든 조직 양화재에서 정도의 차이가 있었지만 공통적으로 인공타액 속의 침수시간이 증가함에 따라 석고 모형의 표면 거칠기값은 통계적으로 유의성 있게 증가하였다($p < 0.05$). 이는 인공타액 속에서의 시간이 지남에 따라 조직양화재의 표면이 점점 거칠어졌음을 의미한다. 이와 같은 조직 양화재의 표면 질(quality) 저하의 원인을 앞서 설명했던 조직 양화재의 시간 경과에 따른 물리적인 현상에서 찾을 수 있을 것이다. Alcohol의 용출은 구강 내에서 타액과 접촉하자마자 일어나기 시작하여 대부분의 alcohol이 없어질 때까지 계속된다.¹² 조직 양화재 표면의 농도가 감소함에 따라 타액으로부터 물의 흡수가 일어나게 되며, 동시에 조직 양화재에 가해지는 기능력에 의해 조직 양화재 안팎으로의 물의 이동이 지속적으로 발생하면서 이 과정을 통해 가소제도 계속적으로 밖으로 용출된다. 이와 같은 물리적인 과정을 거쳐서 조직 양화재의 표면이 시간이 지남에 따라 거칠어질 것으로 예상할 수 있다.

침수시간이 증가함에 따라 석고 표면 거칠기가 증가하는 것은 세 종류의 조직 양화재 모두 같았으나 Visco-Gel과 Soft-Liner의 경우 Coe-Comfort와 비교하여 세 가지의 분액비(M, R, L group) 모두에서 통계학적으로 유의성 있게 더 적은 표면 거칠기값을 보였다($p < 0.05$). 이는 조직 양화재의 용액에 들어있는 유기용매인 가소제의 성분과 ethyl alcohol의 비율의 차이에서 그 이유를 추정할 수 있다. Visco-Gel과 Soft-Liner는 가소제로 BPBG(butyl phthalyl butyl glycolate)와 DBP(dibutyl phthalate)를 사용하고 있다. BPBG와 DBP는 고분자량의 ester로 분자량은 각각 336, 278이며, Visco-Gel에서는 용액 중에 BPBG가 86.9wt%, DBP는 8.2wt%를 차지하고 있고, Soft-Liner에서는 BPBG가 80.9%, DBP는 4.3wt%를 포함하고 있다. 하지만 Coe-Comfort는 가소제로 분자량이 212로 상대적으로 저분자량 ester인 BB(benzyl benzoate)를 87.3wt% 포함하고 있다.¹⁰ 분자량이 작은 가소제를 사용하게 되면 그만큼 상대적으로 가소제가 조직 양화재의 중합체 사슬로부터 더 빠져나가기 쉽고, 따라서 조직 양화재의 표면이 더욱 거칠어진다. 또한 조직 양화재의 유기용매로 사용되는 ethyl alcohol의 비율을 살펴보면, 일단 제조사에서 추천하는 표준 분액비는 Visco-Gel과 Soft-Liner는 1.25이고 Coe-Comfort는 0.9로 상대적으로 Coe-Comfort에 더 많은 양의 용액이 혼합되며, 용액 속에서 차지하는

ethyl alcohol의 비율도 Coe-Comfort는 8.2wt%인 반면 Visco-Gel이나 Soft-Liner은 각각 4.9wt%와 6.6wt%로 더 적게 포함되어 있다.¹⁰ 초기 24시간 이내에 많은 양이 휘발되는 ethyl alcohol의 양이 더 많을수록 그만큼 조직 양화재의 표면은 더 빠른 시간 내에 거칠어 질 것으로 예상할 수 있다.

조직 양화재의 표면 조건은 조직 양화재 용액의 구성성분 차이 이외에도 중합체 분말의 화학적인 구성성분이나 분자량, 입자 크기 분포에 의해서도 영향 받을 것으로 생각된다. 앞으로 조직 양화재의 표면 조건과 재료의 구성과 구조 사이의 관계에 대한 보다 많은 연구가 필요할 것으로 사료된다.

조직 양화재의 분액비에 따른 석고 시편 표면 거칠기의 변화를 살펴보면, 세 종류의 조직 양화재 모두에서 표준 분액비를 기준으로 분말의 비율이 20% 적은 L(less) group의 석고 시편의 표면 거칠기가 표준 혼수비를 지킨 R(recommended) group이나 분말의 양을 20% 늘린 M(more) group에 비해 통계학적으로 유의성 있게 더 큰 표면 거칠기값을 보였다($p < 0.05$). L group은 휘발성 유기용매인 ethyl alcohol과 시간이 지남에 따라 외부로 용출되는 ester plasticizer의 비율이 더 높기 때문에, 상대적으로 조직 양화재의 표면에서 ethyl alcohol 용출, 물의 흡수, 가소제의 용출 현상이 더 많이 빠르게 일어날 것으로 예상할 수 있다. 그에 따라 조직 양화재 표면의 질(quality)이 더 악화되고 그 결과 석고 표면 거칠기가 증가되었을 것으로 생각된다. 하지만 R group과 M group의 경우는 세 종류의 조직 양화재에서 공통적으로 석고 시편의 표면 거칠기가 통계학적으로 유의성 있는 차이를 보이지 않았다($p > 0.05$). 이는 분액비의 변화가 조직양화재의 표면 조건에 정비례적인 영향을 미치지 않는다는 의미이며, 분액비의 변화와 그에 따른 조직 양화재의 표면 조건 변화의 관계를 보다 명확히 알기 위해서는 추가적인 실험적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

대부분의 치과 재료들은 제조사에서 추천되는 표준 분액비를 따르지만 조직 양화재의 경우에는 실제 임상에서 술자가 사용 목적이나 사용부위에 따라서 어느 정도 분액비를 조절하여 사용하고 있다. 분액비에 따라서 조직 양화재의 흐름성을 달리해서 술자의 목적에 따라 편리하게 임상에서 취급할 수 있다. 1998년 Murata 등의 연구²⁷에서는 더 낮은 P/L ratio 일수록 더 큰 흐름성을 보이지만 대신에 압력과

동시에 발생하는 쿠션 효과(cushioning effect)는 감소한다고 하였고, 기능 인상 시에는 시간에 따른 흐름성의 변화율이 다른 목적(conditioning, relining)일 경우 보다 더 커야 하므로 ethyl alcohol의 비율을 더 높여서 사용해야 한다고 보고하였다. 하지만 이번 연구에서 확인된 것처럼 조직 양화재의 분액비가 조직 양화재의 표면 조건에 영향을 미칠 수 있기 때문에 분액비의 어느 정도까지는 주모형의 석고 표면에 큰 영향을 미치지 않는지를 아는 것은 실제 임상에서 기능 인상법을 적용할 때 중요하다. 일단 표면 거칠기만을 고려한 이번 실험 결과만을 본다면 Coe-Comfort, Visco-Gel, Soft-Liner 모두 임상에서 분액비 조절이 필요할 경우가 생긴다면 표준 분액비보다 분말을 20%정도 추가하는 것은 석고 표면 거칠기에 큰 영향을 미치지 않을 것으로 보인다. 하지만 조직 양화재를 기능 인상의 재료로 사용할 때는 표면 조건과 석고와의 적합성 이외에도 고려할 다른 요인들이 많이 있기 때문에 분액비에 따라 표면 거칠기 이외에 예를 들면 체적 안정성, 미세부 재현성과 같은 다른 특성들이 어떠한 영향을 받을지에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

이번 실험을 통해 같은 조건일 경우, Visco-Gel과 Soft-Liner로부터 제작된 석고 시편의 표면 거칠기값이 Coe-Comfort로부터 만들어진 석고 시편의 그것보다 더 작은 값을 보였고 또한 침수시간이 지남에 따라 변화량의 크기도 더 작았다 ($p < 0.05$). 이번 연구에서 대조군으로 사용된 폴리설파이드(polysulfide)로부터 제작된 석고 시편의 표면 거칠기값(Ra)은 $0.45\mu\text{m}$ 에서 $0.60\mu\text{m}$ 의 범위(mean Ra: $0.52\mu\text{m}$)를 보였다. 비록, 표준 분액비로 혼합된 조직 양화재로 만든 석고 모형의 표면 거칠기값이 가철성 보철물 제작을 위해 흔히 사용되는 폴리설파이드의 석고 시편의 표면 거칠기값보다는 더 크게 나왔지만, Visco-Gel과 Soft-Liner는 7일까지의 침수시간 동안 (각각 $0.68\text{--}1.52\mu\text{m}$, $0.48\text{--}1.53\mu\text{m}$ 의 범위), 그리고 Coe-Comfort는 3일까지의 침수시간 동안($0.61\text{--}1.75\mu\text{m}$)은 상대적으로 부드러운 표면을 유지했다고 할 수 있다. 따라서 이번 실험 결과와 이전의 체적 안정성에 관한 연구 결과들을^{13,14} 종합해보면, 의치 지지 조직에 관한 보다 정확한 정보를 제공하기 위해서는 기능 인상 채득 시에 Visco-Gel과 Soft-Liner는 24시간에서 3일 정도가 적절한 기간으로 생각되며 (각각 $0.90\text{--}1.33\mu\text{m}$, $0.83\text{--}1.24\mu\text{m}$ 의 범위), Coe-Comfort는 구강 내 적용 후 24시간 정도($1.03\text{--}1.11\mu\text{m}$)가 적절할 것으로 생각된다.

본 연구에서는 조직 양화재의 종류, 분액비와 침수시간에 따른 조직 양화재로부터 만들어진 석고 시편의 표면 거칠기만을 연구하였다. 물론 실제 구강 내에서 조직 양화재의 표면 변화를 정확히 측정하기 위해서는 기능 인상시 발생하는 저작력과 연하 및 타액의 작용 등을 고려하여야 하며, 그러기 위해서는 시편 자체에 thermo-cycling을 가하고 저작력을 계속 가하면서 시간에 따른 표면 변화를 측정하여야 한다. 그러나 현실적으로 조직 양화재에 thermo-cycling를 가하면서 기능 인상시 저작력 수준의 하중을 계속 부여한다면, 시편이 균일한 형태를 유지할 수 없고, load를 부여하는 기계로부터 조직 양화재 표면에 결함(defect)이 발생할 수밖에 없다. 이렇듯 구강 내의 연조직과 저작, 연하 등의 기능적 부하를 실제로 재현하기 어려우며, 실험 결과에 영향을 줄 수 있는 독립변수의 수가 증가하게 된다. 따라서 실제 기능 인상시 구강 조건을 재현하기 위한 연구와 in-vivo와 in vitro 관계에 대한 연구가 더욱 요구된다.

한편, 조직 양화재의 surface integrity를 개선하고자 하는 목적에서 조직 양화재의 표면에 coating 재료를 도포하는 연구들이 있어 왔다.²⁸⁻³² 1988년 Gardner와 Parr²⁹ Monopoly를 조직 양화재의 표면에 도포한 결과, 그렇지 않은 것들에 비해 더 오랫동안 조직 양화재의 표면이 부드럽고 깨끗하게 유지되었음을 보고하였다. 여기서 사용된 Monopoly는 clear polymer powder(methyl methacrylate)와 heat-polymerized monomer liquid로 구성된 polymethyl methacrylate 용액이다. 1996년 Dominguez 등은³⁰ in-vitro 실험에서 조직 양화재 표면에 Monopoly 도포시 ethyl alcohol의 용출은 막을 수 없지만 물의 흡수는 방지되었고, 그 결과 오랜 기간 동안(30일) 가소제의 용출을 지연시켰다고 보고 하였다. 또한 Monopoly나 Permaseal(Austenal Inc.)과 같은 coating 재료를 사용함에 따라 조직 양화재의 표면 조건 뿐만 아니라 탄력성(resiliency)이 개선되었다는 연구 결과도 있었다.³¹ 이렇듯 조직 양화재 표면을 coating하는 재료에 대한 실험적 연구가 활발히 이루어지고 있지만 보다 많은 임상 연구가 필요할 것으로 보이며, 기능 인상을 채득할 때 조직 양화재의 표면에 coating material을 적용하였을 경우 석고 표면의 거칠기나 표면 정도에는 어떠한 영향을 미치는지에 대한 추가적인 연구도 필요할 것으로 생각된다.

기능 인상 재료로서 이상적인 조직 양화재는 석고와의 적합성(compatibility)이 우수하여 일반적인 정적 인상법의 재료만큼이나 부드러운 석고 모형 표면을 얻을 수 있어야 한다. 게다가 이런 특성이 구강 내에서 기능 인상을 채득하는 동안 유지되어야만 한다. 하지만 기능 인상을 위해 사용되는 조직 양화재 중에서 이러한 조건들을 모두 만족시키는 이상적인 재료는 현재로서는 존재하지 않기 때문에, 보다 개선된 재료를 개발하려는 더 많은 연구와 노력이 필요할 것이다. 또한, 현재 이용되고 있는 여러 가지 조직 양화재들은 시간 변화에 따른 표면 조건의 변화와 석고 재료와의 적합성에 관한 다양한 특성을 가지고 있다. 따라서 술자가 기능 인상 채득시 조직 양화재의 종류, 분액비, 구강 내 적용시간이 조직 양화재와 석고 표면에 어떠한 영향을 주는지 잘 이해하고 있고 재료마다의 적절한 구강 내 적용 시간 범위에 대해서 잘 알고 있다면, 조직 양화재를 이용하여 유용하게 기능 인상을 채득하는데 도움이 될 것이다.

V. 결론

본 연구에서는 임상적으로 많이 쓰이는 3종의 조직 양화재 (Coe-Comfort, Soft-Liner, Visco-Gel)의 분액비(P/L ratio)와 인공 타액 속의 침수시간에 따른 석고 모형의 표면 거칠기(Ra)를 측정하고 비교하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 조직 양화재로 부터 만들어진 석고 모형의 표면 거칠기에 주된 영향을 미치는 요인은 기능 인상을 채득하기 위해 구강 내에 조직 양화재를 위치시키는 기간 (contribution ratio $p=62.86\%$, $p<0.05$)이었고, 그 외에 조직 양화재의 종류($p=18.2\%$, $p<0.05$)와 분액비($p=5.21\%$, $p<0.05$)도 통계학적으로 유의한 영향을 미치는 요인이었다.
2. 3가지 P/L ratio 실험 조건 모두에서 Visco-Gel과 Soft-Liner 간에는 석고 모형의 표면 거칠기값이 침수시간이 변함에 따라 통계학적으로 유의성 있는 차이를 보이지 않았지만($p>0.05$), Coe-Comfort의 경우에는 침수시간이 변함에 따라 Soft-Liner와 Visco-Gel보다 석고 모형의 표면 거칠기값이 통계학적으로 유의성 있게 더 큰 값을 보였다($p<0.05$).
3. 3종의 실험 대상 조직 양화재 모두에서 R(recommended)와 M(more) group 간에는 석고 모형의 표면 거칠기값이 침수시간이 변함에 따라 통계학적으로 유의성 있는 차이를 보이지 않았지만($p>0.05$), L(less) group의 경우에는 침수시간이 변함에 따라 R과 M group보다 석고 모형의 표면 거칠기값이 통계학적으로 유의성 있게 더 큰 값을 보였다($p<0.05$).

이러한 연구 결과로부터 석고 모형의 표면 거칠기에는 구강 내에서의 시간이 가장 큰 영향을 나타내며, 조직 양화재의 종류와 분액비도 영향을 미칠 수 있기 때문에 술자가 기능 인상 채득 시에 적절한 구강 내 적용시간에 대해서 잘 이해

하고 있고, 기능 인상에 적합한 조직 양화계를 선별할 수 있다면 조직 양화계를 이용하여 유용하게 기능 인상을 채득할 수 있을 것이다.

참고문헌

1. Bergman B, Carlsson GE. Clinical long-term study of complete denture wearers. J Prosthet Dent. 1985 Jan;53(1):56-61.
2. Lamine G.A. The retention of complete dentures. J Amer Dent Assoc 1957;55:502-508.
3. Zarb G.A., Bolender C.L. Prosthodontic treatment for edentulous patients 12th. Mosby 2004;471-480.
4. Boucher CO. The relining of complete dentures. J Prosthet Dent. 1973 Oct;30(4):521-6.
5. Chase W.W. Tissue conditioning utilizing dynamic adaptive stress. J Prosthet Dent. 1961;11:804-815.
6. Harrison A. Temporary soft lining materials. A review of their uses. Br Dent J. 1981 Dec 15;151(12):419-22.
7. McCarthy JA, Moser JB. Tissue conditioners as functional impression materials. J Oral Rehabil. 1978 Oct;5(4):357-64.
8. McCarthy JA, Moser JB. Tissue conditioning and functional impression materials and techniques. Dent Clin North Am. 1984 Apr;28(2):239-51.
9. Jones DW, Hall GC, Sutow EJ, Langman MF, Robertson KN. Chemical

- and molecular weight analyses of prosthodontic soft polymers. *J Dent Res.* 1991 May;70(5):874-9.
10. Jones DW, Sutow EJ, Hall GC, Tobin WM, Graham BS. Dental soft polymers: plasticizer composite and leachability. *Dent Mater.* 1988 Feb;4(1):1-7.
 11. Parker S, Braden M. Formulation of tissue conditioners. *Biomaterials.* 1990 Oct;11(8):579-84.
 12. Wilson J. In vitro loss of alcohol from tissue conditioners. *Int J Prosthodont* 1992;5:17-21.
 13. Murata H, Kawamura M, Hamada T, Saleh S, Kresnodi U, Toki K. Dimensional stability and weight changes of tissue conditioners. *J Oral Rehabil.* 2001 Oct;28(10):918-23.
 14. Graham BS, Jones DW, Sutow EJ. Clinical implications of resilient denture lining material research. Part I: Flexibility and elasticity. *J Prosthet Dent.* 1989 Oct;62(4):421-8.
 15. Murata H, Hamada T, Djulaeha E, Nikawa H. Rheology of tissue conditioners. *J Prosthet Dent.* 1998 Feb;79(2):188-99.
 16. Jepson NJ, McCabe JF, Storer R. Age changes in the viscoelasticity of a temporary soft lining material. *J Dent.* 1993 Aug;21(4):244-7.
 17. Murata H, McCabe JF, Jepson NJ, Hamada T. The influence of immersion

- solutions on the viscoelasticity of temporary soft lining materials. *Dent Mater.* 1996 Jan;12(1):19-24.
18. Pissiotis A, Panagiotouni E, Sofou A, Diakoyanni I, Kaloyannides A. Dimensional stability and reproduction of surface detail of tissue conditioning materials. *Eur J Prosthodont Restor Dent.* 1994 Dec;3(2):55-9.
 19. Malmström HS, Mehta N, Sanchez R, Moss ME. The effect of two different coatings on the surface integrity and softness of a tissue conditioner. *J Prosthet Dent.* 2002 Feb;87(2):153-7.
 20. Keuter FM, Davidson CL. Surface roughness of dental stone casts from alginate impressions. *J Dent.* 1986 Feb;14(1):23-8.
 21. Gerrow JD, Schneider RL. A comparison of the compatibility of elastomeric impression materials, type IV dental stones, and liquid media. *J Prosthet Dent.* 1987 Mar;57(3):292-8.
 22. Reisbick MH, Johnston WM, Rashid RG. Irreversible hydrocolloid and gypsum interactions. *Int J Prosthodont.* 1997 Jan-Feb;10(1):7-13.
 23. Johnson GH, Chellis KD, Gordon GE, Lepe X. Dimensional stability and detail reproduction of irreversible hydrocolloid and elastomeric impressions disinfected by immersion. *J Prosthet Dent.* 1998 Apr;79(4):446-53.
 24. 정창모. Atlas of Chairside Relining Technique. 신흥인테리어 2001; 49-56.

25. Murata H, Hong G, Li YA, Hamada T. Compatibility of tissue conditioners and dental stones. Effect on surface roughness. *J Prosthet Dent.* 2005;93(3):274-81.
26. Wilson HJ, Tomlin HR, Osborne J. The assessment of temporary soft materials used in prosthetics. *Br Dent J.* 1969 Apr 1;126(7):303-6.
27. Murata H, Hamada T, Taguchi N, Shigeto N, Nikawa H. Viscoelastic properties of tissue conditioners--influence of molecular weight of polymer powders and powder/liquid ratio and the clinical implications. *J Oral Rehabil.* 1998 Aug;25(8):621-9.
28. Casey DM, Scheer EC. Surface treatment of a temporary soft liner for increased longevity. *J Prosthet Dent.* 1993 Mar;69(3):318-24.
29. Gardner LK, Parr GR. Extending the longevity of temporary soft liners with a mono-poly coating. *J Prosthet Dent.* 1988 Jan;59(1):71-2.
30. Dominguez NE, Thomas CJ, Gerzina TM. Tissue conditioners protected by a poly(methyl methacrylate) coating. *Int J Prosthodont.* 1996 Mar-Apr; 9(2):137-41.
31. Gronet PM, Driscoll CF, Hondrum SO. Resiliency of surface-sealed temporary soft denture liners. *J Prosthet Dent.* 1997 Apr;77(4):370-4.
32. Corwin JO, Saunders TR. Temporary soft liners: a modified curing technique to extend liner longevity. *J Prosthet Dent.* 1992 Oct;68(4):714-5.

33. Gerrard WA, Winter PJ. Evaluation of toothpastes by their ability to assist rehardening of enamel in vitro. *Caries Res.* 1986;20(3):209-16.
34. 홍석진, 박기철. 인공우식 법랑질에 대한 불소함유치약의 효과 대한구강보건 학회지 1996;20(1):1-10

Abstract

Changes of the surface roughness depending on immersion time and powder/liquid ratio of various tissue conditioners

Kyung-Soo Kim

Department of Dentistry

The Graduate school, Yonsei University.

(Directed by Professor Moon-Kyu Chung, D.D.S., M.S.D., Ph.D.)

Functional impression technique is a method first described by Chase in 1961 which allows dynamic impression of supporting tissues under the actual functional movement and records the shape and length of functional and physiologic denture base border using relining of tissue conditioner with existing denture. Volume stability, microstructure reproducibility and flowability along with compatibility with dental stone must be in consideration in order to use tissue conditioner as a material for functional impression.

There are few studies concerning the influence of time factor in oral condition on surface roughness of the stone and optimal retention period in the oral cavity considering such changes in surface roughness. The purpose of this study was to find out the influence of various kinds of tissue conditioner, its powder/liquid ratio and submersion time on surface roughness of the stone.

Materials used in this study were the three kinds of tissue conditioners most frequently used in dental clinic (Coe-Comfort, Visco-Gel, Soft-Liner)

and were grouped into three: group R – mixed with standard powder/liquid ratio that was recommended by the manufacturers, group M – mixed with 20% more powder, group L – mixed with 20% less powder. Specimens were made with the size of 20mm diameter and 2mm width. Each tissue conditioner specimens were subdivided into 5 groups according to the submersion time (0 hour, 1 day, 3 days, 5 days, 7 days), completely immersed into artificial saliva and were stored under 37°C. Specimens of which the given submersion time elapsed were taken out and were poured with improved stone, making the stone specimens. Surface roughness of the stone specimens was measured by a profilometer obtaining the following study results.

1. Major influencing factor on surface roughness of the stone model made from tissue conditioner was the retention period (contribution ratio (ρ)=62.86%, $p<0.05$) of the tissue conditioner in oral cavity to make functional impression. Other statistically significant influencing factors were the kind of tissue conditioner (ρ =18.2%, $p<0.05$) and its powder/liquid ratio (ρ =5.21%, $p<0.05$)
2. In all 3 kinds of P/L ratio test conditions, there was no statistically significant difference in mean surface roughness value of the stone models between Visco-Gel and Soft-Liner ($p>0.05$), but in case of Coe-Comfort, higher mean surface roughness value of the stone model with statistical significance was observed compared to that of Soft-Liner and Visco-Gel as submersion time changes($p<0.05$).
3. In all 3 kinds of tissue conditioners, there was no statistically significant difference in mean surface roughness value of the stone models

between group R (recommended) and M (more) ($p>0.05$), but in case of group L (less), higher mean surface roughness value of the stone model with statistical significance was observed compared to that of R and M group as submersion time changes($p<0.05$).

From such study results, we may conclude that as the retention period of time in oral cavity influences surface roughness of the stone model the most and as the kind of tissue conditioner and its P/L ratio may influence also, clinician should well understand the optimal retention period in oral cavity and choose the right tissue conditioner for the functional impression, thus making the functional impression with tissue conditioner usefully.

Key words : functional impression, tissue conditioner, surface roughness,
powder/liquid ratio, immersion time