

소독액이 친수성 탄성 고무인상재의
표면특성에 미치는 영향

연세대학교 대학원

치 의 학 과

김 수 화

소독액이 친수성 탄성 고무인상재의
표면특성에 미치는 영향

지도교수 김 경 남

이 논문을 박사 학위논문으로 제출함

2007년 12월 일

연세대학교 대학원

치 의 학 과

김 수 화

김수화의 박사 학위논문을 인준함

심사위원_____인

심사위원_____인

심사위원_____인

심사위원_____인

심사위원_____인

연세대학교 대학원

2007년 12월 일

감사의 글

처음 치과생체재료공학교실 문을 두드리던 때가 생각이 납니다. 시간에는 가속이 붙는다라는 어느 교수님 말씀이 무척이나 마음에 와 닿는 요즘입니다. 되돌아보니 참으로 많은 일들이 있었습니다. 옆에서 항상 힘이 되어 주시던 많은 분들이 함께 해주셨기에 지금의 시간이 있는 것을 압니다.

김경남 교수님, 논문을 처음 시작한 순간부터 마무리되는 시간까지 항상 태만한 마음이 되지 않도록 격려해주시고 동기를 부여해주셔서 감사드립니다. 김광만 교수님, 질문에 질문으로 답을 주시던 교수님께 다가갈 때면 질문보다 더 많은 공부를 하고 가야 했습니다. 스스로 깨우칠 수 있도록 도와주셔서 감사드립니다. 이용근 교수님, 많은 조언 말씀에 생각하지 못했던 부분들을 알아 갈 수 있었습니다. 감사드립니다. 이근우 교수님, 세심하게 논문을 수정해야 할 부분과 생각을 나누어 주셔서 감사드립니다. 이덕연 박사님, 실험의 시작부터 마치는 시간까지 실험방법과 해석에 대한 많은 도움을 주셨습니다. 감사드립니다.

낮을 많이 가리는 성격 때문에 많은 시간을 함께 하지 못한 교실 가족들에게는 아쉬움과 함께 고마움을 전합니다. 그리고 실험적인 부분에 많은 도움을 주시고 많은 질문에 답해주신 이상배 선생님에게 감사드립니다.

논문 때문에 바쁘게 보낸 한 사람을 위해서 많은 격려를 해주시고 말없이 옆에서 많은 것들을 대신하셨을 한양여자대학 치위생과 가족들에게도 감사드립니다.

마지막으로 자식을 위해서 많은 기도를 아끼지 않으시고 표현하지 못했을 안타까움으로 같은 시간을 보내신 부모님과 옆에서 건강이 나빠지지 않도록 많은 도움을 준 동생에게 가장 큰 감사와 사랑을 전합니다.

치과생체재료공학교실에서의 지난 시간과 학문적 지식을 얻을 수 있도록 함께 해주신 모든 분들에게 행복이 가득하시길 기도합니다.

2007년 12월

김수화 드림

차 례

그림 차례	iii
표 차례	v
국문요약	vi
I. 서론	1
II. 연구재료 및 방법	5
1. 연구재료	5
2. 연구방법	6
가. 인상재 소독	6
나. 접촉각 측정	7
다. 미세부재현성 평가	9
라. 석고친화성 평가	10
마. 인상재 표면형태 관찰	11
바. 석고모형 표면관찰	12

사. 인상재 표면성분 분석	13
아. 통계분석	14
Ⅲ. 연구결과	15
1. 인상재의 젖음성	15
(1) 소독 전 시간경과에 따른 접촉각	15
(2) 소독 후 시간경과에 따른 접촉각	17
(3) 소독 전과 후의 접촉각 비교	19
2. 인상재 미세부재현성	21
3. 석고친화성	23
4. 인상재 표면	26
5. 석고모형표면	31
6. 인상재 표면성분	35
Ⅳ. 고찰	41
Ⅴ. 결론	47
참고문헌	49
Abstract	53

그 림 차 례

Fig. 1. Specimens of impression materials for contact angle measurement	8
Fig. 2. Equipment for contact angle measurement	8
Fig. 3. Test block for detail reproduction and compatibility with gypsum	9
Fig. 4. Equipment for observation of detail reproduction and compatibility with gypsum	10
Fig. 5. Specimens for compatibility with gypsum	11
Fig. 6. Specimens for SEM observation	12
Fig. 7. Scanning electron microscope	13
Fig. 8. Equipment for surface composition analysis of impression materials	14
Fig. 9. Contact angle of impression materials before disinfection	16
Fig. 10. Contact angle of impression materials after disinfection	18
Fig. 11. Detail reproduction of Fusion	21

Fig. 12. Images of gypsum compatibility	25
Fig. 13. Surface images of impression material specimens in 10 min groups	28
Fig. 14. Surface images of impression material specimens in 24 hrs groups	30
Fig. 15. SEM images of gypsum specimens in 10 min groups	32
Fig. 16. SEM images of gypsum specimens in 24 hrs groups	34
Fig. 17. FT-IR spectroscopy of impression material specimens in 10 min groups	37
Fig. 18. FT-IR spectroscopy of impression material specimens in 24 hrs groups	40

표 차 례

Table 1. Materials used in this study	6
Table 2. Contact angle of impression materials according to the disinfectants	20
Table 3. Detail reproduction of impression materials	22
Table 4. Gypsum compatibility	24

국 문 요 약

소독액이 친수성 탄성고무인상재의 표면특성에 미치는 영향

인상재의 젖음성은 인상채득 시 구강 내 미세한 조직에 인상재가 잘 침투할 수 있도록 하며, 석고모형 제작 시에는 석고현탁액이 인상체의 미세한 부위로 잘 흘러들어갈 수 있도록 하는 인상재의 필수조건이므로 표면처리제를 사용하여 인상재의 젖음성을 증가시켜왔다. 최근에는 친수성이 더욱 개선된 초친수성 인상재가 개발되어 상용되고 있다. 인상재의 젖음성은 소독과정이나 시간 경과에 따라 변화되기도 하기 때문에 정확한 석고모형을 제작하는데 영향을 미칠 수 있다. 따라서 본 연구에서는 현재 임상에서 사용되고 있는 친수성 인상재 Imprint II (3M ESPE, St. Paul, MN, USA), Twinz (BiscoAsia, Seoul, Korea), Perfect-F (Handae Chemical, Jinchun, Korea)와 초친수성 인상재 Fusion (GC, Tokyo, Japan)과 Genie (Sultan, Englewood, NJ, USA)의 소독 전, 후 접촉각을 측정하고, 인상재 젖음성의 변화가 인상재와 석고의 표면특성에 어떤 영향을 미치는지에 대해 실험하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 소독 전 인상재의 접촉각은 초친수성 인상재인 Genie에서 인상채득 후 10분의 접촉각이 24시간 보다 더 크게 나타난 반면 Fusion은 유의한 차이가 나타나지 않았다. 친수성 인상재 군에서는 동일하게 10분 보다 24시간에서 접촉각이 더 크게 나타났다($p < 0.05$).
2. Sodium Hypochlorite로 소독한 실험군에서는 Fusion과 Perfect-F에서 10분보다 24시간에서 접촉각이 더 크게 나타났고 Povidone Iodine으로 소독한 실험군에서는 24시간보다 10분에서 Fusion, Genie, Twinz 인상재의 접촉각이 더 크게 나

타났다($p<0.05$).

3. 10분 실험군에서는 Genie를 제외하고 소독 전보다 소독 후의 접촉각이 더 크게 나타났다. 친수성 인상재 군에서는 Sodium Hypochlorite로 소독한 경우보다 Povidone Iodine으로 소독한 경우 접촉각이 더 크게 증가하였다. Genie는 Sodium Hypochlorite로 소독했을 때 반대로 접촉각이 감소했다($p<0.05$). 24시간 실험군에서는 인상재별로 다양한 결과를 나타냈다.
4. 인상재의 미세부재현성은 Fusion의 경우 소독 전보다 소독 후에 더 낮아졌고, 다른 인상재는 20 μm 미세선을 모두 재현하였다.
5. 석고친화성은 20 μm 미세선에서 Sodium Hypochlorite로 소독한 실험군보다 Povidone Iodine으로 소독한 실험군에서 더 낮은 석고친화성을 보였다.
6. 소독 전, 후 인상재의 표면형태에서는 Sodium Hypochlorite로 소독한 Genie의 경우 인상재 표면에서 많은 기포가 관찰되었고, Imprint II와 Twinz는 소독 전보다 소독 후 인상재의 표면이 더 매끄럽고 부드럽게 변화되었다.
7. 석고모형의 표면 결정은 표면이 매끄럽고 접촉각이 크게 나타난 인상재에서 만들어진 석고모형에서 석고결정들이 비스듬히 기울어져 붕괴된 양상을 보였다.
8. 인상재 표면성분 분석에서는 소독 전, 후와 시간경과에 따른 성분차이가 뚜렷하게 나타나지 않았다.

이상의 결과로 소독액은 인상재의 표면형태에 영향을 주어 소독 후 인상재의 접촉각과 다른 표면특성에 변화를 야기하는 것으로 사료되었다.

핵심되는 말 : 탄성고무인상재, 젖음성, 친수성, 접촉각, 소독

소독액이 친수성 탄성고무인상재의 표면특성에 미치는 영향

<지도교수 김 경 남>

연세대학교 대학원 치의학과

김 수 화

I. 서 론

치과용 인상재는 정확하고 정밀한 보철물을 제작하기 위해 치아의 형태와 치아를 둘러싸고 있는 치주조직을 복제하는 재료이다. 치과에서 사용되는 탄성고무인상재는 화학성분에 따라 폴리설파이드, 축중합형 실리콘, 부가중합형 실리콘, 폴리이썬으로 구분된다(Anusavice, 2003). 고무인상재는 여러 조성들이 화학반응하여 탄성을 가진 고무상태로 변화되는 중합에 의해 경화되는데, 이런 중합반응은 반응 부산물의 형성여부에 따라 축중합과 부가중합반응으로 구분된다(한국치과재료학교수협의회, 2006).

고무인상재의 경우, 초기에는 폴리설파이드가 주를 이루었다가 이후에 축중합형 실리콘 인상재가 개발되었다(Wadhwani 등, 2005). 하지만 두 인상재 모두 축중합반응을 하는 인상재이므로 중합 시 수축이 크게 발생하는 문제점을 가지고 있었다. 현재 가장 널리 이용되고 있는 고무인상재는 부가중합형 실리콘 인상재와

폴리이써 인상재이다. 부가중합형 실리콘 인상재는 우수한 크기안정성, 변형회복력, 미세부재현성을 가지고 있다(Craig 등, 2002).

부가중합형 실리콘 인상재는 반응부산물인 없는 부가중합반응을 하므로 중합수축이 가장 적기 때문에 인레이, 크라운, 브릿지를 제작하는데 많이 사용되고 있다(Kess 등, 2000; Anusavice, 2003; 한국치과재료학교수협의회, 2006). Marcinak 등(1982)은 부가중합형 실리콘 인상재로 인상채득 후 168시간 후에 제작한 석고모형이 인상채득 10분 후에 제작한 석고모형과 유사하게 정밀하다고 보고하였다.

인상채득의 궁극적 목적은 정밀한 최종 보철물을 제작하는 것이다. 구강 내에서 인상채득 시와 인상채득 후 석고주입 시에는 정밀도에 영향을 미치는 여러 가지 요인들이 존재한다. 구강 내 환경적인 요인뿐만 아니라 인상재의 친수성, 탄성회복률, 소독조건 등이 이에 해당된다. 현재 폴리이써 인상재와 부가중합형 실리콘 인상재는 앞서 언급한 인상재의 기본요구 조건을 상당히 만족시키기 때문에 재료선택의 기준을 조작법이나 젖음성에 두고 있다(Lepe 등, 2002).

특히 인상재의 젖음성은 타액이 항상 존재하는 구강 내에서 인상재가 미세한 부위까지 잘 침투할 수 있도록 하고, 석고 주입 시에 기포형성을 감소시켜 더 정확한 석고모형을 제작할 수 있도록 한다고 보고되었다(Chong 등, 1990; Vassilakos 등, 1993). 인상재의 젖음성은 인상재 표면에 대한 액체의 접촉각으로 나타내는데 90° 이상의 접촉각은 소수성을 보이며, 0° 는 표면에 대한 완벽한 젖음성을 나타낸다(Pratten 등, 1990).

Walker 등(2005)은 폴리비닐실록산 인상재의 주요 한계점은 소수성이라고 하였고, 이러한 단점을 보완하기 위하여 제조사는 계면활성제를 혼합하여 친수성 폴리비닐실록산 인상재를 제작하여 판매하고 있다고 하였다. 그의 연구에서는 건조조건과 습윤 조건 하에서 인상재의 미세부재현성을 조사하였는데, 건조한 조건 하에서는 인상재의 100 %가 만족스러운 결과를 보였지만 습윤 조건 하에서는 폴리비닐실록산 인상재의 29 %만이 만족스러운 결과를 보였다.

DeWald 등(1992)은 인상채득 후 소독에 의해서도 인상재의 젖음성이 영향을 받을 수 있고, 석고모형의 기포 수에도 영향을 미친다고 보고하였다. 인상재는 타액과 혈액에 의해 치과진료실과 치과기공실에까지 감염이 전달될 수 있는 위험성

을 가지고 있기 때문에(Ivanovski 등, 1995), 인상체나 석고모형을 소독하여 오염 물질을 제거하고 교차감염의 위험성을 예방해야 한다(Minagi 등, 1990; Lepe 등, 1997; Memarian 등, 2007). 치과 환자들과 치과 종사자들은 혈액이나 타액을 통하여 다양한 미생물에 노출되어 있고, 직접 또는 간접적으로 이들과 접촉하면서 감염이 될 수 있다(CDC, 1993). 소독과정은 혈액이나 타액으로 오염된 인상체에서 석고모형이 만들어지면서 전달되는 감염의 연결고리(chain of infection)(CDC, 1993)를 단절시킴으로서 교차오염을 예방한다. 따라서 인상체의 소독과정은 필수적인 과정이다. 소독방법은 spray와 immersion하는 방법이 있지만 소독용액이 인상체와 트레이의 모든 면에 접촉할 수 있는 가장 좋은 방법은 immersion하는 것이다(Lepe 등, 1997).

소독과정은 교차감염을 위해 반드시 필요한 과정이지만 소독조건과 소독액이 인상체의 특성과 젖음성에 영향을 미친다는 많은 연구가 있다(Pratten 등, 1990; Lepe 등, 1997; Johnson 등 1998; Lepe 등, 2002). Lepe 등(2002)의 연구에서는 30 분 동안 소독 후 인상체의 접촉각이 전반적으로 증가하였고, 인상체가 소독 전보다 더 팽윤되는 결과를 보였는데 부가중합형 실리콘에서보다 폴리이썬에서 더 큰 팽윤현상을 나타냈다. 소독액의 종류에 따라서도 인상체의 젖음성에 미치는 영향이 다르게 보고되었는데, Milward 등(2001)은 어떤 종류의 소독액은 젖음성에 영향을 미치지 않지만, 접촉각을 감소시키는 소독액도 있다고 하였다. Pratten 등(1990)은 소독 후 폴리설파이드의 젖음성은 증가하였지만, 친수성 부가중합형 실리콘의 젖음성은 감소시켰고 폴리이썬은 소독용액의 종류에 따라 다른 결과를 보고하면서, 인상재 소독용액은 인상재의 크기변화를 야기할 뿐만 아니라, 인상재의 표면 거칠기와 표면의 화학성분을 변화시킬 수 있다고 하였다. 또한 소독액은 모든 인상재에 같은 경향을 미치지 않으며, 종류에 따라 부정적인 영향을 미칠 수도 있지만, 몇몇 인상재의 경우는 그 특성을 개선시킬 수도 있다고 보고하였다.

위 연구들로 보아 인상재의 소독과정은 인상재의 친수성을 변화시키고, 이런 인상재 젖음성의 변화는 인상체와 석고모형의 표면특성에 영향을 미칠 것으로 사료된다.

현재 사용되고 있는 부가중합형 실리콘 인상재는 대부분 친수성 인상재이고

최근에는 제조사가 초친수성 인상재라고 주장하는 친수성이 더욱 개선된 인상재가 개발되어 시판되고 있다. 본 연구에서는 현재 시판되고 있는 2 종류의 초친수성 인상재와 3 종류의 친수성 인상재의 소독 전, 후에 따른 접촉각을 측정하고 이러한 인상재 젖음성의 변화가 인상재와 석고의 표면특성에 미치는 영향과 임상응용 가능성을 관찰하기 위하여 미세부재현성, 석고친화성, 인상재 표면형태와 석고 표면 관찰, 인상재 표면성분 분석을 시행하였다.

II. 연구재료 및 방법

1. 연구재료

본 연구에서는 초친수성 인상재로 Fusion(GC, Tokyo, Japan)과 Genie(Sultan, Englewood, NJ, USA), 친수성 인상재로 Imprint II(3M ESPE, St. Paul, MN, USA), Twinz(BiscoAsia, Seoul, Korea), Perfect-F(Handae Chemical, Jinchun, Korea)를 사용하였으며, 인상재 점도는 모두 저점도(low viscosity)로 통일하였다. 소독액은 6 % Sodium Hypochlorite(Duksan, Ansan, Korea)와 10 % Povidone Iodine(Sungkwang, Bucheon, Korea)을 사용하였다(Anusavice, 2003). 석고모형재는 MG Crystal Rock(Maruishi Gypsum, Osaka, Japan)을 사용하여 시편을 제작하였다(Table 1). 본 실험에 사용된 인상재는 모두 제조사의 지시에 따라 자동혼합기를 이용하여 혼합하였다.

실험에 사용된 인상재의 성분으로 Fusion은 Vinyldimethylpolysiloxane과 Polyether compound가 포함되어 있고, Genie는 Vinyl polysiloxane, Imprint II는 Vinyl polydimethylsiloxane과 Quartz silica, Twinz는 Polyvinylsiloxane과 Polyvinylsiloxane crosslinker, Perfect-F는 Vinyldimethylpolysiloxane, Silicone dioxide 등으로 각 재료의 MSDS(Material Safety Data Sheet)에 제시되어 있다.

Table 1. Materials used in this study

Materials	Classification	Products	Manufacturer	Lot Number
Impression materials	Improved hydrophilic	Fusion	GC, Tokyo, Japan	0512221
		Genie	Sultan, Englewood, NJ, U.S.A.	040725209
	Hydrophilic	Imprint II	3M ESPE, St.Paul, U.S.A	51LP1A1
		Twinz	BiscoAsia, Seoul, Korea	BA05000239
		Perfect-F	Handae Chem., Jinchun, Korea	CL0080601
Disinfectants		6% Sodium Hypochlorite	Duksan, Ansan, Korea	A606221
		10% Povidone Iodine	Sungkwang, Bucheon, Korea	0691133
Gypsum		MG Crystal Rock	Maruishi, Osaka, Japan	811204

2. 연구방법

가. 인상재 소독

각 실험에 필요한 인상재 시편을 35 ± 1 °C의 수조에 넣어 제조사가 지시하는 시간 동안 경화시키고, 경화된 후 흐르는 물에 30초 동안 세척하고 압축공기로 15초 동안 건조시켰다. 6 % Sodium Hypochlorite는 0.6 %로, 10 % Povidone Iodine은 0.1 %로 증류수를 사용하여 희석하였고, 인상재 시편을 각 소독용액에 30분 동안 immersion하여 소독하였다. 소독 후에는 시편을 흐르는 물로 30초 동안 세척하고 압축공기로 15초 동안 건조시킨 후 각 실험을 시행하였다.

나. 접촉각 측정

시편을 제작하기 위하여 유리판 위에 polyethylene 필름을 올려놓고, 지름 20 mm, 두께 2 mm 원형 금속 몰드를 위치시켰다. 몰드에 인상재를 주입하고, polyethylene 필름으로 덮은 후 같은 크기의 유리판을 올려놓아 표면을 평평하게 만들었다. 인상재를 경화시키기 위해 35 ± 1 °C의 수조에 넣어 제조사가 지시하는 경화시간 동안 유지한 다음, 꺼내어 시편을 분리하였다(Figure 1). 경화된 시편을 흐르는 물로 30초 동안 세척하고 압축공기로 15초 동안 건조시켰다.

소독 전 접촉각은 시편 건조 후 10분과 24시간에 측정하였는데, 이 시간은 인상채득 후 석고주입 시간을 의미한다. 10분은 인상채득 후 즉시 석고를 주입한 시간을 의미하며, 24시간은 석고주입이 지연된 시간을 나타낸다. 부가중합형 실리콘 인상재는 24시간 후의 크기안정성이 가장 우수한 인상재이므로 24시간을 석고주입 지연시간으로 하였다(Powers 등, 2006).

소독 후 접촉각은 인상재 시편을 Sodium Hypochlorite와 Povidone Iodine에 immersion하여 소독한 다음 같은 방법으로 흐르는 물로 세척하고 압축공기로 건조시킨 후 10분과 24시간에 측정하였다. 제작한 시편은 실내온도에서 보관하였다.

인상재 표면과 액체의 접촉각은 Contact Angle Analyzer(Phoenix 300, SEO Co., Suwon, Korea)로 측정하였고, wetting liquid로 증류수를 사용하였다(Figure 2). 접촉각 측정 물방울의 양은 $10 \mu\text{l}$ 로 하였고, 인상재 표면에 물방울을 떨어뜨린 후 30초에 측정하였다. 본 실험 전 예비실험을 통하여 물방울을 떨어뜨린 후 인상재의 접촉각이 감소하는 정도가 작아지는 시간이 약 30초로 나타나 이 시간을 접촉각 측정시간으로 하였다. 각 실험군당 5개 시편의 접촉각을 측정하여 평균값을 구하였다.



Figure 1. Specimens of impression materials for contact angle measurement.



Figure 2. Equipment for contact angle measurement (Phoenix 300, SEO Co., Suwon, Korea).

다. 미세부재현성 평가

ISO 4823:2000에서 규정하는 시험블록(test block)을 이용하여 시편을 제작하였고(Figure 3), 35 ± 1 °C 수조에 넣어 제조사에서 지시하는 경화시간 동안 경화시켰다. 각 인상재별로 소독 전 그룹과 두 가지 소독액으로 각각 소독한 그룹의 시편을 관찰하였다. 각 실험군당 5개 시편씩 시험하였다.

인상재 미세부재현성을 평가하기 위하여 Leica Stereomicroscope(Leica MZ16 FA, Wetzlar, Germany)을 사용하였고 시편을 10배 확대하여 시험블록의 미세선을 관찰하였다(Figure 4).

실험군별로 인상재 미세부재현성의 비교를 용이하게 하기 위하여 시험블록의 미세선이 재현된 상태를 4등급으로 구분하였다. 1점은 선을 재현하지 못한 경우, 2점은 불연속적으로 선을 재현한 경우, 3점은 선을 재현하지만 선명하지 않은 경우, 4점은 정확히 선명하게 선을 재현한 경우를 나타낸다.

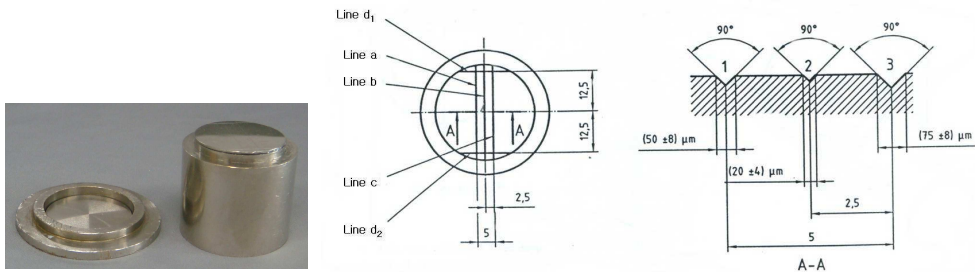


Figure 3. Test block for detail reproduction and compatibility with gypsum.



Figure 4. Equipment for observation of detail reproduction and compatibility with gypsum (Leica MZ16 FA, Wetzlar, Germany).

라. 석고친화성 평가

인상재 미세부재현성 평가에서 사용된 시험블록과 동일한 방법으로 인상을 채득하고 소독 전과 후에 각각 석고를 주입하였다.

초경석고(MG Crystal Rock)는 제조사의 지시대로 혼수비를 분말 100 g당 물 24 ml의 비율로 진공혼합기를 사용하여 60초 동안 혼합하였다.

Leica Stereomicroscope를 이용하여 석고친화성을 평가하였고, x10 배율로 석고 시편을 관찰하였다.

인상재 소독 전 그룹에서는 인상재 경화 후 10분, 24시간에 각각 석고를 주입하여 석고시편을 준비하였고, 인상재를 소독한 그룹에서는 소독 후 각각 10분, 24시간에 석고를 주입하여 시편을 만든 다음 석고친화성을 관찰하였다. 각 실험군당 5개씩 시편을 평가하였다(Figure 5).

석고친화성의 평가 등급은 인상재 미세부재현성에서와 같이 미세선의 재현 정

도에 따라 4등급으로 구분하였다. 1점은 선을 재현하지 못한 경우, 2점은 불연속적으로 선을 재현한 경우, 3점은 선을 재현하지만 선명하지 않은 경우, 4점은 정확히 선명하게 선을 재현한 경우를 나타낸다.



Figure 5. Specimens for compatibility with gypsum.

마. 인상재 표면형태 관찰

소독 전과 후에 인상재 표면 접촉각이 변화되는 원인을 알아보기 위하여 인상재 표면을 Field Emission Scanning Electron Microscope(JEOL JSM-6700F, Tokyo, Japan)으로 x1000 배율로 관찰하였다.

미세부재현성에 사용된 시험블록을 사용하여 미세부재현성 실험에서와 같은 방법으로 시편을 제작하고 20 μm 미세선과 인상재 표면을 관찰하였다. 인상재의 소독과정과 세척방법은 위 실험에서와 같은 방법으로 하였다.

바. 석고모형 표면관찰

소독 전, 후 인상재의 표면변화가 석고모형 표면에 어떤 변화를 야기시키는지 관찰하기 위하여 지름 6 mm 원형블록의 인상을 채득하여 35 ± 1 °C 수조에서 제조사의 권장시간대로 경화시킨 다음 석고시편을 제작하였다(Figure 6). 인상재 소독 전 그룹에서는 인상재 경화 후 10분과 24시간에 석고 시편을 제작하였고, 소독 실험군에서는 소독 후 10분과 24시간에 석고시편을 제작하였다. 시편의 세척과 건조는 앞의 실험에서와 동일하게 흐르는 물로 30초 동안 세척하고 압축공기로 15초 동안 건조시켰다. 석고는 제조사가 지시하는 혼수비를 맞추어 진공혼합기로 혼합하였다. 석고모형 시편의 표면을 Scanning Electron Microscope(JEOL JSM-840A, Tokyo, Japan)으로 x500 배율 하에서 관찰하였다(Figure 7).



Figure 6. Specimens for SEM observation.



Figure 7. Scanning electron microscope (JEOL JSM-840A, Tokyo, Japan).

사. 인상재 표면성분 분석

인상재의 표면성분이 젖음성에 영향을 미치는지 알아보기 위하여 소독 전, 후와 시간경과(10분, 24시간)에 따라 인상재 표면의 성분에 차이가 있는지를 분석하였다. 표면성분 분석을 위한 시편은 인상재 접착각 측정 시 제작하였던 시편과 동일한 방법으로 준비하였고, 시편을 압축하여 IR(infrared)을 투과하는 방법으로 FT-IR(NICOLET 6700, Thermo Fisher Scientific, Waltham, MA, U.S.A.) 분석을 시행하였다(Figure 8).



Figure 8. Equipment for surface composition analysis of impression materials
(NICOLET 6700, Thermo Fisher Scientific, Waltham, MA, U.S.A.).

아. 통계분석

본 실험에서 수집된 데이터는 SPSSWIN 14.0 통계프로그램을 이용하여 분석하였다. 집측각의 평균과 표준편차는 기술통계로 산출하였다. 인상재별 10분과 24시간 사이의 차이는 t-test를 이용하였고, 소독조건별 유의성은 one-way ANOVA를 이용하여 분석하였다. 사후검정(Multiple comparison)은 Duncan법을 사용하였고, 95 % 신뢰도 구간에서 유의성을 검정하였다.

Ⅲ. 연구결과

1. 인상재의 젓음성

(1) 소독 전 시간경과에 따른 접촉각

소독 전 인상재의 접촉각은 10분 실험군에서는 Fusion, ImprintⅡ, Perfect-F, Genie, Twinz 순으로 Fusion이 가장 작게, Twinz가 가장 크게 나타났고, 24시간 실험군에서는 Fusion, ImprintⅡ, Genie, Perfect-F, Twinz 순으로 Fusion의 접촉각이 가장 작게 나타났다(Figure 9). 친수성 인상재(ImprintⅡ, Twinz, Perfect-F)는 24시간 후에 측정한 접촉각이 10분 후에 측정한 접촉각보다 유의하게 더 크게 변화하였다($p<0.05$). 특히 Twinz와 Perfect-F의 접촉각은 10° 이상으로 24시간에서의 접촉각이 10분에서 보다 더 크게 나타났다. Fusion은 시간에 따른 접촉각의 변화가 유의하게 나타나지 않았고($p>0.05$), Genie는 다른 인상재와 반대로 10분에서 보다 24시간에서 접촉각이 더 낮게 나타났다($p<0.05$).

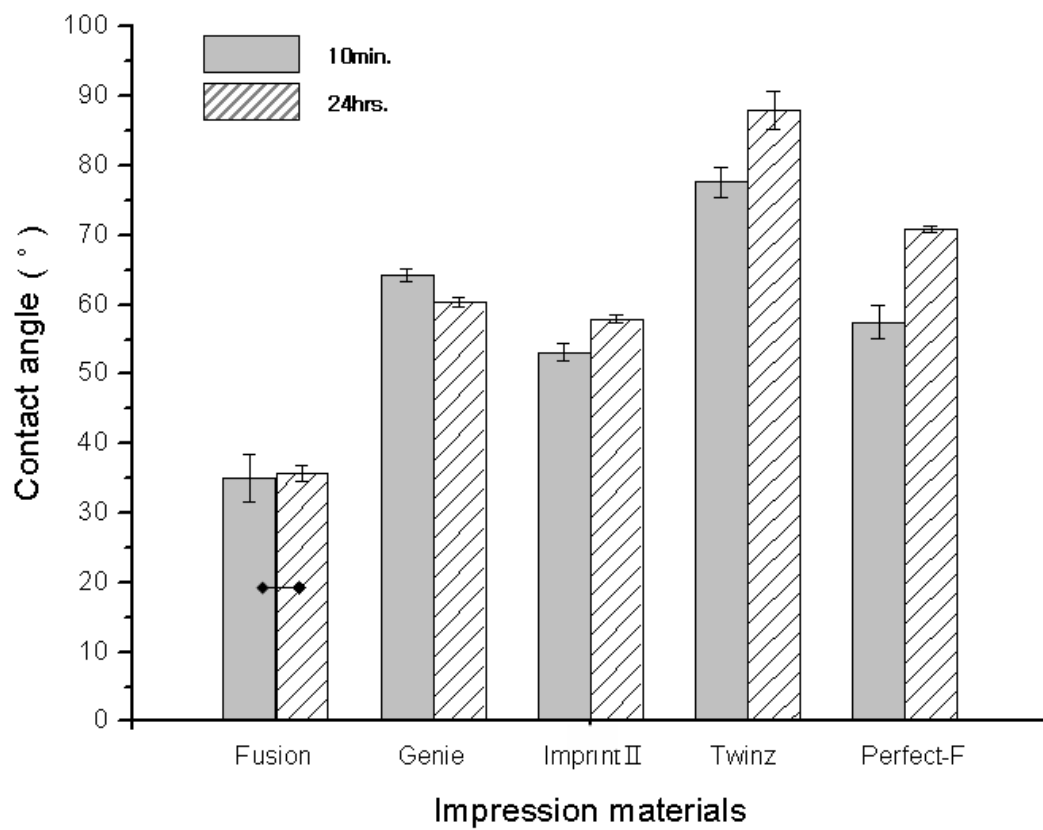


Figure 9. Contact angle of impression materials before disinfection($p < 0.05$).
Horizontal line in graph means no significant difference($p > 0.05$).

(2) 소독 후 시간경과에 따른 접촉각

Sodium Hypochlorite로 소독 한 경우, Fusion의 접촉각이 가장 낮게, Twinz의 접촉각이 가장 크게 나타났다(Figure 10). 10분과 24시간 그룹 간에는 Fusion과 Perfect-F에서만 유의한 차이를 보였다($p < 0.05$). 두 인상재 모두 24시간에 측정한 접촉각이 10분에서의 접촉각보다 더 크게 나타났고, Perfect-F는 10° 정도의 큰 차이를 보였다.

Povidone Iodine으로 소독 한 경우에도 Fusion에서 가장 낮은 접촉각을, Twinz에서 가장 큰 접촉각을 보였다. 하지만 시간별 실험군 간에는 Sodium Hypochlorite와는 다른 결과를 보였다. Fusion, Genie, Twinz는 10분 실험군보다 24시간 실험군에서 반대로 더 작은 접촉각을 나타냈다($p < 0.05$).

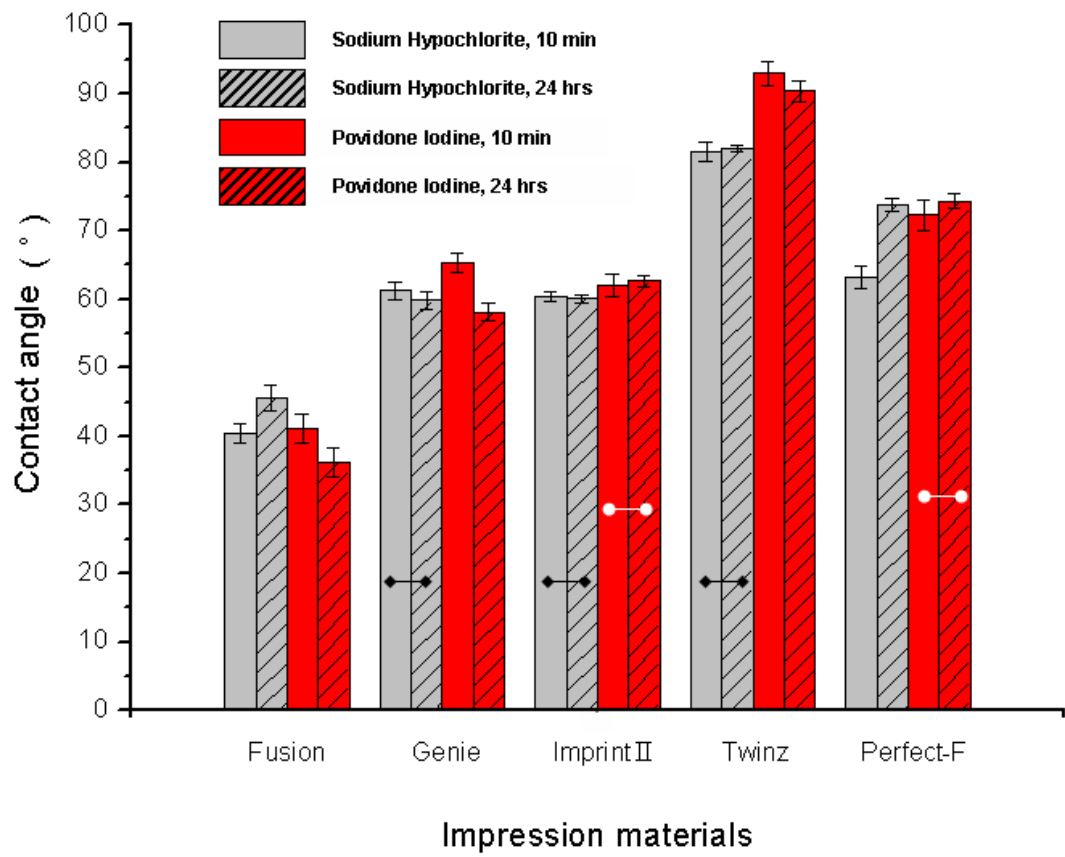


Figure 10. Contact angle of impression materials after disinfection($p < 0.05$).

Horizontal lines in graph mean no significant difference($p > 0.05$).

(3) 소독 전과 후의 접촉각 비교

10분 실험군에서, Fusion과 친수성 인상재 그룹(Imprint II, Twinz, Perfect-F)은 소독 후 접촉각이 소독 전보다 증가했다(Table 2). Fusion의 경우는 소독 후 접촉각이 소독 전보다 증가했으나 소독용액에 따른 차이는 보이지 않았다. 친수성 인상재 그룹의 경우에는 Sodium Hypochlorite로 소독한 경우보다 Povidone Iodine으로 소독한 경우에 더 접촉각이 증가했다($p < 0.05$). Genie는 Sodium Hypochlorite로 소독한 경우 접촉각이 소독 전보다 더 낮아졌고($p < 0.05$), Povidone Iodine으로 소독한 후에는 소독 전과 접촉각의 차이가 나타나지 않았다($p > 0.05$).

24시간 그룹에서는 인상재별로 다양한 결과를 보였다. Sodium Hypochlorite로 소독한 경우 Fusion, Imprint II, Perfect-F는 접촉각이 소독 전보다 더 커졌고, Twinz의 경우 소독 전보다 접촉각이 더 작게 나타났다($p < 0.05$). Povidone Iodine으로 소독한 경우는 Imprint II와 Perfect-F에서만 유의하게 소독 전보다 접촉각이 더 크게 나타났고 Genie는 소독 전보다 접촉각이 낮아졌다($p < 0.05$). Genie와 Perfect-F는 소독용액에 따른 접촉각의 차이가 나타나지 않았다.

Table 2. Contact angle of impression materials according to disinfectants

Impression Materials	10 min. (Mean±SD)			24 hrs. (Mean±SD)		
	None	Sodium Hypochlorite	Povidone Iodine	None	Sodium Hypochlorite	Povidone Iodine
Fusion	34.9±3.5 ^a	40.5±1.4 ^b	41.1±2.2 ^b	35.7±1.2 ^A	45.7±1.9 ^B	36.3±2.1 ^A
Genie	64.2±0.9 ^b	61.3±1.3 ^a	65.3±1.4 ^b	60.4±0.7 ^B	59.9±1.2 ^{A,B}	58.2±1.4 ^A
Imprint II	53.2±1.2 ^a	60.5±0.7 ^b	62.1±1.7 ^c	57.9±0.6 ^A	60.1±0.6 ^B	62.7±0.9 ^C
Twinz	77.6±2.1 ^a	81.6±1.4 ^b	92.9±1.7 ^c	87.9±2.8 ^B	82.0±0.5 ^A	90.4±1.5 ^B
Perfect-F	57.5±2.4 ^a	63.2±1.7 ^b	72.2±2.3 ^c	70.9±0.5 ^A	73.7±0.9 ^B	74.3±1.1 ^B

^{a, b, c} Same superscripts in the same row mean there is no significant difference in 10 min group (p>0.05).

^{A, B, C} Same superscripts in the same row mean there is no significant difference in 24 hrs group (p>0.05).

2. 인상재 미세부재현성

인상재의 소독조건에 따른 미세부재현성에는 큰 차이가 없었다(Table 3). Fusion을 제외한 인상재 그룹은 소독 전과 후 모두 20 μm 미세선을 명확히 재현하였다. 하지만 Fusion의 경우 20 μm 선을 재현하는데 다른 인상재 그룹과 차이를 보였다. 소독 전보다 소독 후 인상재의 미세부재현성이 더 낮게 나타났는데, 소독 후에 20 μm 두께의 선을 선명하지 않게 재현한 경우가 각 2개, 불연속적으로 재현한 경우가 각각 3개였다.

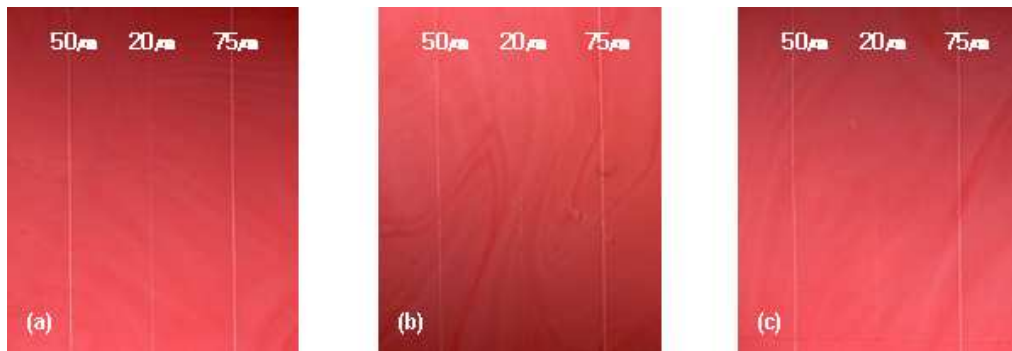


Figure 11. Detail reproduction of Fusion; (a) non-disinfection, (b) disinfection with povidone iodine, and (c) disinfection with sodium hypochlorite. (b) and (c) showed discontinuous lines of 20 μm .

Table 3. Detail reproduction of impression materials

Impression Materials	Classification	75 μ m				50 μ m				20 μ m			
		4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1
Fusion	None	5	0	0	0	5	0	0	0	4	0	1	0
	Povidone Iodine	5	0	0	0	5	0	0	0	0	2	3	0
	Sodium Hypochlorite	5	0	0	0	5	0	0	0	0	2	3	0
Genie	None	5	0	0	0	5	0	0	0	5	0	0	0
	Povidone Iodine	5	0	0	0	5	0	0	0	5	0	0	0
	Sodium Hypochlorite	5	0	0	0	5	0	0	0	5	0	0	0
Imprint II	None	5	0	0	0	5	0	0	0	5	0	0	0
	Povidone Iodine	5	0	0	0	5	0	0	0	5	0	0	0
	Sodium Hypochlorite	5	0	0	0	5	0	0	0	5	0	0	0
Twinz	None	5	0	0	0	5	0	0	0	5	0	0	0
	Povidone Iodine	5	0	0	0	5	0	0	0	5	0	0	0
	Sodium Hypochlorite	5	0	0	0	5	0	0	0	5	0	0	0
Perfect-F	None	5	0	0	0	5	0	0	0	5	0	0	0
	Povidone Iodine	5	0	0	0	5	0	0	0	5	0	0	0
	Sodium Hypochlorite	5	0	0	0	5	0	0	0	5	0	0	0

3. 석고친화성

인상재와 석고의 친화성 시험의 경우, 75 μm 와 50 μm 선에서는 모든 실험군에서 같은 결과를 보였지만, 20 μm 선을 재현하는데는 차이가 있었다. 인상재 그룹별로 소독 전과 소독 후에 석고친화성의 일정한 변화는 보이지 않았다. 하지만, 소독 용액에 대한 차이는 나타났는데, Sodium Hypochlorite로 소독한 경우가, Povidone Iodine으로 소독한 경우보다 20 μm 선을 더 많이 재현하였다(Table 4). 시간경과에 대한 석고친화성의 차이는 인상재별로 다른 결과를 보였다.

Table 4. Gypsum compatibility

Impression materials	Classification	75 μm				50 μm				20 μm			
		4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1
Fusion	Non-disinfection 10min.	5	0	0	0	5	0	0	0	1	2	2	0
	Non-disinfection 24hrs.	5	0	0	0	5	0	0	0	0	1	4	0
	Povidone Iodine 10min.	5	0	0	0	5	0	0	0	0	1	3	1
	Povidone Iodine 24hrs.	5	0	0	0	5	0	0	0	0	2	3	0
	Sodium Hypochlorite 10min.	5	0	0	0	5	0	0	0	0	5	0	0
	Sodium Hypochlorite 24hrs.	5	0	0	0	5	0	0	0	0	3	2	0
Genie	Non-disinfection 10min.	5	0	0	0	5	0	0	0	0	3	1	1
	Non-disinfection 24hrs.	5	0	0	0	5	0	0	0	0	3	1	1
	Povidone Iodine 10min.	5	0	0	0	5	0	0	0	0	1	4	0
	Povidone Iodine 24hrs.	5	0	0	0	5	0	0	0	1	1	2	1
	Sodium Hypochlorite 10min.	5	0	0	0	5	0	0	0	0	4	0	1
	Sodium Hypochlorite 24hrs.	5	0	0	0	5	0	0	0	1	3	1	0
Imprint II	Non-disinfection 10min.	5	0	0	0	5	0	0	0	0	5	0	0
	Non-disinfection 24hrs.	5	0	0	0	5	0	0	0	1	4	0	0
	Povidone Iodine 10min.	5	0	0	0	5	0	0	0	0	3	2	0
	Povidone Iodine 24hrs.	5	0	0	0	5	0	0	0	0	3	2	0
	Sodium Hypochlorite 10min.	5	0	0	0	5	0	0	0	1	3	1	0
	Sodium Hypochlorite 24hrs.	5	0	0	0	5	0	0	0	2	3	0	0
Twinz	Non-disinfection 10min.	5	0	0	0	5	0	0	0	0	4	1	0
	Non-disinfection 24hrs.	5	0	0	0	5	0	0	0	0	4	1	0
	Povidone Iodine 10min.	5	0	0	0	5	0	0	0	1	3	1	0
	Povidone Iodine 24hrs.	5	0	0	0	5	0	0	0	1	4	0	0
	Sodium Hypochlorite 10min.	5	0	0	0	5	0	0	0	0	5	0	0
	Sodium Hypochlorite 24hrs.	5	0	0	0	5	0	0	0	1	4	0	0
Perfect-F	Non-disinfection 10min.	5	0	0	0	5	0	0	0	0	2	3	0
	Non-disinfection 24hrs.	5	0	0	0	5	0	0	0	0	5	0	0
	Povidone Iodine 10min.	5	0	0	0	5	0	0	0	0	4	1	0
	Povidone Iodine 24hrs.	5	0	0	0	5	0	0	0	0	5	0	0
	Sodium Hypochlorite 10min.	5	0	0	0	5	0	0	0	2	3	0	0
	Sodium Hypochlorite 24hrs.	5	0	0	0	5	0	0	0	0	5	0	0

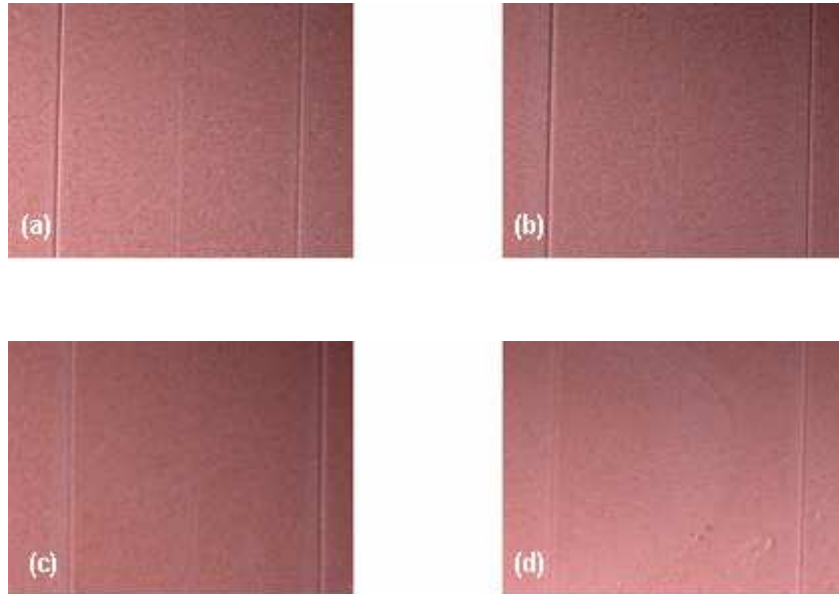


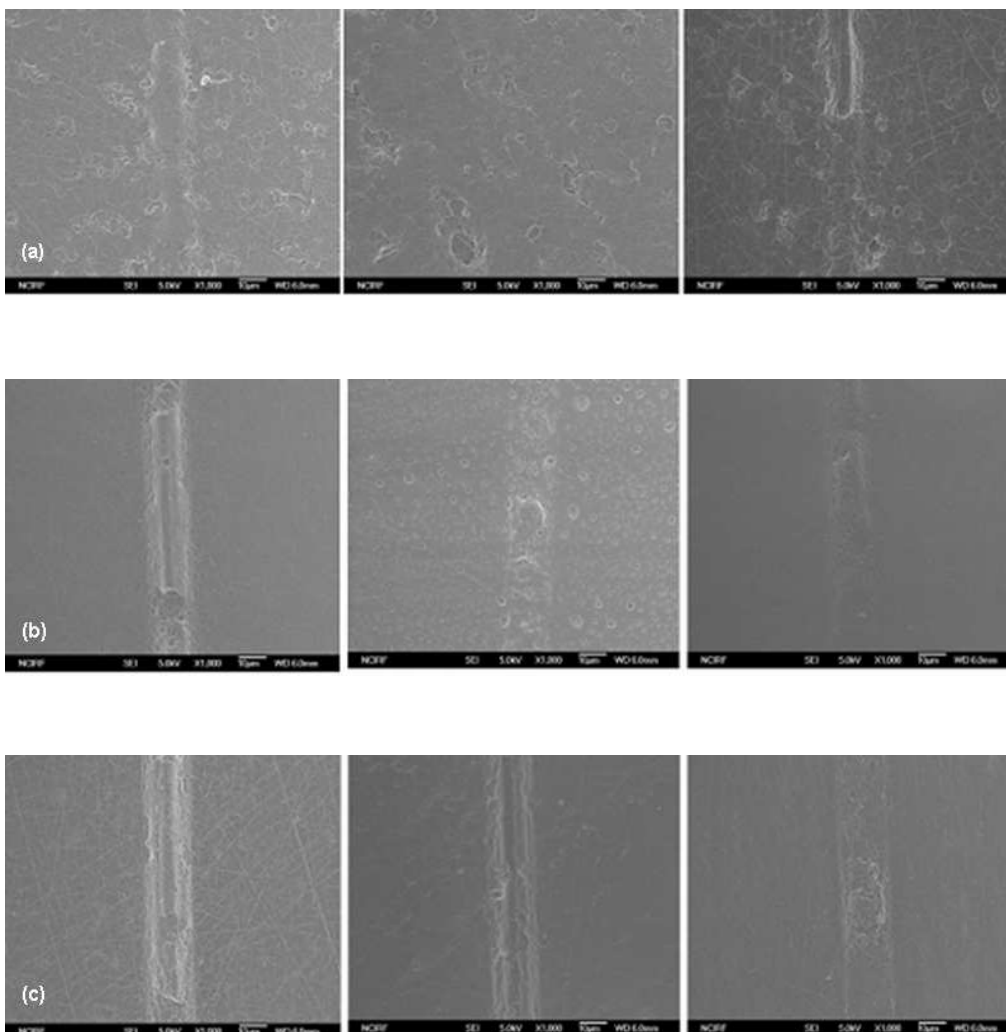
Figure 12. Images of gypsum compatibility; reproduction of $20\ \mu\text{m}$;
(a) clear reproduction: 4 point, (b) unclear reproduction: 3
point, (c) discontinuous reproduction: 2 point, and (d) none-
reproduction: 1 point.

4. 인상재 표면

소독 전과 후, 인상재 접촉각이 변화되는 원인을 알아보기 위하여 소독 전, 후의 인상재 표면을 FE-SEM을 이용하여 관찰하였다(Figure 13, 14). FE-SEM 사진 가운데 보이는 선은 미세부재현성 시험블록의 20 μm 미세선이다.

10분 실험군에서 Genie의 경우 소독 전과 Povidone Iodine으로 소독한 경우 인상재 표면에는 뚜렷한 차이가 보이지 않았으나 Sodium Hypochlorite로 소독한 후에는 인상재 표면에 많은 void가 관찰되었다. ImprintII와 Twinz의 경우는 유사한 경향을 보였는데, 소독 전 인상재 표면은 굴곡이 많고 뚜렷하게 나타났으나, 소독 후 인상재 표면은 굴곡이 부드럽게 완화되었고 표면이 소독 전보다 더 매끄럽게 관찰되었다. 그리고 Sodium Hypochlorite로 소독한 경우보다 Povidone Iodine으로 소독한 경우 표면이 더 매끄럽게 나타났다. Fusion과 Perfect-F 표면에서는 소독 전과 후에 뚜렷한 차이가 관찰되지 않았다.

24시간 실험군에서는 인상재 표면의 차이가 뚜렷하게 관찰되지 않았다.



(continued)

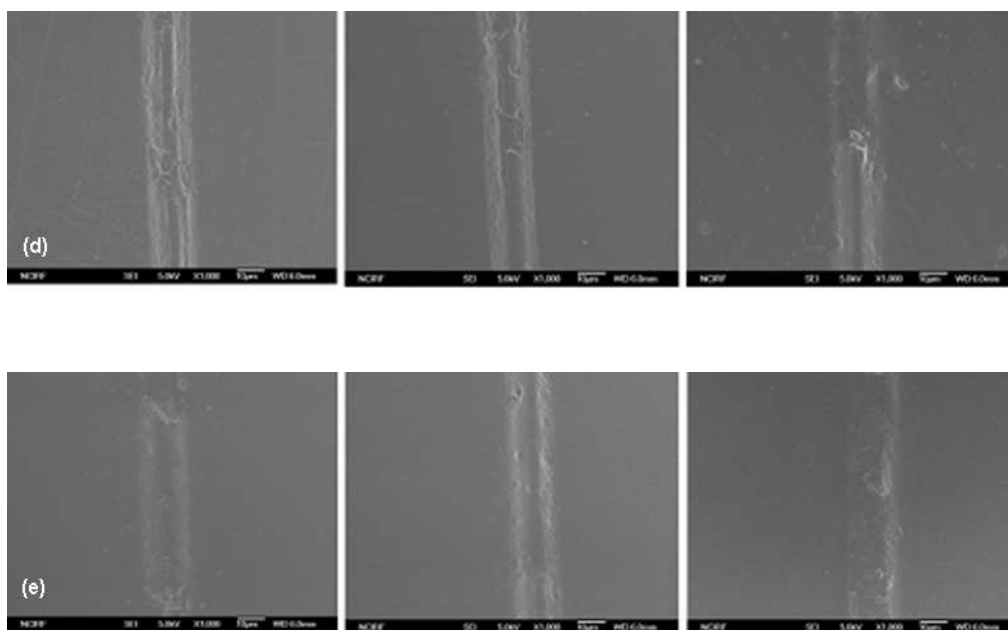
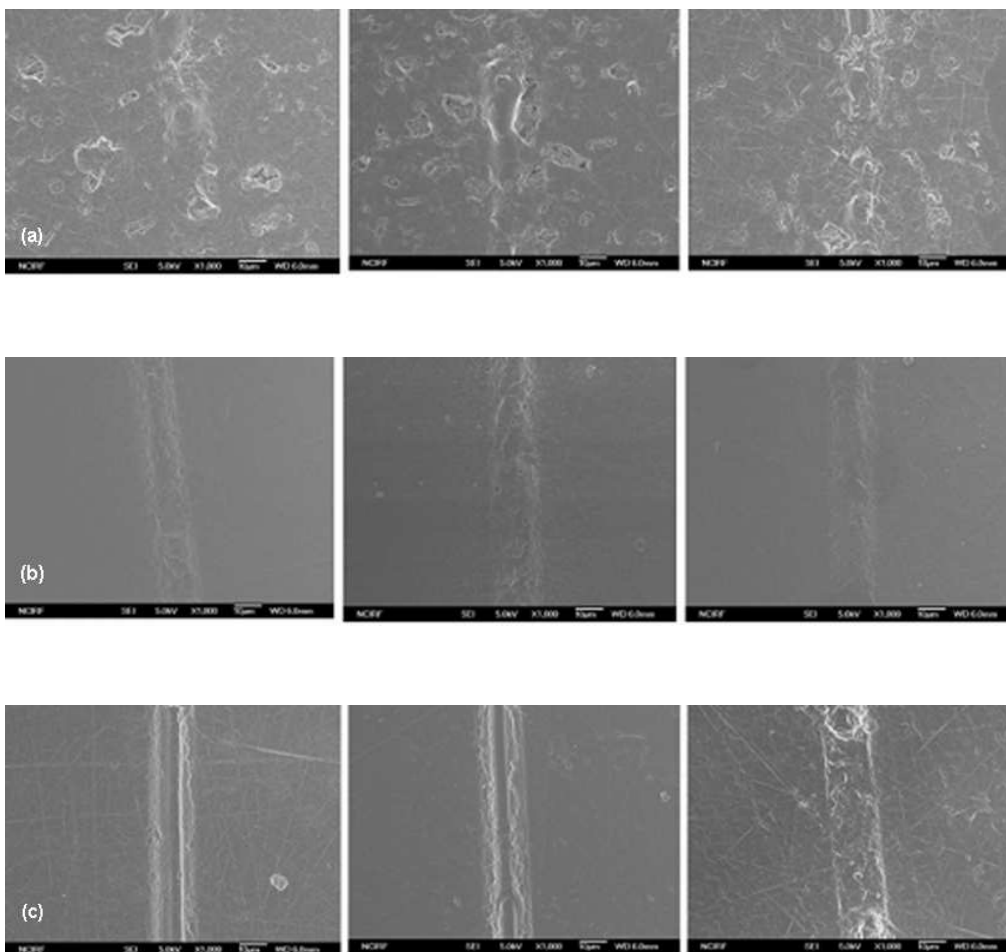


Figure 13. Surface images of impression material specimens in 10 min group.
Non-disinfection, Sodium Hypochlorite, Povidone Iodine disinfection
from left to right; (a) Fusion, (b) Genie, (c) Imprint II, (d) Twinz
and (e) Perfect-F.



(continued)

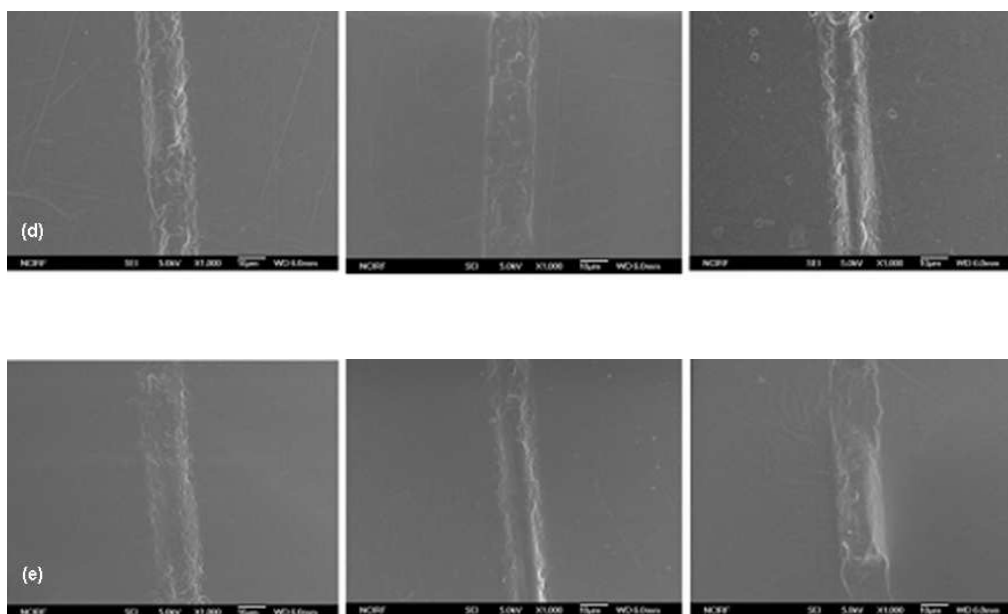


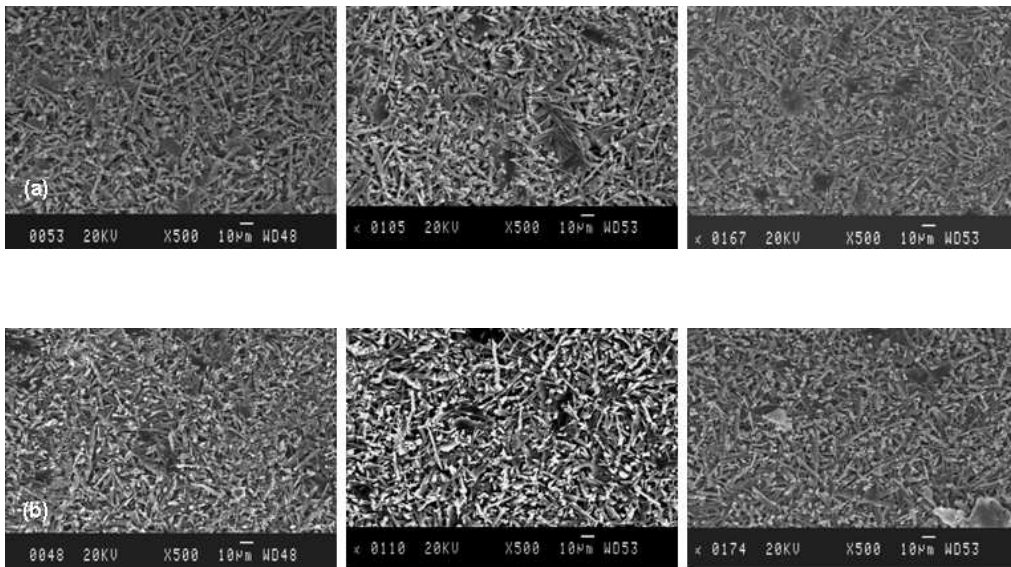
Figure 14. Surface images of impression material specimens in 24 hrs group.

Non-disinfection, Sodium Hypochlorite, Povidone Iodine disinfection
from left to right: (a) Fusion, (b) Genie, (c) ImprintII, (d) Twinz
and (e) Perfect-F.

5. 석고모형 표면

소독 전과 후, 인상재의 표면변화가 석고모형의 표면에 어떤 영향을 미쳤는지 알아보기 위하여 인상채 소독 전, 후에 석고를 주입하고 석고모형을 제작하여 그 표면을 SEM으로 관찰하였다(Figure 15, 16).

굴곡이 많고 뚜렷하게 나타난 인상재에서 만들어진 석고표면의 결정들은 위를 향해 서 있는 구조를 나타냈다. 하지만 Genie, Twinz, Perfect-F에서 표면이 매끄럽고 부드럽게 관찰된 인상재에서 만들어진 석고표면의 석고결정들은 옆으로 기울어져 붕괴된 양상을 보이며 다른 석고표면보다 평평해진 면을 보였다. 24시간 그룹에서는 소독 전과 후의 차이가 뚜렷하게 관찰되지 않았다.



(continued)

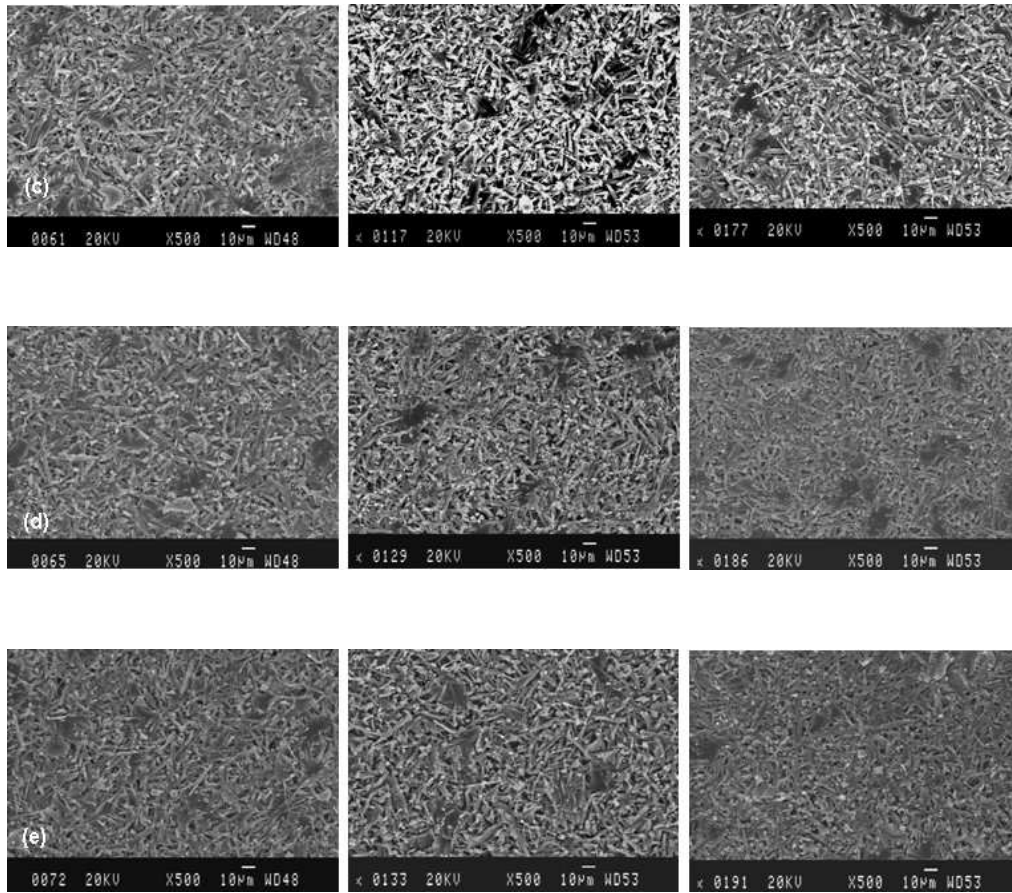
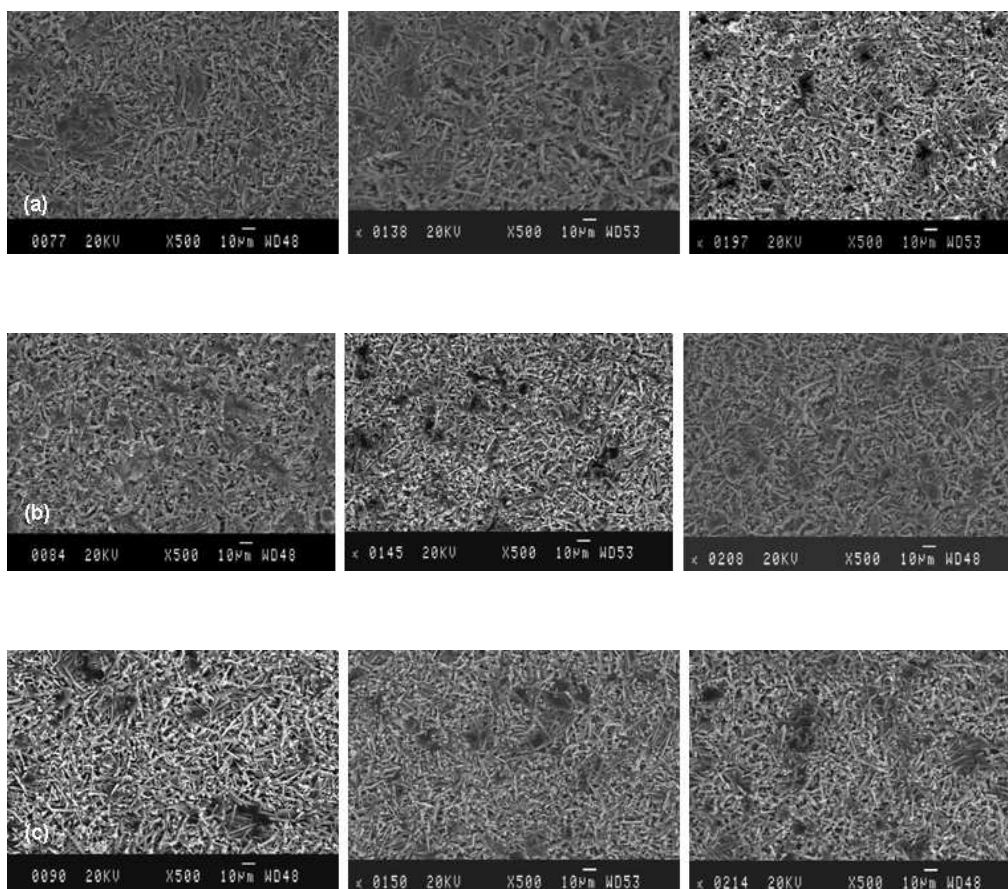


Figure 15. SEM images of gypsum specimens in 10 min groups.

Non-disinfection, Sodium Hypochlorite, Povidone Iodine disinfection from left to right; (a) Fusion, (b) Genie, (c) Imprint II, (d) Twinz and (e) Perfect-F.



(continued)

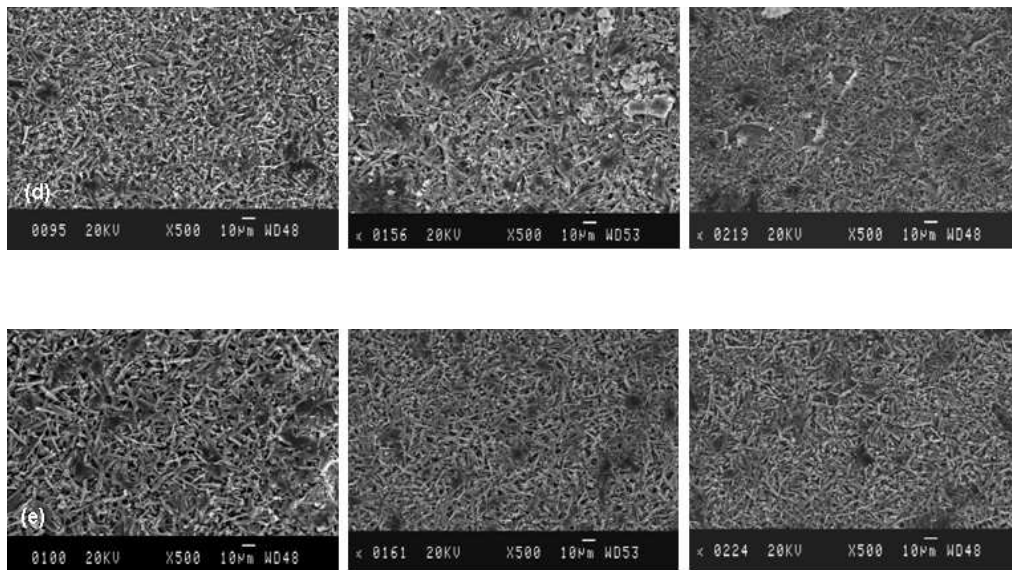
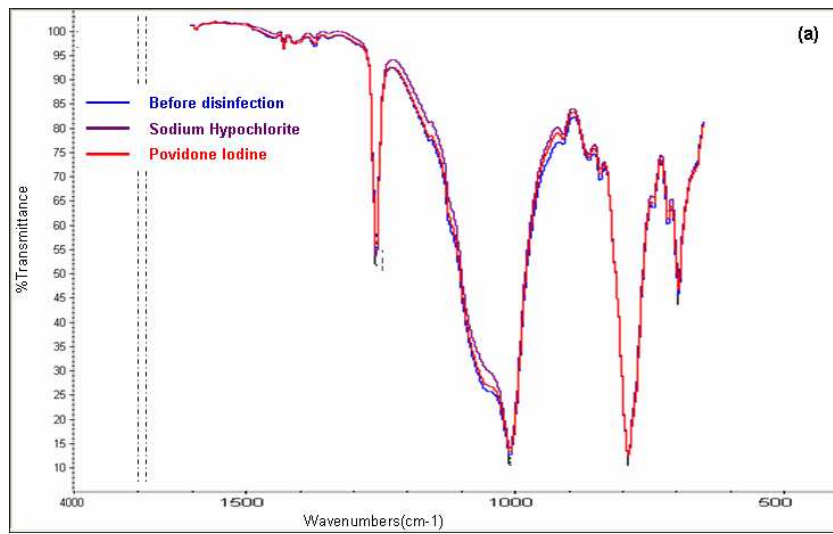


Figure 16. SEM images of gypsum specimens in 24 hrs groups.

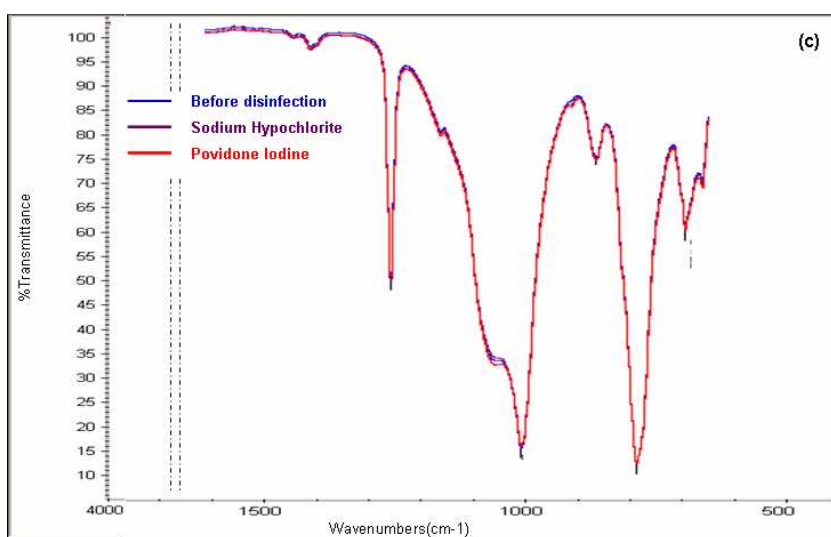
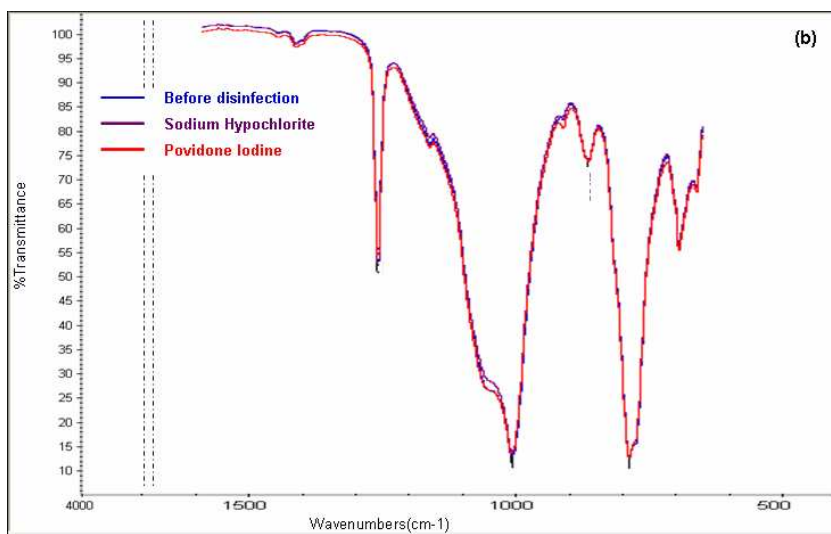
Non-disinfection, Sodium Hypochlorite, Povidone Iodine disinfection
from left to right: (a) Fusion, (b) Genie, (c) Imprint II, (d) Twinz
and (e) Perfect-F.

6. 인상재 표면성분

소독 전과 후 인상재의 표면성분에 대한 FT-IR 분석에서는 실험군에 따른 인상재 표면성분의 차이가 뚜렷하게 나타나지 않았다(Figure 17, 18).



(continued)



(continued)

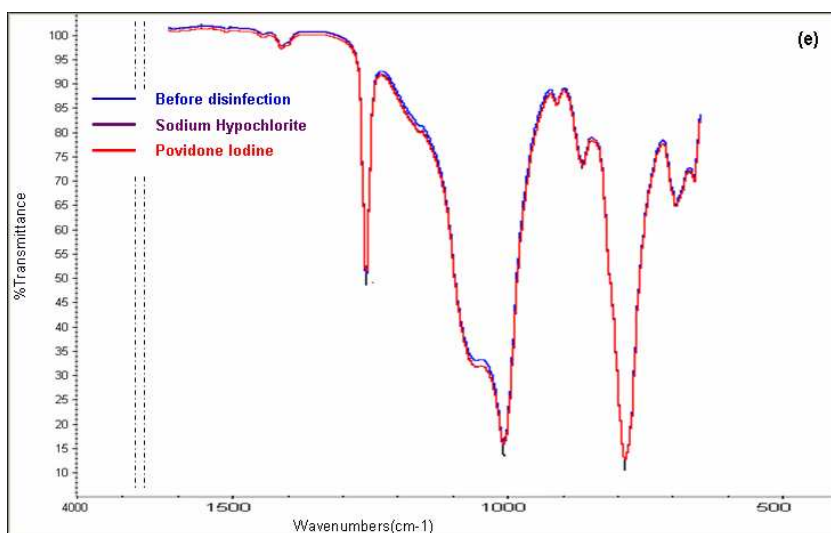
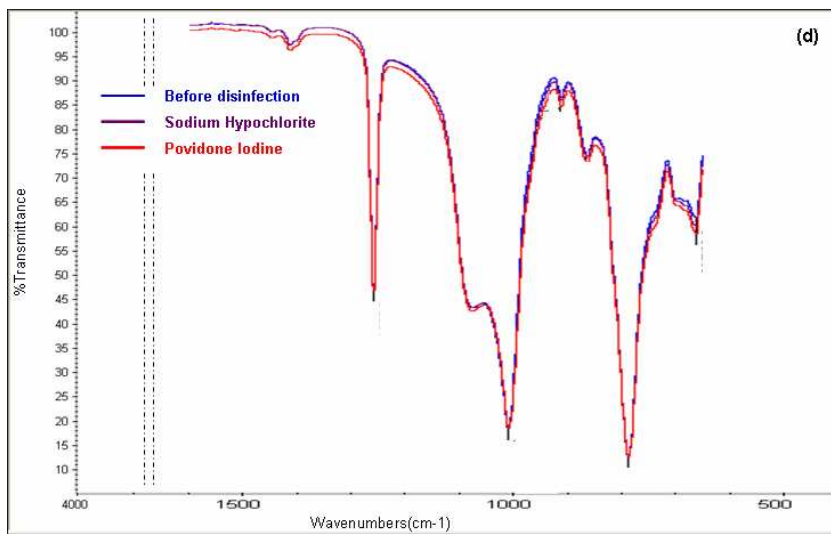
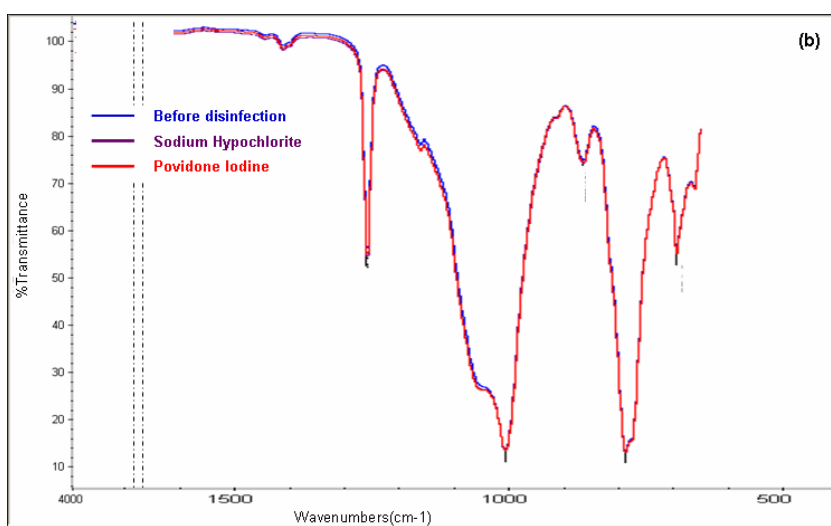
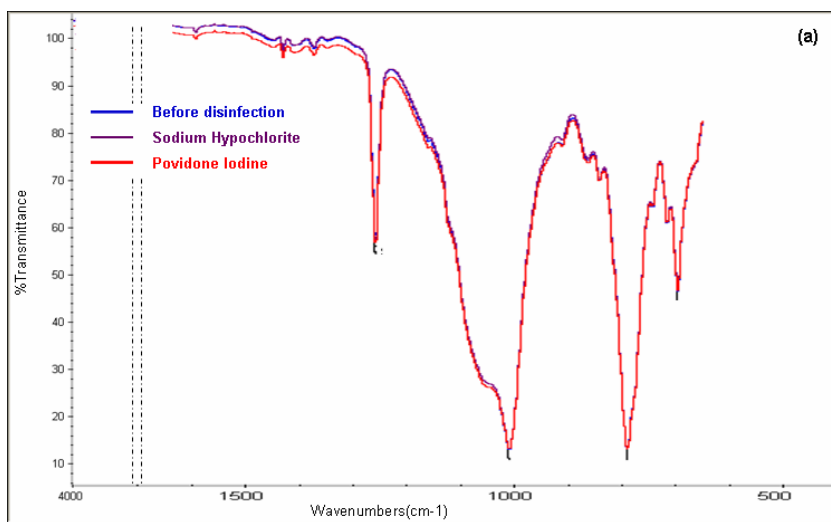
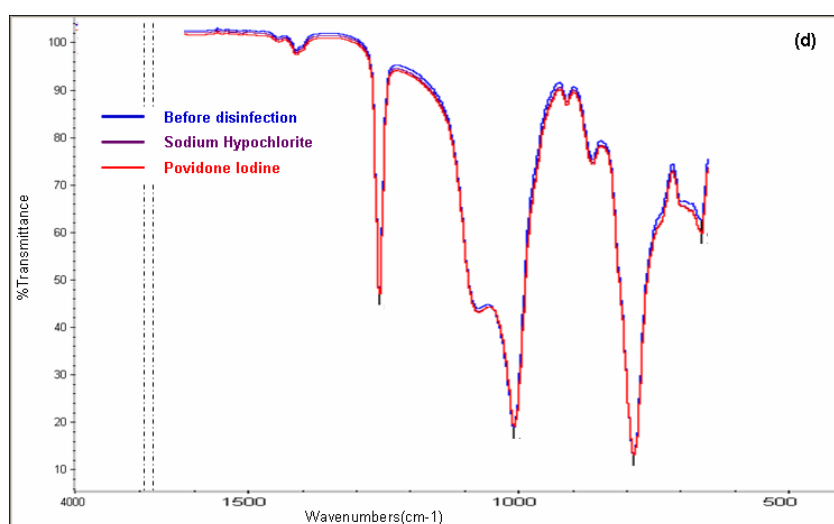
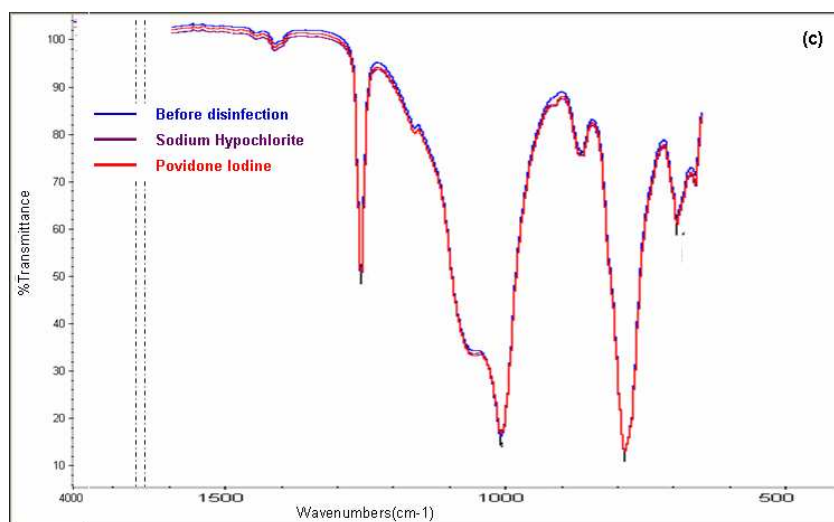


Figure 17. FT-IR spectroscopy of impression material specimens in 10 min groups; (a) Fusion, (b) Genie, (c) Imprint II, (d) Twinz and (e) Perfect-F



(continued)



(continued)

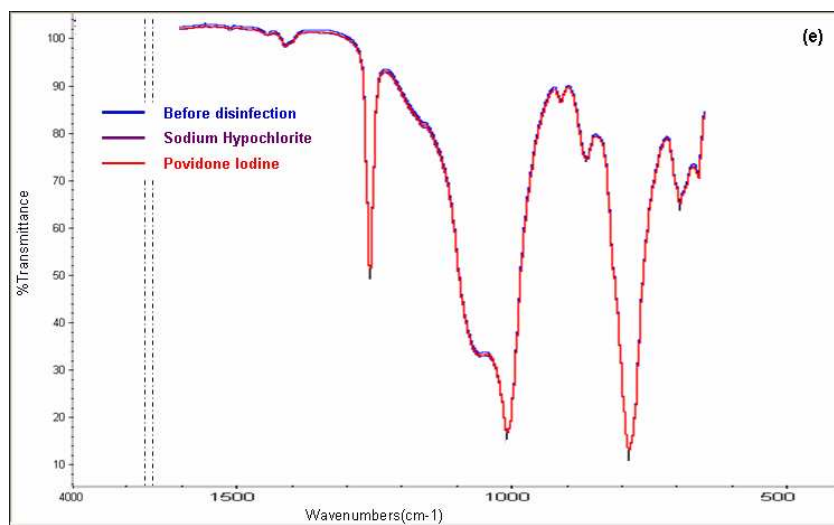


Figure 18. FT-IR spectroscopy of impression material specimens in 24 hrs groups; (a) Fusion, (b) Genie, (c) Imprint II, (d) Twinz and (e) Perfect-F

IV. 고 찰

인상재의 불충분한 젖음성은 석고모형에 표면결함이나 기포를 야기하는 요소로 여겨지고 있다(Abdelaziz 등, 2005). 즉 더 큰 접촉각은 석고모형에서 표면결함을 형성할 수 있는 더 많은 가능성이 있다는 것을 의미한다(Abdelaziz 등, 2002). 하지만 부가중합형 실리콘 인상재는 젖음성이 낮기 때문에 항상 수분이 존재하는 구강 내 환경에서 미세한 부위까지 침투하는데 어려움을 가지고 있었다. 따라서 제조사들은 수분이 존재하는 구강 내 환경에서 인상재가 잘 침투하도록 하고, 석고주입 시 젖음성을 더 좋게 하기 위한 목적으로 친수성 인상재를 개발하였다(Kess 등, 2000). 인상재의 우수한 젖음성과 친수성을 증가시키기 위한 계면활성제의 사용이 석고모형의 기포수를 감소시킨다는 많은 연구결과들이 있었다(Chong 등, 1990; Cullen 등, 1991; Vassilakos 등, 1993; Millar 등, 1995; Ragain 등, 2000). Cullen 등(1991)은 계면활성제로 표면처리된 인상재가 표면처리하지 않은 인상재보다 더 작은 접촉각을 보였고, 기포수가 더 적었다고 하였고, Abdelaziz 등(2005)도 표면처리된 인상재 표면에서 석고의 젖음성이 더 좋았다고 보고하였다.

인상재의 젖음성을 증가시키기 위하여 말단에 친수기를 가지는 계면활성제를 사용해 친수성을 증가시킬 수 있다(김 등, 2000; 김 등, 2001). Oh 등(2003)은 계면활성제가 인상재의 표면 성분을 변화시켜 인상재의 친수성을 증가시킴으로서 실리콘 인상재의 젖음성을 증가시키고 기포수를 감소시킨다고 하였다.

인상재의 젖음성은 인상재의 표면처리에 의해서 변화가 되기도 하지만 인상을 채득한 후 소독과정에서 소독액의 종류에 의해서도 영향을 받는다(DeWald 등, 1992). 인상채득 후 타액이나 혈액 등으로 오염된 인상체로 인한 교차감염을 예방하기 위하여 소독과정은 필수적인 과정이지만 소독과정에서 사용하는 소독액의 종류가 인상재의 표면특성에 영향을 미치기 때문에 소독액의 사용에는 주의를 요한다.

Pratten 등(1990)은 소독 과정 중 폴리설파이드의 접촉각은 감소하였고 친수성 부가중합형 실리콘 인상재의 접촉각은 증가했다고 보고하면서 인상재의 표면성질

을 변형시키는 소독은 인상재의 친수성을 변화시켜 젖음성이 더 좋아지거나, 혹은 더 나빠질 수도 있다고 보고하였다. 따라서 본 실험에서는 인상재의 소독과정이 젖음성을 어떻게 변화시키고 그 영향은 무엇인지 파악하고자 하였다.

본 실험에서는 Anusavice(2003)의 저서에서 인상재 소독에 대한 내용을 참고로 적용범위가 넓은 chlorine compound와 iodophor계 소독액인 Sodium Hypochlorite와 Povidone Iodine 소독액을 0.6 %와 0.1 %로 각각 희석하여 인상재를 소독한 후 석고주입 시간을 의미하는 시간 경과에 따라 10분과 24시간, 두 시간대에서 인상재의 접착각, 미세부재현성, 석고 친화성을 실험하였고 인상재와 석고모형의 표면형태 관찰, 인상재 표면성분을 분석하였다. 실험에 사용된 두 소독액은 흔히 주위에서 사용되기 때문에 쉽고 경제적으로 구입할 수 있는 소독액이다. Memarian 등(2007)은 0.5 % Sodium Hypochlorite 용액이 박테리아를 파괴하고 성장을 억제한다고 하였고, Ivanovski 등(1995)과 Rosling 등(2001)은 Povidone Iodine 용액이 미생물을 감소시키고 항균효과가 있다고 보고하였다. Povidone Iodine은 polyvinyl pyrrolidone(PVP-I)과 Iodine의 복합체로 박테리아, 진균류, 포자, 바이러스 등 넓은 범위에 효과가 있다. 이것은 Iodine이 PVP로부터 유리될 때 항균효과를 나타낸다. 하지만 어떻게 iodine이 PVP 분자로부터 유리되는지 정확한 기전은 알려져 있지 않다(Balin 등, 2002). Sodium Hypochlorite는 HIV, hepatitis B를 포함하는 박테리아, 바이러스에 대한 소독 효과가 있고 가격이 저렴하여 널리 쓰이는 소독액이다(Bond 등, 1983; Bloomfield 등, 1990; Thouati 등, 1996).

인상재의 접착각은 10분 실험군에서 Sodium Hypochlorite로 소독한 Genie를 제외하고, 소독 후 모두 증가하는 경향을 보였다. Sodium Hypochlorite보다 Povidone Iodine으로 소독한 그룹에서 접착각이 더 뚜렷하게 증가하였는데, 특히 Imprint II, Twinz, Perfect-F에서 접착각의 변화가 두드러졌다. 24시간 실험군에서도 Genie와 Twinz를 제외하고 소독 후 접착각이 소독 전보다 더 크게 나타났다. Lepe 등(2002)은 2 % glutaraldehyde 용액으로 인상재를 소독한 실험에서 한 종류의 부가중합형 인상재를 제외한 모든 인상재가 소독 후 접착각이 증가하였다고 보고하였다. Pratten 등(1990)의 연구에서는 소독액은 소수성 부가중합형 실리콘 인상재의 젖음성에는 영향을 미치지 않았으나, 모든 친수성 부가중합형 실리콘 인

상재 시편의 젖음성을 감소시켰다. 이 실험에서는 소독제로 Acid Glutaraldehyde, Chlorine Dioxide, Iodophor, Sodium Hypochlorite를 사용하였는데 모든 소독제에서 친수성 부가중합형 실리콘 인상재의 젖음성을 감소시키는 같은 결과를 보였다. 친수성 부가중합형 실리콘 인상재에는 계면활성제가 포함되어 있고, 소독액에 의해 계면활성제가 용출되어 접촉각이 증가했을 수도 있다. Lee 등(2004)의 연구에서는 친수성 폴리비닐실록산 인상재의 표면 특성은 인상재 표면에서의 계면활성제 농도와 분포에 의해서 결정되며, 경화된 폴리비닐실록산 인상재를 ethyl alcohol에 24시간 담그어 놓았을 때 가장 접촉각이 낮은 인상재 시편에서 계면활성제가 용해되어 빠져나가 많은 void가 관찰되었다. 소독과정 중 사용된 소독 용액에 의해서도 인상재의 표면변화가 야기되었을 것이고 이러한 인상재 표면변화가 접촉각을 변화시켰을 것으로 사료되며, 소독에 따른 인상재의 표면변화는 아래에서 설명할 것이다.

인상재의 미세부재현성에서는 Fusion은 20 μm 미세선을 재현하는데 소독 전과 후의 차이를 보였으나 다른 인상재 그룹에서는 20 μm 선을 모두 재현하여 소독 전과 후의 차이를 보이지 않았다. Fusion은 소독 전보다 소독 후에 미세선을 불연속적으로 재현하는 경우가 더 많아 좋지 않은 결과를 보였다. 다른 인상재의 경우에도 소독 후 접촉각이 증가했으나 인상재의 미세부재현성에는 영향을 미치지 않았으므로 Fusion의 경우에만 접촉각의 증가로 인한 결과로 설명하기는 어려움이 있다. 또한 Fusion의 소독 후 접촉각은 다른 인상재의 접촉각 보다 훨씬 더 낮게 나타나 접촉각의 변화만으로 그 결과를 설명할 수 없기 때문에 다른 요인을 고려해 보아야 한다. 고려할 수 있는 요인은 Fusion의 성분이다. Fusion은 폴리비닐실록산과 폴리이썬 화합물이 혼합된 하이브리드 인상재이다. 이 인상재에 포함된 폴리이썬에 의한 수분 흡수는 인상재의 미세부재현성에 영향을 미칠 수 있다. 소독 후 폴리이썬의 미세부재현성과 크기안정성에 대해서는 서로 다른 결과를 보이는 연구들이 보고되고 있으나(Tullner 등, 1988; Rios 등, 1996; Johnson 등, 1998), Walker 등(2007)의 연구에 의하면 폴리비닐실록산 인상재에서는 소독 후 크기변화와 표면특성에 변화가 나타나지 않았지만 폴리이썬은 NaOCl로 10분 동안 소독한 후에도 유의한 크기변화를 보였다. 또한 인상재의 표면특성에서도 10분 동안

소독했을 때에는 실험 시편의 30 % 표면에서 반점이 형성되었고, 1시간 동안 소독한 경우에는 100 % 시편에서 모두 표면 광택이 사라지고 끈적한 상태가 되었다. 따라서 Fusion의 결과는 친수성으로 수분을 흡수하는 특성을 가진 폴리이씨에 의한 영향으로 사료된다.

인상재와 석고의 친화성에서는 소독 전과 후에 일관된 경향을 보이지 않았다. 하지만, Povidone Iodine으로 소독한 실험군보다 Sodium Hypochlorite로 소독한 실험군의 석고친화성에서 더 좋은 결과를 보였다. 이는 접촉각 측정 시 Povidone Iodine으로 소독했을 때 접촉각이 더 크게 증가한 것과 일치하는 결과이다. 다른 실험그룹보다 Povidone Iodine으로 소독한 인상재 그룹에서 접촉각이 더 크게 나타난 것은 젖음성이 감소한 것을 의미하므로 석고친화성이 낮아질 수 있다. Walker 등(2005)의 연구에서 수분이 있는 환경에서 폴리이씨의 미세부재현성은 100 %인 반면에 부가중합형 실리콘 인상재의 미세부재현성이 단지 29 %였다고 하였고 Pratten과 Craig(1989)는 접촉각이 49.1° 인 인상재의 석고 주조성은 77.4 %였고, 접촉각이 95.9° 인 경우는 33.0 %로 나타났다고 하였다. 이러한 결과는 인상재의 친수성이 미세부재현성에 영향을 미친다는 것을 의미한다. 인상재의 미세부재현성은 석고모형의 재현성에도 부정적인 영향을 미쳐 두 소독 그룹간의 차이를 유발한다.

인상재의 표면형태가 젖음성에 영향을 미치는지 알아보기 위하여 소독 전, 후 인상재 표면형태를 관찰한 결과 소독과정에 따라 인상재 표면에 변화가 나타났다. 10분 실험군에서 Genie는 소독 전과 Povidone Iodine으로 소독한 경우 인상재 표면에는 뚜렷한 차이가 보이지 않았는데, 이 경우 접촉각에서도 두 실험군 간에는 유의한 차이가 보이지 않았다. 하지만 Sodium Hypochlorite로 소독한 후에는 인상재 표면에 많은 void가 관찰되었다. 이 실험군에서는 소독 전보다 접촉각이 더 작게 나타났는데 소독용액에 의해서 인상재 성분이 용출되어 나타난 것으로 보이는 void 내부로 wetting liquid가 스며들어가면서 인상재와 물의 접촉각이 낮아진 것으로 사료된다. ImprintII와 Twinz는 유사한 양상을 보였는데 소독 전보다 소독 후 인상재 표면의 굴곡이 부드럽게 완화되었고 더 매끄럽게 관찰되었으며 Sodium Hypochlorite로 소독한 경우보다 Povidone Iodine으로 소독한 경우 표면이 더 매

크럽게 나타났다. 접촉각에서도 소독 전보다 소독 후 접촉각이 더 증가했고, 두 소독용액 중 Povidone Iodine으로 소독했을 때 접촉각이 더 크게 증가했는데, 이러한 접촉각의 변화는 인상재의 표면이 소독 전보다 소독 후 더 부드럽고 매끄럽게 변화됨에 따라 나타난 결과일 것이다. 즉 소독액에 의해서 인상재의 표면형태가 변화되었고, 이러한 변화가 인상재 접촉각에 영향을 주었다. 접촉각에서도 큰 차이를 보이지 않았던 24시간 실험군에서는 인상재 표면형태에도 뚜렷한 변화가 관찰되지 않았다.

소독 전과 후, 인상재의 접촉각과 표면형태 변화가 석고모형 표면에 어떤 영향을 주었는지 알아보기 위하여 석고모형 표면을 SEM으로 관찰한 결과, 석고 결정들이 위치한 모습에서 차이가 나타났다. 접촉각이 크고 표면이 부드럽고 매끄럽게 나타난 인상재 표면에서 제작된 석고모형의 결정들이 다른 실험군의 석고 결정들보다 옆으로 기울어져 붕괴되어 있는 듯한 양상을 나타냈다. 10분 그룹에서는 Genie, Twinz, Perfect-F에서 석고결정이 유사한 양상을 보였으나, 24시간 그룹에서는 인상재별로 접촉각이 다양하게 나타나 석고모형의 표면에서도 뚜렷한 차이가 관찰되지 않았다. Abdelaziz 등(2002)은 Sodium Hypochlorite는 석고의 결정구조를 변화시킬 수 있고, 석고 결정들이 서로 맞물리는 특징에 영향을 미칠 수 있다고 하였다. Ahmad 등(2007)의 연구에서는 인상재의 소독과정이 석고표면의 특성을 변화시켰다고 보고하였다. 알지네이트와 부가중합형 실리콘 인상재를 20분 동안 소독한 후 제작한 석고모형의 표면경도를 측정하였는데 부가중합형 실리콘 인상재의 경우는 표면경도에 유의한 변화가 없었으나, 알지네이트의 경우는 경도가 더 낮게 나타났다. 본 실험에서는 석고모형의 표면 양상이 인상재 표면형태와 접촉각의 변화에 따라 유사하게 나타난 것으로 보아 인상재의 표면특성 변화가 석고모형의 표면구조에 영향을 미쳤을 것으로 사료된다.

인상재 표면성분을 FT-IR로 분석한 실험에서는 소독 전과 후, 시간경과에 따른 성분 차이가 뚜렷하게 나타나지 않았다. 소독 후 흐르는 물로 세척하는 과정에서 소독액의 성분이 씻긴 것으로 여겨지며, 또는 표면에 다른 성분이 있었다고 하더라도 매우 소량이므로 나타나지 않은 것으로 생각된다.

본 연구에서는 소독 후 인상재 젖음성의 변화를 관찰하고 그 원인을 인상재의

표면형태가 변화되었기 때문이라고 설명하였다. 하지만 인상재의 표면변화만으로 인상재의 친수성이 변화된 원인과 소독 용액의 종류에 따른 다른 결과를 명확하게 설명하기는 어렵다. 따라서 소독액이 인상재의 표면성분과 어떠한 화학적 작용을 일으키고 그러한 화학적 기전이 인상재의 친수성 변화에 어떻게 영향을 미치는지에 대한 더 많은 연구가 이루어져야 할 것이다.

V. 결 론

인상재의 젖음성은 인상채득 시 구강 내 미세한 조직에 인상재가 잘 침투할 수 있도록 하며, 석고모형 제작 시에는 석고현탁액이 인상체의 미세한 부위로 잘 흘러들어갈 수 있도록 하는 인상재의 필수조건이다. 인상재의 젖음성은 소독과정이나 시간 경과에 따라 변화되기도 하기 때문에 정확한 석고모형을 제작하는데 영향을 미칠 수 있다. 따라서 본 연구에서는 현재 사용되고 있는 친수성과 친수성이 더욱 개선된 초친수성 부가중합형 실리콘 인상재의 소독 전, 후 접촉각을 측정하고, 인상재 젖음성의 변화가 인상재와 석고의 표면특성에 어떤 영향을 미치는지에 대해 실험하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 소독 전 인상재의 접촉각은 초친수성 인상재인 Genie에서 인상채득 후 10분의 접촉각이 24시간에서 보다 더 크게 나타난 반면 Fusion의 경우는 유의한 차이가 나타나지 않았다. 친수성 인상재 군에서는 동일하게 10분에서 보다 24시간에서 접촉각이 더 크게 나타났다($p<0.05$).
2. Sodium Hypochlorite로 소독한 실험군에서는 Fusion과 Perfect-F에서 10분보다 24시간에서 접촉각이 더 크게 나타났고 Povidone Iodine으로 소독한 실험군에서는 24시간보다 10분에서 Fusion, Genie, Twinz 인상재의 접촉각이 더 크게 나타났다($p<0.05$).
3. 10분 실험군에서는 Genie를 제외하고 소독 전보다 소독 후의 접촉각이 더 크게 나타났다. 친수성 인상재 군에서는 Sodium Hypochlorite로 소독한 경우보다 Povidone Iodine으로 소독한 경우 접촉각이 더 크게 증가하였지만 Fusion은 소독 용액에 따른 차이는 보이지 않았다. Genie는 Sodium Hypochlorite로 소독했을 때 반대로 접촉각이 감소했다($p<0.05$). 24시간 실험군에서는 인상재별로 다양한 결과를 나타냈다.

4. 인상재의 미세부재현성은 Fusion의 경우 소독 전보다 소독 후에 더 낮아졌고, 다른 인상재는 20 μm 미세선을 모두 재현하였다.
5. 석고친화성은 20 μm 미세선에서 Sodium Hypochlorite로 소독한 실험군보다 Povidone Iodine으로 소독한 실험군에서 더 낮은 석고친화성을 보였다.
6. 소독 전, 후 인상재의 표면형태에서는 Sodium Hypochlorite로 소독 한 Genie의 경우 인상재 표면에서 많은 void가 관찰되었고, Imprint II와 Twinz는 소독 전보다 소독 후 인상재의 표면이 더 매끄럽고 부드럽게 변화되었다.
7. 석고모형의 표면 결정은 표면이 매끄럽고 접촉각이 크게 나타난 인상재에서 만들어진 석고모형에서 석고결정들이 비스듬히 기울어져 붕괴된 양상을 보였다.
8. 인상재 표면성분 분석에서는 소독 전, 후와 시간경과에 따른 성분차이가 뚜렷하게 나타나지 않았다.

이상의 결과로 소독액은 인상재의 표면형태에 영향을 주어 소독 후 인상재의 접촉각과 다른 표면특성에 변화를 야기하는 것으로 사료되었다.

참 고 문 헌

- 김경남, 이상배, 김광만: 고무인상재의 표면처리가 초경석고의 표면물성에 미치는 효과. *대한치과기재학회지* 27(1):53-59, 2000.
- 김경남, 조리라, 오영일, 강승경, 정경호: 계면활성제와 소포제가 실리콘 고무인상재의 물성에 미치는 영향. *엘라스토머* 36(2):102-110, 2001.
- 한국산업안전공단: 물질안전보건자료. 2003.
- 한국치과재료학교수협의회: 치과재료학. 4판, pp. 125-159, 군자출판사, 서울, 2006.
- Abdelaziz KM, Combe EC, Hodges JS: The effect of disinfectants on the properties of dental gypsum: 1. Mechanical properties. *J Prosthodont* 11(3):161-167, 2002.
- Abdelaziz KM, Combe EC, Hodges JS: The wetting of surface-treated silicone impression materials by gypsum mixes containing disinfectants and modifiers. *J Prosthodont* 14(2):104-109, 2005.
- Ahmad S, Tredwin CJ, Nesbit M, Moles DR: Effect of immersion disinfection with Perform-ID on alginate, an alginate alternative, and addition-cured silicone and resultant type III gypsum casts. *Br Dent J* 13:202(1): E1, 2007.
- Anusavice KJ: Phillips' Science of Dental Materials. 11th ed., pp. 210-212, W.B. Saunders Co. Philadelphia, 2003.
- Balin AK, Pratt L: Dilute povidone-iodine solutions inhibit human skin fibroblast growth. *Dermatol Surg* 28:210-214, 2002.
- Bloomfield SF, Smith-Burchell CA, Dalgleish AG: Evaluation of hypochlorite-releasing disinfectants against the human immunodeficiency virus(HIV). *J Hosp Infect* 15(3):273-278, 1990.
- Bond WW, Favero NS, Peterson NJ, Ebert JW: Inactivation of hepatitis B virus by intermediate-to-high-level disinfectant chemicals. *J Clin Micro* 18:535-538, 1983.

- Centers for Disease Control and Prevention: Recommended infection - Control practice for dentistry. MMWR 42, 1993.
- Chong YH, Soh G, Setchell DJ, Wickens JL: Relationship between contact angles of die stone on elastomeric impression materials and voids in stone casts. *Dent Mater* 6(3):162-166, 1990.
- Craig RG, Powers JM: Restorative dental materials. 11th ed., pp. 365-367, Mosby, St. Louis, 2002.
- Cullen DR, Mikesell JW, Sandrik JL: Wettability of elastomeric impression materials and voids in gypsum casts. *J Prosthet Dent* 66:261-265, 1991.
- DeWald JP, Nakajima H, Schniederma E, Okabe T: Wettability of impression materials treated with disinfectants. *Am J Dent* 5(2):103-108, 1992.
- Ivanovski S, Savage NW, Brockhurst PJ, Bird PS: Disinfection of dental stone casts: Antimicrobial effects and physical property alterations. *Dent Mater* 11:19-23, 1995.
- 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* 79:446-453, 1998.
- Kess RS, Combe EC, Sparks BS: Effect of surface treatments on the wettability of vinyl polysiloxane impression materials. *J Prosthet Dent* 84(1):98-102, 2000.
- Lee DY, Oh YI, Chung KH, Kim KM, Kim KN: Mechanism study on surface activation of surfactant-modified polyvinyl siloxane impression materials. *J Appl Polym Sci* 92:2395-2401, 2004.
- Lepe X, Johnson GH, Berg JC: Surface characteristics of polyether and addition silicone impression materials after long-term disinfection. *J Prosthet Dent* 74:181-186, 1995.
- Lepe X, Johnson GH: Accuracy of polyether and addition silicone after long-term immersion disinfection. *J Prosthet Dent* 78:245-249, 1997.

- Lepe X, Johnson GH, Berg JC, Aw TC, Stroh GS: Wettability, imbibition, and mass change of disinfected low-viscosity impression materials. *J Prosthet Dent* 88:268-276, 2002.
- Marcinak CF, Draughn RA: Linear dimensional changes in addition curing silicone impression materials. *J Prosthet Dent* 47(4):411-413, 1982.
- Memarian M, Fazeli MR, Jamalifar H, Azimnejad A: Disinfection efficiency of irreversible hydrocolloid impression using different concentrations of sodium hypochlorite: A pilot study. *J Contemp Dent Pract* 8(4):027-034, 2007.
- Millar BJ, Dunne SM, Nesbit M: A comparison of three wetting agents used to facilitate the pouring of dies. *J Prosthet Dent* 74:341-344, 1995.
- Milward PJ, Phil M, Waters MG: The effect of disinfection and a wetting agent on the wettability of addition-polymerized silicone impression materials. *J Prosthet Dent* 86:165-167, 2001.
- Minagi S, Kohada A, Akagawa Y, Tsuru H: Prevention of acquired immunodeficiency syndrome and hepatitis B. Part III: Disinfection of hydrophilic silicone rubber impression materials. *J Prosthet Dent* 64:463-465, 1990.
- Oh YI, Lee DY, Hwang SY, Kim KN, Kim KM: Effect of non-ionic surfactants on surface properties of hydrophilic polyvinyl siloxane impression materials. *Colloid and Surfaces A: Physicochem. Eng Aspects* 229:9-17, 2003.
- Powers JM, Sakaguchi RL: Craig's restorative dental materials. 12th ed., pp. 269-312, Mosby, St. Louis, 2006.
- Pratten DH, Craig RG: Wettability of a hydrophilic addition silicone impression material. *J Prosthet Dent* 61(2):197-202, 1989.
- Pratten DH, Covey DA, Sheats RD: Effect of disinfectant solutions on the wettability of elastomeric impression materials. *J Prosthet Dent* 63:223-227, 1990.

- Ragain JC, Grosko ML, Raj M, Ryan TN, Johnston WM: Detail reproduction, contac angles, and die hardness of elastomeric impression and gypsum die material combinations. *Int J Prosthodont* 13:214-220, 2000.
- Rios MP, Morgano SM, Stein RS, Rose L: Effects of chemical disinfectant solutions on the stability and accuracy of the dental impression complex. *J Prosthet Dent* 76:356-362, 1996.
- Rosling B, Hellstrom MK, Ramberg P, Socransky SS, Lindhe J: The use of PVP-iodine as an adjunct to non-surgical treatment of chronic periodontitis. *J Clin Periodontol* 28:1023-1031, 2001.
- Thouati A, Deveaux E, Lost A, Behin P: Dimensional stability of seven elastomeric impression materials immersed in disinfectants. *J Prosthet Dent* 76:8-14, 1996.
- Tullner JB, Commette JA, Moon PC: Linear dimensional changes in dental impressions after immersion in disinfectant solutions. *J Prosthet Dent* 60(6):725-728, 1988.
- Vassilakos N, Fernandes CP: Surface properties of elastomeric impression materials. *J Dent* 21(5):297-301, 1993.
- Wadhvani CP, Johnson GH, Lepe X, Raigrodski AJ: Accuracy of newly formulated fast-setting elastomeric impression materials. *J Prosthet Dent* 93(6):530-539, 2005.
- Walker MP, Petrie CS, Haj-Ali R, Spencer P, Dumas C, Williams K: Moisture effect on polyether and polyvinylsiloxane dimensional accuracy and detail reproduction. *J Prosthodont* 14:158-163, 2005.
- Walker MP, Rondeau M, Petrie C, Tasca A, Williams K: Surface quality and long-term dimensional stability of current elastomeric impression materials after disinfection. *J Prosthodont* 16:343-351, 2007.

Abstract

Effect of disinfectants on the surface properties of hydrophilic elastomeric impression materials

Soo-Hwa Kim

Department of Dentistry

The Graduate School, Yonsei University

(Directed by Professor Kyoung-Nam Kim, D.D.S., Ph.D.)

Wettability of impression materials is reported as playing an important role while making impression and pouring gypsum. Although hydrophilic addition silicone impression materials is commonly used, but products named ultra hydrophilic impression materials with improved hydrophilic property have been developed and introduced. It was reported that wettability of impression materials might be affected by the disinfection and disinfectants to prevent cross infection through saliva and blood after making impression. This study was to determine the contact angle before and after the disinfection of Imprint II (3M ESPE, MN, USA), Twinz (BiscoAsia, Seoul, Korea) and Perfect-F (Handae Chem., Jinchun, Korea) for hydrophilic impression materials and Fusion (GC, Tokyo, Japan) and Genie (Sultan, NJ, USA) for improved hydrophilic impression materials, and to find out what effect the change of

wettability have on the characteristics of impression materials. The results were as follows:

1. Before the disinfection, the contact angle of Genie, improved hydrophilic impression materials, was higher at 10 min after making impression than at 24 hrs, while the contact angles of hydrophilic impression materials group were higher at 24 hrs than 10 min ($p < 0.05$).
2. The contact angles of Fusion and Perfect-F disinfected with Sodium Hypochlorite were higher at 24 hrs than at 10 min. The contact angles of Fusion, Genie and Twinz disinfected with Povidone Iodine were higher at 10 min than 24 hrs ($p < 0.05$).
3. As for the 10 minute experimental group, the contact angles of impression materials after disinfection were higher than before disinfection except Genie. The contact angle of hydrophilic group disinfected with Povidone Iodine increased more than those disinfected with Sodium Hypochlorite ($p < 0.05$). In the experimental group of 24 hrs, various results were shown by impression materials.
4. As for detail reproduction test, only Fusion reproduced 20 μm line discontinuously after disinfection.
5. As for gypsum compatibility, rather than the group disinfected with Povidone Iodine, the group disinfected with Sodium Hypochlorite showed better results.
6. The surface of Genie disinfected with Sodium Hypochlorite showed a lot of

voids. The surface morphology of ImprintII and Twinz before disinfection was irregular and twisted while the surface after disinfection was smoother than before.

7. The surface crystal structure of the gypsum cast produced from the impression materials with smooth surface after disinfection seemed to collapse more than other groups.

8. The surface composition analysis of impressions didn't show clear difference between before and after disinfection.

With the results of this study, it was indicated that disinfectants changed the surface morphology of impression materials, and such change resulted in changes of wettability as well as the surface characteristics of impression materials.

Key words : elastomeric impression material, wettability,
hydrophilic, contact angle, disinfection