

## 수종의 조직 양화재에서 탄성 변형과 복원에 관한 연구

연세대학교 치과대학 보철학교실

최성호 · 심준성 · 문홍석 · 정문규

### I. 서 론

발치 후 잔존 치조골의 흡수는 피할 수 없는 생리적인 현상이다. 의치를 지지하는 기반 조직은 잔존 치조골의 다양한 흡수 속도와 양에 따라 불리하게 변화되어 간다. 이러한 변화들은 알지 못하는 사이에 일어날 수도 있고, 또 급속하게 일어날 수도 있지만 흡수는 계속 진행되는 것이며 불가피한 것이기도 하다.<sup>1)</sup>

의치 제작 시에 아주 세심한 주의와 배려를 하면 지지 조직과 연관된 안면 형태에 일어날 수 있는 불리한 변화를 최소한으로 줄일 수 있다. 그러나 처음에는 적합도가 양호하던 의치가 시간이 경과함에 따라 점진적인 잔존 치조골의 흡수로 인해 의치와 지지 조직 간의 적합성이 떨어질 뿐만 아니라,<sup>2)</sup> 교합 관계가 변화되어 지지 점막에 sore spot이 생기거나 의치의 유지력 및 안정성이 저하되고 나아가 환자의 안모까지 변화되는 경우를 임상에서 흔히 접하게 된다. 이러한 변화를 완전히 피할 수 없으므로 변화되어 가는 지지 조직에 맞게 의치를 조정해 주는 유지 관리가 필요하다. 의치의 유지 관리를 위해, 지지 조직의 변화 정도에 따라 사용되는 술식은 relining과 rebasing으로 나눌 수 있다.

일반적으로 relining은 지지 조직의 변화가 적게 일어난 환자에서 조직과 의치 내면 사이 공간을 의치 상용 레진으로 재이장 시켜 주는, refitting 술식이다. 이는 환자가 의치를 일정 기간 사용한 후에 지지 조직의 변화로 인하여 일어나는 문제점등을 쉽고 저렴

한 비용으로 효과적인 치료를 할 수 있게 한다.

Relining의 술식은 크게 정적 인상법 (static impression technique), 치료실 측석법 (chairside technique), 기능 인상법 (functional impression technique)으로 나눌 수 있다. 이 중 기능 인상법 (functional impression technique)은 기존 의치에 이장된 조직 양화재 (tissue conditioner)를 이용하여 실제 기능 운동하에서 동적인 지지조직의 인상과, 기능적이고 생리적인 의치 변연부 형태와 길이를 재현하는 술식이다. 1961년 Chase는 기능 인상법을 임상적으로 처음 적용하였으며,<sup>3,4)</sup> Wilson, Tomlin과 Osborne 등에 의해 그 연구와 임상적 적용이 시행되었다.<sup>5)</sup> 기능 인상은 간단하면서도 실용적이어서 상당한 지지를 얻어왔는데, 이는 조직 양화재가 기능 인상재로 사용할 수 있기 때문이다.<sup>6,7)</sup>

조직 양화재는 일반적으로 분말과 용액으로 이루어져 있다. 그 세부 성분은 제조사에 따라 차이가 있으나 일반적으로 분말의 구성 성분은 poly(ethylmethacrylate)나 그것의 공중합체(copolymer)이고,<sup>8)</sup> 용액은 유기용매인 ethyl alcohol과 ester plasticizer와의 합성물이다.<sup>9)</sup> Ethyl methacrylate와 같이 유리 전이 온도(glass transition temperature)가 낮은 methacrylate나 그것의 공중합체는 아크릴릭 레진 자체를 부드러운 중합체로 만든다. Methyl methacrylate의 유리 전이 온도는 105℃인 반면 ethyl methacrylate는 65℃이다. 용액의 esters는 보통 butyl phthalyl buthyl glycolate, dibutyl phthalate, benzyl butyl phthalate, benzyl benzoate와 같

※본 연구는 연세대학교 구강과학연구소 연구비 지원에 의하여 이루어졌음.

은 aromatic esters이고, ethyl alcohol은 보통 5-20 wt%를 차지하며 쉽게 휘발하고 용해된다.

조직 양화재를 임상적으로 적용할 때, 물리적인 성질의 변화는 적용 후 수 시간에서 수일간은 유연한 시기 (plastic stage)이어서, 의치상이 기능 및 비기능 스트레스에 반응함에 따라 적합이 개선된다. 이후 탄성기 (elastic stage)에 스트레스가 완화되어 조직이 회복되고, 1주나 2주 후에 경질기 (firm stage)에 도달하여 표면은 중합된 레진과 유사하지만 변질되기 쉬운 상태가 된다.<sup>10,11)</sup>

Wilson 등은 조직 양화재는 보호 cushion으로 작용할 때는 흐름성이 낮고 높은 탄성 회복력을 보여야 한다고 하였다.<sup>15)</sup> 이와 반대로 McCarthy와 Moser는 조직 양화재는 압력 하에서는 계속해서 흐름성을 유지하는 가소성이 있어 모든 힘이 구강 조직에 균일하게 분산되도록 하여야 한다고 주장하였다.<sup>16)</sup> 이와 같이 기능인상재로서 조직 양화재에 요구되는 성질은 초기에는 가소성이 있어야하며, 초기 조직의 치유 후에는 보다 탄성이 있어 cushion으로 작용해야 한다. Wilson은 기능 인상을 위해서는 조직 양화재는 어느 정도의 흐름성을 가지나, 일단 형태가 인기된 후에는 탄성 복원 없이 안정되어야한다고 주장하였다.<sup>17)</sup> 이 때문에 조직 양화재가 초기에 가소성을 가졌다가 탄성력이 소실되어 안정화되는 시기를 아는 것이 중요하다.

조직 양화재가 기능 인상재로 사용되었을 때는 일반적으로 경질기에 도달하는 1-2주 후에 가공 과정을 시행하라고 되어있다. 그러나 상업적으로 시판되고 있는 수종의 조직 양화재의 조작에 있어서의 차이와 protocol에도 차이가 있으며,<sup>12,13)</sup> 흐름성이 없어지는 gelation time에 있어서도 재료간 범위가 매우 크게 나타난다.<sup>14)</sup>

Graham 등의 연구에서는 구강 환경 내에서는 인상재로 조직 양화재를 사용했을 때는 하루면 충분하다고 보고하였고,<sup>18)</sup> Murata 등의 연구에서는 조직 양화재의 물을 흡수하는 정도와 용해되는 정도는 체적의 변화 (dimensional change)와 관련이 있기에 구강 내에 삽입 후 24시간을 추천하고 있다.<sup>19)</sup> 제조사에 따라서도 달라 GC사의 Coe-Comport의 경우에는 의치 내면에 새로 조직 양화재를 이장하고 몇 시간 동안만 기능 운동을 시킨 후 즉시 작업 모형을 제작할 것을 추천하고 있기도 하다.

기능 인상법 역시 정적 인상법과 마찬가지로 조직 양화재를 열중합형 또는 자가 중합형 레진으로 대체하기 위한 가공 과정이 필요하며, 그에 따른 제반 문제점을 갖고 있다. 그러나 조직 양화재의 시간의 경과에 따른 제조사에 의한 정확한 protocol이 없는 것이 현실이다.

이 연구에서는 임상에서 많이 사용하는 3종의 조직 양화재와 이에 대조군으로 1종의 연성 이장재를 혼합하여 구강 내와 유사한 환경에서 시간이 경과한 후, 하중을 주었다가 제거하였을 때 탄성 변형량과 회복량을 측정하고, 두께에 따른 탄성 변형량과 탄성 회복량의 차이에 따라 이 재료들의 탄성 회복의 시간과 기능 인상재로서 정확한 적용과 사용법을 알고자 한다.

## II. 연구 재료 및 방법

### 가. 연구 재료

1. 조직 양화재 (tissue conditioner), 연성 이장재 (soft reliner)

임상적으로 많이 쓰이는 3종의 조직 양화재로 COE-COMFORT™ (GC AMERICA INC., U.S.A.), Visco-gel (DENTSPLY, Germany), SOFT-LINER (GC CORPORATION, TOKYO, JAPAN) 1종의 연성 이장재인 COE-SOFT™ (GC AMERICA INC., U.S.A.)를 실험하였다.

### 나. 연구 방법

1. 실험 시편 제작

1) 반경 10mm의 baseplate wax (Modelling Wax, Dentsply, England)를 1.5mm, 3.0mm 두께로 각각 제작한다.

2) 시편을 상악용 flask (VARSITY UPPER, Teledyne Hanau, Buffalo N.Y., U.S.A)에 넣고 경석고 (Hi-Kostenon, Maruishi Gypsum Co., Ltd., Higashinari-Ku, Osaka, Japan)를 제조사의 지시대로 100g에 24ml의 혼수비로 20초간 Vacuum에서 (EWL5414, KaVo elektrotechnisches werk GmbH, Germany) 진공혼합후 매몰하여 시편의 몰드를 제작한다.

**Table I.** Tissue conditioner, soft reliner in this study

Brand	Powder	Liquid
COE-COMFORT™	Polymethyl methacrylate	(Solvent) ethyl alcohol (Plasticizer) dibutyl phthalate
Visco-gel	Polyethyl methacrylate	(Solvent) ethyl alcohol (Plasticizer) dibutyl phthalate
SOFT-LINER	Polymethacrylate	(Solvent) ethanol (Plasticizer) dibutyl phthalate
COE-SOFT™	Polymethacrylate	(Solvent) Benzyl saliacrylate (Plasticizer) dibutyl phthalate

**Table II.** Tissue conditioners tested

Brand	Powder	Liquid	Mix P/L ratio
COE-COMFORT™	6g	5cc	1.2
Visco-gel	3g	2.2cc	1.36
SOFT-LINER	2.2g	1.8g	1.22
COE-SOFT™	11g	8cc	1.38

\*P/L ratio recommended by the manufacturer.

- 3) 제조사의 분리제를 1회 도포하고 완전 건조시킨다.
- 4) 각 재료별 제조사의 protocol에 따라 조직 양화재를 혼합한다.  
분말은 저울 (OHAUS SD-2020, CE Co., U.S.A.)로 무게를 측정하였고, 용액은 micropipet (PIPETMAN, Gilson Co., France)을 사용하였다.
- 5) 교합력에 의한 하중을 재현하기 위해 Flask press(EWL 5414, KaVo elektrotechnisches werk GmbH, Germany)로 1psi의 압력을 조직 양화재의 작업 시간을 고려하여 제조사의 지시대로 5분간 가했다.  
각 재료마다 보관 시간에 따라 6군당 (1h, 12h, 24h, 36h, 3days, 7days) 10개씩의 시편을 제작하여 총 60개의 시편을 구강 내와 유사한 조건을 만들기 위해 37℃ 100% Humidity 상태에서 보관하였다.  
각 군의 시편을 시간이 경과한 후 측정하였다.

## 2. 탄성 변형량과 탄성 회복량의 측정

측정기는 주문 제작한 creep 측정기를 사용하였다.

시편을 위치할 mold 하방에 Load cell (channel 2) (RDP Electronics Ltd.,UK)이 시편이 눌리는 정도를 인가하고 LVDT (channel 1) (GTX2500 RDP26486, RDP Electronics Ltd.,UK)은 시편에 하중을 직접 전하는 vertical arm의 lateral wing에 위치하게 하여 시편의 변형 정도를 연속해서 측정할 수 있게 하였다.

추가 올려지는 측정기의 lateral arm은 하중을 주려 할 때는 시편에 힘을 전달하는 vertical arm에 닿게 하여 vertical arm을 통해 시편에 하중을 주었다가 하중을 제거할 때는 lateral arm을 제거하여 시편의 회복되는 정도를 연속적으로 LVDT (channel 1)를 통해 변위량을 인가하였다.

시편을 담은 Chamber내에는 37℃, 100% humidity로 구강 내와 유사한 조건을 형성하여 주고 시편

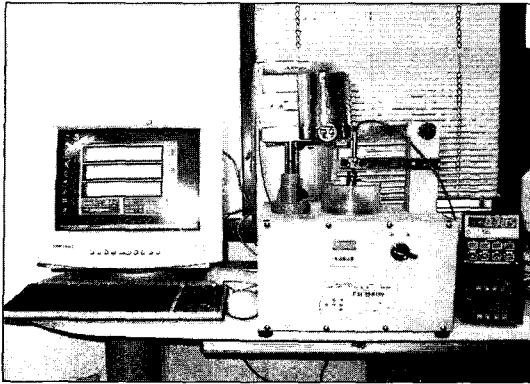


Fig. 1. Creep apparatus

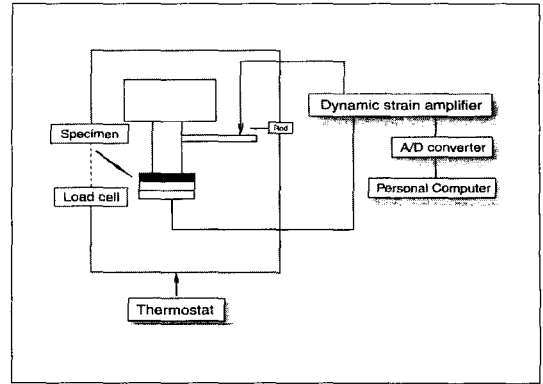


Fig. 2. Diagram of creep apparatus

에 6.4 Kg의 하중을 20초간 가한 후 load를 제거하고 40초 후까지 조직 양화재의 변위량을 계속하여 측정하였다.

이 때 하중은 hinge 움직임으로만 저작시 가장 힘을 많이 받는 제 1대구치와 제 2소구치의 저작력의 평균값에 면적에 가해지는 힘을 계산하여 6.4kg을 시편에 가했다.<sup>20,21)</sup>

37℃, 100% humidity에서 보관된 각각의 시편을 1시간, 12시간, 24시간, 36시간, 3일, 1주일 이 지났을 때의 탄성 변형량과 탄성 회복량을 측정하였다.

### 3. 측정 program

측정 Program은 주문 제작한 SYHAD9111 program 을 사용하였다.

Program은 Maximum은 최소값을 0, 최대값을 5로 하고, 최대 sampling 수는 120 point까지 setting 하였고, sampling frequency는 1초로 하였다. 이 Program은 LVDT <Channel 1>과 Load cell<channel 2>에서 인기되는 측정값을 바로 graph로 표시하여주고, sampling frequency로 setting한 시간마다 그 시간의 측정값을 저장한다.

### 4. 자료 처리

#### 1) 선형 체적 변화

조직 양화재의 선형 체적 변화는 다음과 같은 공식에 의해 백분율로 표현하였다.

$$\text{Dimensional change}(\%) = (Dt - Di) * 100/Di$$

Dt : the thickness of the tissue conditioner at each experimental time

<Channel 1>

Di : initial thickness of the tissue conditioner

### 5. 통계 분석

모든 통계 분석은 SAS 6.04 통계 패키지로 처리하였다.

Two-way ANOVA를 통계치가 재료와 시간에 따라 체적의 변화에 현저한 차이가 있는지 알기위해 시행하였다. One-way ANOVA는 체적 변화에 따른 유의차가 있는지, 두께에 따라 유의차를 알기 위해 시행하였고, 변위의 최대값의 비교는 5% 유의 수준에서 Tukey's method를 이용하였다.

그래프는 Axum ver 5.0 (Mathsoft Inc.)의 2D 선형 그래프에서 smoothing type을 lowess(% Points of use-10, Num Iteration-0)로 하여 얻었다.

## Ⅲ. 연구 성적

본 실험에서 측정된 3종의 조직 양화재 (Coe-Comfort, Visco-Gel, Soft-Liner)와 1종의 연성 이장재 (Coe-Soft)의 10개의 시편에서 12시간, 24시간, 36시간, 3일, 7일이 지났을 때 탄성 변형량의 평균을 얻었을 때 최대값과 하중을 주었다가 제거하고 충분한 탄성 복원이 일어났을 때 탄성 복원량은 다음 Table III와 Table IV와 같다.

혼합 후 1시간 시편은 4종의 재료 모두에서 모든

**Table III.** Mean value of visco-elastic dimensional change after loading at the 20sec & 60sec on 1.5mm specimens (n=10)

Ageing Materials	12h		24h		36h		3days		7days	
	D <sub>20</sub>	D <sub>60</sub>	D <sub>20</sub>	D <sub>60</sub>	D <sub>20</sub>	D <sub>60</sub>	D <sub>20</sub>	D <sub>60</sub>	D <sub>20</sub>	D <sub>60</sub>
Coe-Comfort	23.90 (6.37)	2.93 (0.98)	12.9 (2.11)	2.9 (0.80)	19.19 (2.21)	0.56 (0.06)	19.11 (1.50)	0.49 (0.05)	14.00 (2.24)	4.83 (1.15)
Visco-Gel	18.64 (2.83)	0.74 (0.23)	18.13 (1.76)	3.85 (1.82)	21.19 (2.33)	3.14 (1.34)	12.72 (1.71)	0.29 (0.12)	5.26 (2.18)	2.47 (0.53)
Soft-Liner	36.02 (2.95)	16.14 (1.82)	15.23 (2.25)	4.12 (2.11)	14.49 (1.65)	8.50 (1.24)	28.76 (1.02)	2.34 (1.63)	6.85 (1.12)	0.07 (0.01)
Coe-Soft	12.61 (1.59)	0.22 (0.08)	10.55 (1.18)	5.56 (1.84)	14.45 (1.67)	2.97 (1.84)	14.45 (1.17)	2.45 (1.06)	9.45 (1.71)	1.71 (0.27)

D<sub>20</sub> : mean value of visco-elastic dimensional change at 20 sec

D<sub>60</sub> : mean value of visco-elastic dimensional change at 60 sec

**Table IV.** Mean value of visco-elastic dimensional change after loading at the 20sec & 60sec on 3.0mm specimens (n=10)

Ageing Materials	12h		24h		36h		3days		7days	
	D <sub>20</sub>	D <sub>60</sub>	D <sub>20</sub>	D <sub>60</sub>	D <sub>20</sub>	D <sub>60</sub>	D <sub>20</sub>	D <sub>60</sub>	D <sub>20</sub>	D <sub>60</sub>
Coe-Comfort	18.94 (2.43)	0.11 (0.02)	13.5 (2.87)	7.51 (0.41)	18.80 (2.87)	4.95 (1.26)	15.69 (1.01)	0.34 (0.18)	12.55 (1.61)	2.42 (0.61)
Visco-Gel	19.67 (1.15)	0.31 (0.11)	18.97 (1.23)	0.05 (0.01)	17.6 (1.19)	0.1 (0.05)	19.28 (1.62)	0.29 (0.16)	16.37 (1.62)	12.87 (1.56)
Soft-Liner	19.23 (2.92)	1.09 (0.05)	9.84 (1.51)	2.99 (0.55)	16.27 (1.41)	1.88 (1.15)	12.97 (1.80)	1.32 (1.26)	16.45 (1.78)	0.66 (0.27)
Coe-Soft	18.88 (1.51)	3.45 (0.51)	25.06 (1.58)	12.41 (1.41)	22.17 (2.34)	5.96 (2.24)	16.39 (2.12)	0.73 (0.15)	10.86 (1.04)	3.13 (1.26)

D<sub>20</sub> : mean value of visco-elastic dimensional change at 20 sec

D<sub>60</sub> : mean value of visco-elastic dimensional change at 60 sec

시편에서 탄성 변형량이 크고 탄성 복원이 일어나지 않아 제외하였다.

4종의 재료 모두에서 탄성 변형이 일어난 후 탄성 변형량의 10개 시편군의 평균값(D<sub>20</sub>)은 하중에 의해 조직 양화재가 탄성 변형이 일어났을 때의 최대값이고, 이는 24시간 시편 군에서는 감소되었다가 36시간에는 증가하여 시간이 경과할수록 감소하였다. 충분한 탄성 복원이 일어난 후 영구 변형량의 10개의 시편의 평균값(D<sub>60</sub>)은 탄성 회복이 일어난 후 더 이상의 탄성 회복이 일어나지 않을 때의 변형량으로 시간과 두께에 따라 영구 변형량의 차이가 있었다.

실험한 조직 양화재의 충분한 탄성 복원이 일어난

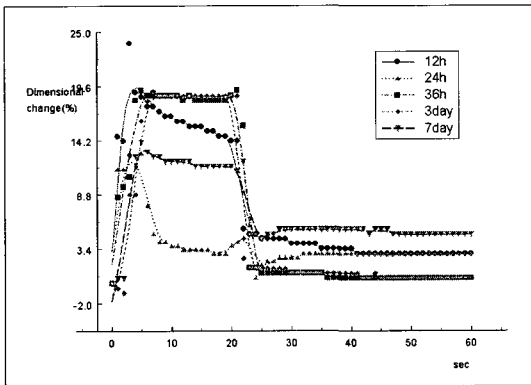
후 영구 변형량이 두께와 시간에 따라 차이가 있는 지 알아보기 위해 two-way ANOVA 결과는 다음과 같다.

본 실험에서 측정된 3종의 조직 양화재 (Coe-Comfort, Visco-Gel, Soft-Liner)와 1종의 연성 이장재 (Coe-Soft)를 시간에 따른 선형 체적 변화를 백분율로 표현한 평균 탄성 그래프는 다음과 같다.

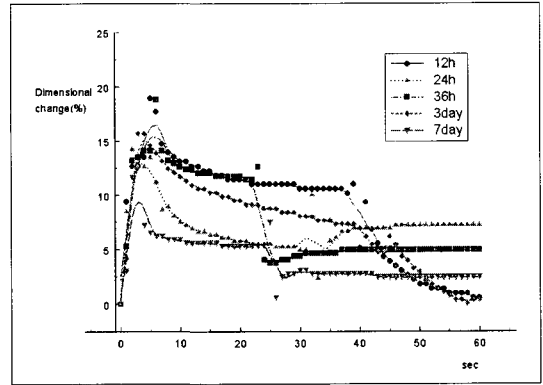
Fig. 3에서 보이듯, Coe-Comfort는 하중을 가했을 때 순간적으로 탄성 변형량이 증가하고, 서서히 가소성에 의한 Plateau(안정기)를 보이다가 20초 후 하중을 제거하면 순간적으로 탄성 회복이 되고 시간이 경과 할수록 서서히 점성에 의한 회복이 일어나다가

**Table V.** The results of two-way ANOVA for analyzing two factors : Ageing (12h, 24h, 36h, 3days, 7days) and thickness (1.5mm, 3.0mm)

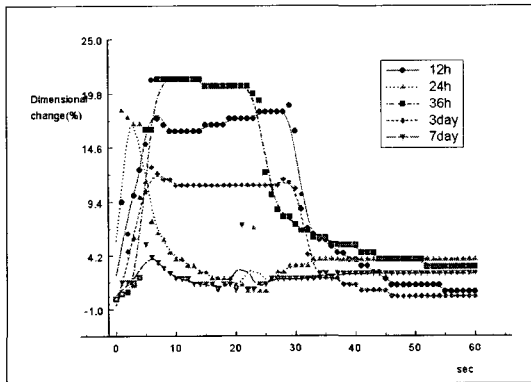
Source	df	Sum of squares	Mean square	F	Significance of F
Aged	5	8.748E+12	9.719E+10	1.781	0.000
Thickness	2	9.674E+12	1.934E+10	0.354	0.000
Aged×Thickness	10	14.446E+12	3.210E+10	5.883	0.000
Residual	90	1.309E+12	5.457E+10		
Total	100	1.246E+12			



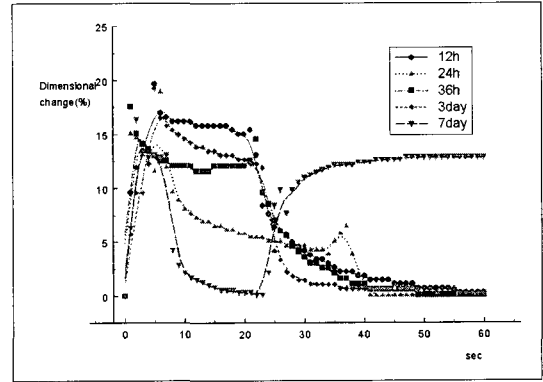
**Fig. 3.** visco-elastic dimensional change with time on Coe-Comfort 1.5mm specimen



**Fig. 4.** visco-elastic dimensional change with time on Coe-Comfort 3.0mm specimen



**Fig. 5.** visco-elastic dimensional change with time on Visco-Gel 1.5mm specimen



**Fig. 6.** visco-elastic dimensional change with time on Visco-Gel 3.0mm specimen

영구 변형을 보였다. 1.5mm 시편 군에서 변형량은 12시간 군에서 20% 미만의 변형량을 보이다가 24시간 군에서는 감소했다가 36시간 군에서 증가 했으며

시간이 지날수록 탄성 변형량이 감소한다. 이후 시간에 따른 차이를 보이지 않고 10-20%의 탄성 변형량을 보인다.(p)>0.05) 그러나 두께에 따라 1.5mm군

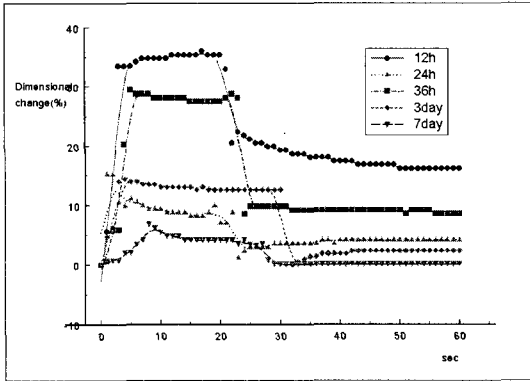


Fig. 7. visco-elastic dimensional change with time on Soft-Liner 1.5mm specimen

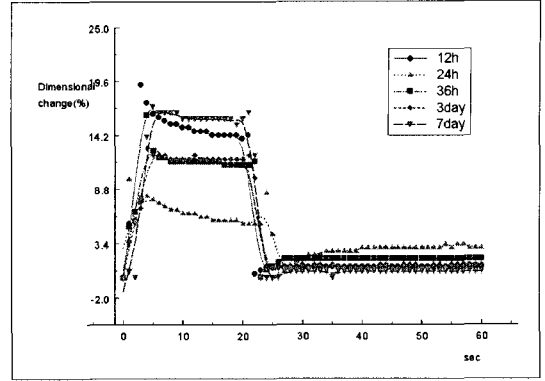


Fig. 8. visco-elastic dimensional change with time on Soft-Liner 3.0mm specimen

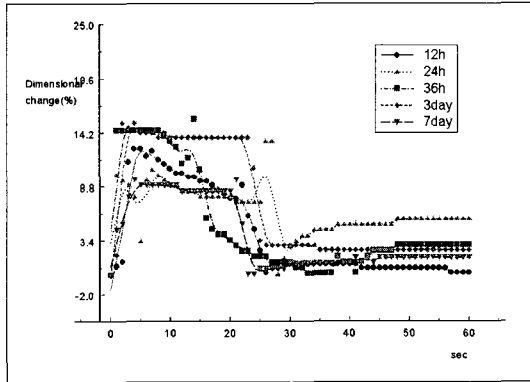


Fig. 9. visco-elastic dimensional change with time on Coe-Soft 1.5mm specimen

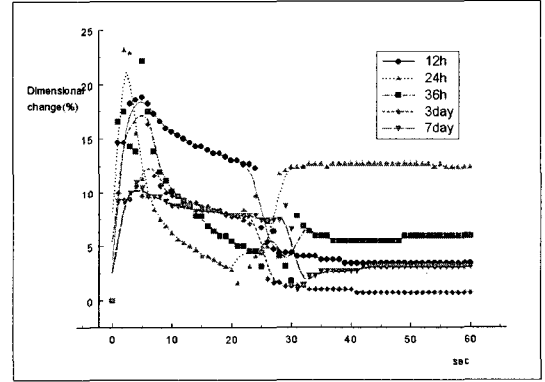


Fig. 10. visco-elastic dimensional change with time on Coe-Soft 3.0mm specimen

과 3.0mm군 간의 비교시 Coe-Comfort의 변형량에는 차이가 있었다. 3.0mm군에서는 “순간적으로 일어나는 탄성”에 의한 변화가 크고, 시간의 경과에 따라 서서히 일어나는 creep은 거의 없다. 또한 하중이 제거되었을 때는 순간적으로 회복되는 탄성 변형도 크다는 것을 볼 수 있다. 1.5mm군과 마찬가지로 24-36시간 군에서는 10-20%의 변형량을 보였다. 반면 Coe-Comfort는 7일군에서는 1.5mm군과 3.0mm군 모두에서 탄성복원력이 떨어지는 것을 볼 수 있다.

Visco-Gel은 12시간 군에서 안정기를 보이다가 24시간 군에서는 Coe-Comfort와 마찬가지로 순간적으로 일어나는 탄성 변형이 일어났다가 서서히 감소하였다. 24시간 군과 36시간 군에서는 탄성 회복을

보이다가 7일군에서는 탄성회복이 없고 하중에 의해 5% 변형된다. 1.5mm군은 하중이 가해졌을 때 변형을 보이지 않은 반면 3.0mm군에서는 탄성 변형이 조금 있으나 하중이 제거시 오히려 변형량이 증가한다.

Soft-Liner는 Visco-Gel이나 Coe-Comfort에 비해 상대적으로 큰 탄성 변형량을 보인다. 1.5mm 시편 군에서는 12시간 군에서 35%의 탄성 변형이 일어난 후 15% 까지 탄성 회복이 일어나고 15%의 영구 변형을 보인다. 24시간군은 10%의 낮은 탄성 변형을 보이거나 36시간군은 30%로 탄성 변형이 증가되었다. 3일군은 탄성 변형량이 감소하였고 7일군은 5% 미만의 탄성 변형을 보인다. 반면 3.0mm군에서는 시간에 관계없이 20%의 탄성 변형과 복원력을 보

인다.

Coe-Soft는 시간에 따른 탄성 복원력을 가지나 12-24 시간까지는 하중을 제거했을 때 일시적으로 오히려 변형이 증가하는 것을 볼 수 있다. 또한 24시간 군에서는 1.5mm군과 3.0mm군 모두 복원이 일어난 후 계속해서 탄성 변형이 일어난다. 1.5mm군에서 탄성 변형은 15% 일어난 후 이상적인 점탄성 그래프를 따르나 3.0mm군에서는 탄성을 가지지만, 순간적으로 탄성 변형이 일어난 후 하중 하에서도 계속해서 변형량이 감소하고 영구 회복량이 5%이상이다.

#### IV. 총괄 및 고안

조직 양화재는 변위된 연조직을 치료하고 기능 인상을 채득하는데 사용되어 왔다.<sup>3)</sup>

조직 양화재를 기능 인상재로 사용할 때는 조직 양화재의 점탄성 성질(visco-elastic property),<sup>5,14)</sup> 석고의 적합성,<sup>6,22)</sup> 미세부 재현성, 체적안정성<sup>23)</sup> 등과 관계 있다.

일반적인 점탄성 성질은 점탄성체에 외력이 작용하면 일차적으로 탄성 변형이 순간적으로 일어나고, 시간의 경과에 따라 서서히 변형이 증가하여 평형 상태에 도달한다. 한편 외력을 제거하면 탄성 변형은 순간적으로 회복되고, 이어서 점탄성적 변형으로 인해 시간 경과에 따라 서서히 변형의 일부가 회복되지만 영구 변형이 남는다.

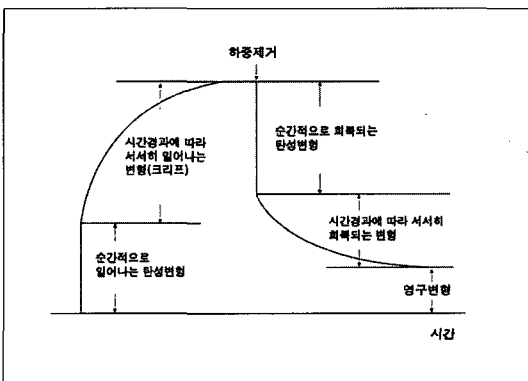


Fig. 11. The graph of visco-elastic material property<sup>27)</sup>

일반적인 조직 양화재의 기전은 분말과 용액을 혼합하면 alcohol이 분말 입자의 표면에 흡착되어 중합체 사슬간의 Van der Waals force가 붕괴되고 중합체 사슬의 분리가 일어나 분말 입자들이 부풀려진다. 이 중합체 사슬의 분리는 가소제의 큰 분자들이 중합체 사슬 사이로 침투되는 것을 허용한다. 혼합 후 조직 양화재는 gel화 되는데 이 gel의 matrix는 분말입자의 표면에서 일부 용해된 중합체 사슬과 alcohol, 그리고 가소제로 이루어져 있으며, 이 matrix안에 용해되지 않은 중합체 입자가 포함되어 있다. 이러한 일련의 과정은 화학적 반응이라기보다는 물리적인 변화라 할 수 있다.

처음 분말과 용액을 혼합하면 흐름성이 좋은 액체와 같은 성질을 보이다가 alcohol과 가소제의 침투가 일어남에 따라 점성이 증가되어 약 2-3분 내에 구강 내에 삽입할 수 있을 정도의 충분한 점조도를 갖는다. 약 15-20분에 경과하면 최종 gel화가 일어난다. 이러한 gel 상태에서는 외력에 의해 자체의 형태가 변화되는 가소성 (Plasticity)을 갖는다. 그러나 가소성은 시간이 경과함에 따라 탄성 (elasticity)으로 변해간다. 그 이유는 ethyl alcohol의 용출 (leaching), 물 흡수, 가소제의 용출이라는 세 가지 순서적인 결과이다. alcohol의 용출은 구강 내에서 타액과 접촉하자마자 일어나기 시작하여 대부분의 alcohol이 없어질 때까지 계속된다. 비록 물의 흡수로 약간의 연성이 증가될 수 있으나 추후에 일어나는 지속적인 가소제의 용출은 결국 조직 양화재를 딱딱하게 만들며 변형과 변색을 동반한다.<sup>30,31)</sup> 이러한 조직 양화재의 임상적으로 적용시, 물리적인 성질의 변화는 적용 후 수 시간에서 수일간은 plastic stage이어서 의치상이 기능 및 비기능 스트레스에 반응함에 따라 적합이 개선된다. 이후 elastic stage에 스트레스가 완화되며 조직이 회복하고, 1주나 2주 후에 firm stage에 도

하중 제거 : 하중을 가한 후 20초 후  
 $t=20$  (D<sub>20</sub>)

영구 변형 : 하중을 제거 후 40초 후  
 충분히 탄성 회복이 일어났을 때  
 $t=60$  (D<sub>60</sub>)



달하여 표면은 중합된 레진과 유사하지만 변질되기 쉬운 상태가 된다.<sup>10,11)</sup>

Wilson 등은 기능 인상을 위해서 조직 양화재는 어느 정도의 흐름성을 가져야하나 일단 형태가 인기된 후에는 탄성 복원 없이 안정되어야 한다고 하였다.<sup>17)</sup> 조직 양화재는 탄성과 점성이 복합된 점탄성적 특성을 가지고 있기에 외력이 작용하면 일차적으로 탄성 변형이 순간적으로 일어나고, 시간 경과에 따라 서서히 변형이 증가하여 평형 상태에 도달하게 된다. 한편 외력을 제거하면 탄성 변형은 순간적으로 회복되고, 이어서 점탄성적 변형으로 인해 시간 경과에 따라 서서히 변형의 일부가 회복되지만 어느 정도의 영구 변형이 남는다. 이 연구에서는 시간과 두께에 따른 조직 양화재의 탄성 변형량 및 탄성 복원량과 체적 안정성을 측정하였다.

본 실험에서 시간에 따른 탄성 회복은 실험한 조직 양화재에 따라 유의할만한 차이가 있다. ANOVA test 결과, 재료간의 탄성 변형량의 차이가 있다는 것과 탄성 회복의 상실이 시간에 따라 차이가 크다는 것을 알 수 있다. 또한 같은 재료일지라도 두께에 따라 탄성 변형과 회복량의 차이가 있고, 3mm의 시편군에서는 일반적인 점탄성적 성질과는 다른 결과를 보인다.

실험한 3종의 조직 양화재와 1종의 연성 이장재 모두에서 혼합 후 1시간이 지났을 때는 최대 변위가 되는 것을 볼 수 있는데, 이는 gel화가 일어났다고 해도 stress에 의해 시편의 형태가 변하고 점탄성이 적기 때문이다. 따라서 조직 양화재의 두께와는 관계없이 단시간만 기능시킨 후의 기능인상은 변형될 가능성이 크다고 할 수 있다. 이후 12-24시간 내에 모든 재료에서 점탄성을 가짐을 볼 수 있다. 반면 24시간일 때는 재료에 따라 차이는 있지만 재료와 두께와 관계없이 탄성 변형량이 적고, 일반적인 점탄성 그래프와 다른 형태를 보이는 것을 볼 수 있으나, 다른 시간에서의 탄성 변형량과의 차이에 유의성은 없었다. ( $p>0.05$ ) 일반적으로 조직 양화재에서 ethyl alcohol의 용출은 구강 내에서 타액과 접촉하자마자 일어나기 시작하여 대부분의 alcohol이 없어질 때까지 계속되고 추후에 일어나는 지속적인 가소제의 용출로 조직 양화재가 경화된다. 이를 고려할 때 조직 양화재가 일단은 gel화가 된 상태에서 12시간 정도에서 탄성을 가지나 ethyl alcohol과 가소제의 용출의

영향을 24시간이 경과하였을 때 크게 받기 때문이라 추측할 수 있다.

실험 결과 2-3일이 지난 후의 3종의 조직 양화재는 10-20% 정도의 탄성 변형량을 보이고, 탄성 회복이 일어난 후 5% 미만의 영구 변형을 보인다. 반면 혼합 후 7일이 경과한 후 탄성 변형량은 Coe-Comfort는 10% 미만이고, Visco-Gel과 Soft-Liner는 탄성 변형이 거의 없다. 탄성이 상실되는 것은 시간이 지날수록 용액에 함유된 ethyl alcohol를 비롯한 구성 성분이 빠져나가 flowlity가 떨어지기 때문이다.

이상의 연구 결과 실험한 3종의 조직 양화재에서 점탄성을 가지고 있어 탄성 복원이 일어나는 시기는 혼합 후 외력을 가하지 않았을 때는 36시간-3일까지이다.

조직 양화재가 기능 인상 재료로 사용될 때는 기능적인 stress에 의해 점진적으로 유동적이어야 하며 구강 구조의 정확한 형태를 복제해야 하기에<sup>14,24)</sup> 조직 양화재 자체의 점탄성에 관한 연구 결과는 기능 인상에 적용될 수 있다. 이는 기능적인 stress하에서 의치의 지지 부위의 정확한 정보를 얻고, 구강 내에서 제거되었을 때 인상면의 변형을 피하기 위해서는 석고를 주입하기 전에 적어도 24시간 이상 2-3일은 구강 내에 있어야 하며, 이 시간 중에 탄성은 충분한 정도에 도달한다는 Murata등의 연구들과 일치한다.<sup>23,25)</sup>

조직 양화재의 흐름성이 임상에서 의치의 내면에 긴밀한 적합을 형성하는데 있어 만족만 하지만, 더 적은 양의 체적 변화를 보이는 재료가 기능인상에 적합할 수 있다. 체적 안정성은 조직 양화재가 기능 인상 재료로 사용됨에 있어 물리적 성질을 평가하는 방법이자 구강 연조직의 정확한 기능인상을 결정하는 중요한 특성이다.

실험 결과 체적 안정성의 관점에서는 그래프에서 볼 수 있듯이 제조사와 두께에 따라 차이를 보이나, Visco-Gel은 두께에 관계없이 2-3일까지는 점탄성을 유지하다가 7일째에는 탄성을 보이지 않는 일정하고 안정화된 결과를 보이기 때문에 Visco-Gel이 보다 기능 인상에 적합하다고 볼 수 있다. 이는 Visco-Gel의 liquid가 상대적으로 낮은 비중의 ethyl alcohol(4.9% wt)와 higher-molecular-weight ester, Butyl phthalyl butyl glycolate(mol. wt, 336)를 함유하고 있기 때문이다.<sup>26)</sup> Coe-comfort의 체적 변화량은 상대적으로 적고 순간적인 탄성 변형과 탄성 복원이

크다는 결과를 보인다. 또한 혼합 후 7일 시편에서도 10%정도의 탄성 변형이 있고 탄성 복원이 일어난다. Coe-comfort는 다른 재료와 달리 lower-molecular-weight ester와 benzyl benzonate(mol. wt, 212)를 함유하고 있고 상대적으로 낮은 Powder/liquid ratio(1.2)를 보인다. 이와 같이 Coe-comfort와 Visco-gel은 서로 다른 중합체를 사용하고 있어 그에 따라 물성에 차이가 있다는 De Mot의 연구와 일치한다.<sup>28)</sup>

Soft-Liner는 1.5mm 시편에서는 Visco-Gel과 Coe-comfort에 비해 상대적으로 탄성 변형량이 크나 5% 미만의 영구 변형을 보인다. 반면 3.0mm 시편에서는 시간에 관계없이 15-20%의 탄성 변형량을 보인다. 탄성 변형량이 있어 다른 조직 양화재와는 차이를 보이는 것은 benzyl salicylate를 용액으로 사용하기 때문이며, 시편의 두께가 3.0mm로 두꺼우면 탄성이 시간의 영향을 거의 받지 않기 때문이다. 실험 결과 Soft-Liner를 기능인상재로 사용 시에는 1.5-2mm의 두께를 사용해야 적절한 탄성을 얻을 수 있다.

Coe-Soft는 시편의 두께가 얇을 때에는 약간의 불규칙한 점탄성을 가지나 두께가 증가하면 탄성 변형이 적어 복원이 잘 일어나지 않는다고 할 수 있다. 따라서 연성 이장재인 Coe-Soft는 재료 자체의 시간에 따른 탄성 복원력만으로 볼 때 기능 인상에는 적합하지 않다.

결과적으로 이 연구에서는 재료들 간에 시간에 따른 체적 변화 범위가 크다는 점에서 Jones등의 연구들과 비슷한 결과를 얻었다.<sup>8,14,26,32,33)</sup> Coe-comfort와 Visco-Gel은 1.5mm 시편 군에서 12시간에 20-30%의 탄성 변화를 보이나 Soft-Liner는 35%의 유의할만한 차이가 있는 탄성 변형이 일어난다. 7일 시편군은 Coe-comfort만 10% 이상의 탄성 변형량이 있고 나머지는 5% 미만의 탄성 변형이 거의 없다. 3.0mm 시편 군에서도 Soft-Liner는 탄성 변형량이 시간과 관계없이 10-20%이나 Coe-comfort와 Visco-Gel은 시간에 따라 탄성 변형량이 감소한다.

Coe-comfort와 Soft-Liner는 두께에 따라 탄성 변형량에 유의할 만큼 차이가 있다. Coe-comfort의 경우, 1.5mm 시편 군에는 하중을 주었을 때 순간적으로 탄성 변형이 증가하고 서서히 일어나는 탄성 변형은 거의 없이 일정하다가 하중을 제거하면 순간적으로 탄성 회복이 일어나는데 반해, 3.0mm 시편

군은 순간적인 탄성 변형이 일어났다가 하중 하에서도 탄성 회복이 있고 하중 제거시에 순간적으로 일어나는 탄성 회복도 1% 미만까지 크게 일어났다가 영구 변형이 일어난다. Soft-Liner도 1.5mm 시편 군에서는 시간의 경과에 따라 탄성 변형량이 감소했으나, 3.0mm 시편 군에서는 거의 일정한 탄성 변형이 일어났고 영구 변형은 거의 없었다.

본 연구에서는 조직 양화재 자체의 시간과 두께에 따른 탄성 변형량과 탄성 복원량만을 연구하였다. 물론 기능 인상시에 일어나는 저작력과 연화등을 고려하였을 때는 시편 자체에 thermocycling을 가하고 저작력을 계속 가하면서 시간의 경과에 따른 탄성 변화를 측정하여야한다. 그러나 현실적으로 조직 양화재에 thermocycling을 가했을 때 시편이 균일한 형태가 유지될 수 없고, 기능 인상시 저작력 수준의 하중을 계속 가하면서 시간에 따른 탄성 변형량을 연속적으로 측정하기는 어렵기 때문에 이에 대한 연구와 Graham 등이 언급한 것같이 in vivo와 in vitro 관계에 대한 연구가 더욱 요구된다.<sup>34,35)</sup>

이와 같이 시간에 따라 두께에 따라 체적 변화 범위가 크기 때문에, 기능인상을 채득하고 이에 따르는 가공 과정을 위한 시기를 결정하는 것보다 재료의 선택이 더 중요한 인자라 하겠다. 앞에서 언급한 바와 같이 각각의 조직 양화재의 체적 안정성을 잘 이해하고 기능 인상재로서 도포할 적절한 상태와 적합한 기능 인상재를 선택하는 것이 중요하다. 또한 주로 유동학적 (rheological) 성질을 조직 양화재의 국제적 기준 (international standard)으로 하기 때문에, 기능인상 재료로서 사용될 때 조직 양화재의 국제적 기준은 더 많은 연구가 필요하다고 보인다.

기능 인상법은 간단하면서도 실용적이어서 상당한 지지를 얻어왔다. 그 이유는 조직 양화재가 기능인상재로 사용될 수 있기 때문이었다. 이러한 조직 양화재는 기능 인상재로 사용하기에 비교적 쉬운 까닭에 남용되어 왔으며 많은 문제점이 있으나 그 사용에 주의를 기울인다면 임상적으로 유용하게 사용할 수 있을 것이다.

## V. 결 론

본 연구에선 임상적으로 많이 쓰이는 3종의 조직 양화재 (Coe-Comfort, GC Soft-Liner, Visco-Gel)

와 1종의 연성 이장재 (Coe-Soft)의 시간과 두께에 따른 점탄성 변형과 복원량을 측정, 체적 안정성을 비교하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 실험한 조직 양화재에서는 기능 인상을 채득한 후 임상적으로 점탄성을 상실하여 조직 양화재를 교체하거나 가공 과정을 하기에 적합한 변형이 적은 시간은 혼합 후 2일-3일이 경과했을 때이다.
2. 제조사와 조직 양화재의 종류에 따라 시간의 경과에 따른 탄성 변화량에는 유의할 만한 차이가 있다. ( $p < 0.05$ )
3. 실험한 조직 양화재에서는 1.5mm, 3.0mm 두께에 의해 탄성 변형량과 탄성 복원량에 유의한 차이가 있었고, 탄성 복원은 1.5mm 시편 군에서 더 많이 일어났다.
4. 조직 양화재 자체의 이상적인 탄성 변형과 복원력만을 비교 하였을 때는 실험한 군에서는 Visco-Gel 3.0mm군에서 가장 안정적인 탄성 변형과 복원을 보였다.
5. 연성 이장제인 Coe-Soft는 1.5mm 시편에서는 불균일한 점탄성을 보이나 3.0mm 시편에서는 탄성 변형 후 복원이 잘 일어나지 않았다.

이 연구의 결과로 실험한 조직 양화재에서는 시간에 따라, 두께에 따라 체적 변화가 크기 때문에, 임상적으로는 기능인상을 채득하고 이에 따르는 가공 과정을 위한 시기를 결정하는 것보다 사용 목적에 따른 재료의 선택이 더 중요한 인자라고 볼 수 있다. 따라서 각각의 조직 양화재의 체적 안정성을 잘 이해하고 기능 인상재로서 도포할 적절한 상태와 적합한 기능 인상재를 선택하는 것이 중요하다.

#### 참고문헌

1. Bergman B., Carlsson G.E.: Clinical long-term study of complete denture wearers. *J Prosthet Dent* 53:53-61, 1985.
2. Lamine G.A. The retention of complete dentures. *J Amer Dent Assoc* 55:502-08, 1957.
3. Chase W.W. Tissue conditioning utilizing dynamic adaptive stress. *J Prosthet Dent* 11:804-815, 1961.
4. Smith C.C. Method and composition facilitating fitting of dental appliances. United States Patent No.3,060,577, 1962.
5. Wilson, H.J. et al. Tissue conditioners and functional impression materials. *British Dental Journal* 121:9-16, 1966.
6. McCarthy J.A., Moser J.B. Tissue conditioning and functional impression materials and techniques. *Dental Clinics of North America* 28 : 239-251, 1984.
7. Harrison A. Temporary soft lining materials. *British Dental Journal* 151:419-422, 1981.
8. Jones D.W. et al. Chemical and molecular weight analyses of prosthodontic soft polymers. *Journal of Dental Research* 70 : 874, 1991.
9. Jones D.W. et al. Dental soft polymers: plasticizer composition and leachability. *Dental Materials* 4 : 1, 1988.
10. Boucher C.O. The relining of complete dentures. *J Prosthet Dent* 30: 521-526, 1973.
11. Starke D.E. et al. Physical properties of tissue-conditioning materials as used in functional impressions. *J Prosthet Dent* 27:111-119, 1972.
12. Jones D.W. et al. Chemical and molecular weight analysis of prosthodontic soft polymers. *J Dent Res* 70:874-879, 1991.
13. Kawano, F., Tada, N., Nagao, K. and Matsumoto, N. The influence of soft lining materials on pressure distribution. *J Prosthet Dent* 65:567-575, 1991.
14. Murata H. et al. Rheology of tissue conditioners. *J Prosthet Dent* 79:188-99, 1998.
15. Wilson, H.J. et al Tissue conditioners and functional impression materials. *British Dental Journal* 121:9-16, 1966.
16. McCarthy J.A., Moser J.B. Tissue conditioner as functional impression materials. *J Oral Reh* 5: 357-64, 1978.
17. Wilson H.J. et al. The assessment of temporary soft materials used in prosthetic Dentistry. *British Dental Journal* 37: 133, 1969.
18. Graham, B.S. et al. J. Clinical implications of resilient denture lining material research. Part1:

- Flexibility and elasticity. *J Prothet Dent* 62:421-428, 1989.
19. Murata H. et al. Dimensional stability and weight shanges of tissue conditioners. *J oral reh* 28(10):918-23, 2001 Oct.
  20. Brudevold F. A basic study of the chewing forced of a denture wearer. *J Amer Dent Assc* 43: 45-51, 1951.
  21. Brekhush P.M. et al. Stimulation of the muscles of mastication. *J Dent Res* 20: 87, 1941.
  22. Panagiotouni E. et al. Influence of tissue conditioners upon the surface hardness of dental stone and improved dental stone. *European Journal of Prosthodontics and Restorative Dentistry* 2 : 61-5, 1993.
  23. Murata H. et al. Dimensional stability and weight shanges of tissue conditioners. *J oral reh* 28(10):918-23, 2001 Oct.
  24. McCarthy J.A., Moser J.B. Tissue conditioning and functional impression materials and techniques. *Dental Clinics of North America* 28 : 239-251, 1984.
  25. Murata H. et al. The influence of immersion solutuions on the viscoelasticity of temporary soft lining materials. *Dental Materials* 12:19-24, 1996.
  26. Jones D.W. et al. Dental soft polymer: plasticizer composition and leachability. *Dental Materials* 4: 1-7, 1988.
  27. Kyung-Nam Kim et al. *Dental Materials* 3rd edi., Koonja Publishing LTD, 62-3,2001.
  28. De Mot B. et al. Visco-elastic properties of four surrently used tissue conditioners. *J Oral Reh* 11: 419-427, 1984.
  29. Braden J.F. et al Soft lining materials - A review. *European J Prosthodont Rest Dent* 3 : 163-174, 1995.
  30. Braden M., Causten B.E. Tissue conditioners. 3. Water immersion characteristics. *J Dent Res* 62:421-428, 1989.
  31. Jepson N.J.A. et al. Age change in the viscoelasticity of a temporary soft lining material. *J Dent* 21: 244-247, 1993.
  32. Jones D.W. et al. Gel strength and rate of gelation of soft polymers. *Dental Materials* 7:138-144, 1991.
  33. Jones D.W. et al. Dental polymers:Plasticiser composition and leachability. *Dental Materials* 4:1-7, 1988.
  34. Graham B.S. An in vivo and in vitro study of the loss of plasticizer from soft polymer-gel materials. *J Dent Res* 70:874-879, 1991.
  35. Graham B.S. A Clinical compliance of two resilient denture liners. *J Oral Reh* 17: 157-163, 1990.
  36. Qudah S. Soft lining materials in prosthetic dentistry: A review. *Int J Prosthodont.* 3: 477-483, 1990.
  37. Brown D. Resilient soft liners and tissue conditioners *British Dental Journal* 164:357-360, 1988.
  38. Chang-Mo Chung. *Atlas of Chairside Relining Technique.* Shinhung International Co.,49-56,2001.
  39. Ho-Yong Lee. A study on different amount of denture base displacement using soft denture relining material under masticatory force. *J. of Korean Academy Prosthodontics* 36:18-25,1998.

---

**Reprint request to:**

**Sung- Ho Choi, D.D.S.**

Department of Prosthodontics, College of Dentistry, Yonsei University

134, Shinchon- Dong , Sudaimoon-Gu, Seoul, 120-752, Korea

Tel. 82-2-361-8720

takion74@hanmail.net

ABSTRACT

**A STUDY ON THE VISCO-ELASTIC PROPERTIES  
OF FOUR CURRENTLY USED TISSUE CONDITIONERS**

Sung-Ho Choi, D.D.S, June-Sung Shim, D.D.S., Ph.D.,  
Hong-seok Moon, D.D.S., M.S.D., Ph.D., Moon-Kyu Chung, D.D.S., M.S.D., Ph.D.

*Department of Prosthodontic School of Dentistry, Yonsei University*

The dimensional stability of tissue conditioners characterizes the ability of the materials to yield accurate functional impressions of oral mucosa.

This study evaluated the viscoelastic property and the linear dimensional changes with the factor of time and thickness of tissue conditioners (COE-COMFORT™, Visco-gel, COE-SOFT™, Soft-Liner)

The thickness of these materials were changed (1.5mm, 3.0mm) and the percentage changes in dimension were measured at 1h, 12h, 24h, 36h, 3day, 7day after specimen preparation.

From the results large differences appear between the various tissue conditioners.

The results suggest that the period recommended for forming functional impression would be 2-3days after insertion in the mouth. in addition, it is important to select tissue conditioners suitable for functional impression because of the wide range of dimensional stability among the materials.

---

**Key words** : Functional impression, Tissue conditioner, Soft reliner, Visco-elasticity