수종 고무인상재의 유변학적 특성에 관한 비교

전북대학교 치과대학 보철학교실 및 구강생체과학연구소

홍준원·안승근·박주미·송광엽

고무인상재의 유변학적 특성은 높은 정확성을 가진 인상체의 채득에 중요한 역할을 한다. 그러나 국산 고무인상재의 유변학적 특성에 관한 연구가 거의 이루어지지 않았다. 이 연구는 국산 및 수입 고무 인상재의 유변학적 특성을 측정, 연구함으로써 임상적 과정에서 정확성 높은 인상채득에 도움이 되고자 함이다. 시판중인 Type 3 점성을 가진 6종의 고무인상재의 유변학적 특징을 측정하였다. 2종의 국산 폴리비닐실록산, 3종의 수입 폴리비닐실록산, 1종의 폴리이써, 1종의 폴리썰파이드에 대하여 plate 대 plate 형의 rotational rheometer인 HAAKE RHEOSTRESS 1® 이용하여 Mixing 후 900초간 G′, Loss tangent 값을 측정하였다. 각 제품 당 3회씩 측정 후 통계분석하였다. 국산 PVS, 수입 PVS, Polyether, Polysulfide 모두 G′의 S자형 증가와, Loss tangent 값의 S자형 감소를 보였다. 경화 후 G′ 값의 최대치는 Polyether였으며, 최소치는 Polysulfide였다. Loss tangent의 초기값은 폴리이써 인상재에서 가장 높았으며 국산 폴리비닐실록산 인상재에서 가장 낮았다. 같은 점조도를 가진 국산 PVS 와 수입 PVS의 G′ 값은 유의한 차이가 없었으나, 초기 Loss tangent 값에서 유의한 차이가 나타났다.

주요어: 치과용인상재, 탄성인상재, 유변학, 유변학적 특성

(대한치과턱관절기능교합학회지 2009:25(1):31~40)

서 론

치과용 탄성 고무인상재는 폴리썰파이드의 개발을 시작으로, 현재까지 축중합형 폴리비닐실록산, 폴리이써, 부가중합형 폴리비닐실록산 등이 개발되어 사용되고 있다. 치과용 탄성 고무인상재는 교차결합 반응에 의하여 3차원적 구조를 형성하며 중합반응이 일어난다. 이러한 교차결합 과정이 중합체의 견성 및 탄성을 결정한다.

한편, 유변학(rheology)이란 힘과 응력에 대한 액체의 흐름성 또는 고체의 변형을 연구하는 학문으로, 치과재료뿐 아니라 일반적인 고분자 화합물의 물성을 연구하는 학문 분야이다.

이러한 치과용 탄성 고무 인상재의 유변학적 특성은 높은 정확성이 요구되는 인상체에 중요한 역할을 한다.[1] 인상재는 구강내에 점성을 지닌 액상으로 적용되고, 3차원적인 교차결합반응에 의한 경화반응이 일어남에 따라 점탄성을 가진 고체의 형태로 변화된다.[2] 따라서 인상재의 유변학적 특성을 이해하는 것은 인상재의 조작

교신저자 : 송광엽
561-756, 전북 전주시 덕진구 덕진동 1가 664-14, 전북대학교 치과대학 보철학교실
skydent@chonbuk.ac.kr
원고접수일: 2009년 01월 22일, 원고수정일: 2009년 02월 15일, 원고채택일: 2009년 03월 25일

및 성공적인 인상채득에 큰 도움을 준다.[3)]

치과용 탄성 고무인상재는 반응 부산물이 없고, 변형 회복율이 높으며, 흐름성이 높고, 크기 변화가 적은 장점 때문에 임상에서 가장 많이 사용되고 있지만, 거의 전량, 수입에 의존하고 있는 것이 현실이다.[4)] 한편 국산 제품의 경우, 체적 안정성과 모형재와의 적합성 부분에 대한 연구가 이루어지고 있으나[4,5)], 인상재의 유변학적 특성에 대한 연구는 전무한 상태이다.

해외의 경우를 보면 인상재의 유변학적 특성에 대한 Braden[6)], Inoue와 Wilson[7)] 의 연구를 시작으로 여러 연구들이 시행되어 왔으며.[3,6-11)] 이러한 연구가 인상재의 경화에 따른 유변학적 특성을 설명함으로써 인상재의 사용에 큰 도움을 줬다.[10)]

최근 들어 물체의 동적 변화 시 유변학적 상태를 측정할 수 있는 동적 레오미터(dynamic rheometer)가 치의학에 적용되어, Martinez 등[11)]은 cone 과 plate 형의 레오미터를 이용하여 폴리비닐실록산의 베이스와 카탈리스트의 흐름성을 측정하였고, Berg 등[12)]은 plate 와 plate 형의 레오미터를 이용하여, 수종 고무인상재의 유변학적 특성을 측정하였다.

이 연구의 목적은 국산 치과용 탄성 고무 인상재 및 현재 시판중인 수입 인상재의 유변학적 특성을 동적 회전형 레오미터(rotational dynamic rheometer)를 이용하여 측정, 비교함으로써 임상의의 인상재 사용 시 정확한 인상 채득에 도움을 주기 위함이다.

재료 및 방법

1. 연구 재료

이번 연구에는 현재, 국내에 시판중인 6종의 수입 및 국산 치과용 탄성 고무 인상재를 사용하였다(Table I, Fig. 1). 2종의 수입 폴리비닐실록산(Imprint™ 3, 3M ESPE, Seefeld, Germany; Aquasil, Densply Caulk, Milford, U.S.A.), 2종의 국산 폴리비닐실록산(Denscan, Dentis, Daegu, Korea; Denta-sil, Sungbotech, Uijeongbu, Korea), 1종의 폴리이써(Permadyne™, 3M ESPE, Seefeld, Germany), 1종의 폴리썰파이드(PERMLASTIC®, Kerr Co. Romulus, U.S.A.)를 실험에 사용하였다. 현재 국내 제품은 폴리비닐실록산만 제조, 시판되고 있기 때문에 폴리이써와 폴리썰파이드는 수입제품만 실험에 사용하였다. 제품의 선택은 각 제품군 중 미국치과의사협회 규격 No.19 기준의 type III 인상재중 가장 흐름성이 좋은 제품을 선택하였다.[13)]

Table Ⅰ. Dental elastic impression materials used in the study

Product	Type	Manufacturer	Mixing ratio (base : catalyst)
Imprint™ 3 Light body	PVS , type III	3M ESPE , Germany	1:1
Aquasil Ultra XLV	PVS , type III	Densply, U.S.A.	1:1
Denscan light body	PVS , type III	Dentis, Korea	1:1
Denta-sil light body XLV	PVS , type III	Sungbotech, Korea	1:1
Permadyne™ light-body	PE , type III	3M ESPE, Germany	7:1
PERMLASTIC® light-body	PS , type III	Kerr, U.S.A.	1:1

*PVS : polyvinylsiloxane, PE : polyether, PS : polysulfide.



Fig. 1. Dental elastic impression materials used in the study.

2. 연구 방법

1) 점탄성 물질의 유변학적 특성

실험에는 plate와 plate 형의 회전형 동적 레오미터를 사용하였다(HAAKE Rheo -Stress I, Thermo Electron Co. Germany). 한 쌍의 평행한 plate로 이루어져 있으며, 반대편의 plate가 고정된 상태에서 상부의 plate가 시계방향과 시계반대반향으로 회전하면서 일정한 공간 사이에 재료를 위치시킨다. 전단력을 가하여 plate가 움직인 거리와 가한 전단력의 비를 전단응력이라 하고 γ로 표시된다. 완전 고체인 경우 전단력 $\tau=G\gamma$라는 선형식이 성립하고, 이 때 G를 탄성전단계수라고 한다. 만약 G가 상수의 관계가 성립한다면, 이는 Hooke's Law가 성립하고, 이러한 물체를 Hookean solid라고 정의한다. 유체의 경우, 전단력은 전단응력이 아닌 γ'(rate of shear strain)와 관계있고, 이때 전단력 $\tau=\eta\gamma'$으로 표현된다. η는 유체의 기능적인 점성도를 나타내는 계수이다. 만약 η가 상수라면, 이러한 유체는 newtonian fluid로 정의된다. [12,14-16]

한편 점탄성 물체는 순수한 고체도 유체도 아니기 때문에 전단 응력과 전단 응력비 모두와 연관되어 전단력이 존재한다. 인상재의 경우 구강내에서 처음 적용 시에는 유체의 성질을 보이다가 일정한 응력 하에서 교차결합이 진행되면서 탄성적인 성질을 지니게 된다.

본 실험에서는 인상재의 점탄성적인 성질을 조사하기 위해 조사하려는 인상재를 2개의 평행한 plate 사이에 위치시킨 후, 주어진 ω(angular frequency)에서 상부의 plate를 시계와 반시계방향으로 각각 회전시키며 측정하였다.[15] 만약 순수한 고체의 경우 전단력은 주어진 응력과 같은 위상에 존재하고, 순수한 유체라면 90°(π/2 Radians)만큼의 위상차가 존재하여 전단력이 작용하게 된다.[16] 따라서 점탄성 물체의 복소전단탄성율은 다음과 같은 식으로 표현된다. $G^*=G'+iG''$.

G′은 저장전단탄성율(storage modulus)이라고 하며, 물체의 고체적인 성질을 나타낸다고 볼 수 있다. G"은 손실전단탄성율(loss modulus)이라고 하며, G"/G′을 loss tangent(tan δ)라고 정의한다. loss tangent는 물체가 기능적으로 액체처럼 작용하는 가를 나타내는 지표라고 할 수 있다.[14]

2) 측정과정

모든 측정은 HAAKE Rheostress 1 (Thermo-electron, Germany)을 이용해 측정하였다 (Fig. 2.). plate와 plate 형의 센서인 PP20 센서를 사용하였으며, plate의 직경은 20mm이다. 상부 plate와 하부 Peltier plate와의 공극의 높이는 1mm로 설정하였고, 1Hz의 진동모드에서 3×10^{-3}Nm의 torque 하에서 측정을 하였다.[10] 실험 시 온도는 인상 채득 시 구강내의 온도인 32 ± 0.1℃를 plate상에 유지하였다.[17,18]



Fig. 2. Rheometer and PP20 sensor (HAAKE RheoStress 1).

측정 전, 상부 plate와 하부 Peltier plate의 영점 설정 시, 하부 Peltier plate를 32 ± 0.1℃로 설정하고, 하부 Peltier plate를 2분간 접촉시켜 상부 plate와 하부 Peltier plate가 모두 인상 채득 시 구강 내 온도를 지니도록 설정한다. 예열된 상부 plate를 초기 고정점(58 ± 1.0mm)까지 상승시킨 후, 하부 Peltier plate위에 제조사의 지시대로 혼합된 인상재를 주입한 후, 1mm의 공간을 가지도록 상부 plate를 위치시켰다. 카틸리지형의 인상재는 DS50 Automix gun(GC Co., Japan)을 이용하여 혼합 후 주입하였고, 튜브형인 Permadyne™과 PERMLASTIC®은 제조사의 지시대로 혼합 후 FLEE FLO Syringe(Kerr, USA)를 이용해 주입하였다. 이후, Rheowin Job Manager(Thermoelectron, Germany) 프로그램을 이용해 20초 간격으로 G′과 loss tangent를 46회 측정하였다(Fig. 3). 카틸리지 형의 인상재는 혼합 후 10초 이내에 측정을 시작하였고, 튜브 타입은 혼합 후 30초 이내에 측정을 시작하였다. 각 재료 당 3회 반복 측정하였고, 측정 중 상부 plate를 인상재가 덮을 경우, 측정에 오차가 발생할 수 있으므로, 측정 횟수에서 제외하고, 다시 측정하였다.

3) 통계 분석

측정 된 데이타 중 최대 G′ 값과 초기 tan δ의 평균과 표준편차 Windows 용 SPSS 12.0(SPSS Inc, Illinois, U.S.A.)를 이용하여 95% 신뢰도에서 일원분산분석을 시행하고, Tukey 다중범위검증법을 이용하여 각 그룹간의 통계적 유의성을 사후 검증하였다 ($p<.05$).

Fig. 3. Measurement by using RheoWin Job Manager.

결 과

6종류의 인상재의 시간에 따른 G′과 tan δ 값을 측정하여 기록하고, 이를 그래프로 정리하였다.

1. 시간 경과에 따른 G′의 변화

각 인상재 그룹에서의 시간 경과에 따른 G′의 변화를 측정한 결과, 6종의 인상재 모두에서 S-자형 증가가 나타났다. 900초 경과 후, 최대 G′ 값은 폴리이써인 Permadyne™ (Mean 0.8440, SD 0.1051)에서 나타났고, 최소 G′ 값은 폴리썰파이드인 PERMLASTIC®(Mean 0.2840, SD 0.0347)에서 나타났다. Permadyne™과 PERMLASTIC®에서는 900초 경과 후에도 지속적인 G′값의 증가 경향이 나타났다(Fig. 4).

2. 시간 경과에 따른 tan δ의 변화

각 인상재 그룹에서의 시간 경과에 따른 tan δ의 변화를 측정하였다. 6종 인상재 모두에서 작업시간 후 0점에 가까운 tan δ의 감소를 보였다. 초기 tan δ 값은 폴리이써인 Permadyne™에서 가장 높았으며(Mean 74.9433, SD 8.1617), 국산 폴리비닐실록산인 Denscan에서 가장 낮았다 (Mean 7.7123, SD 0.9012)(Fig. 5).

3. 인상재 종류에 따른 G′과 tan δ의 변화

각 인상재 그룹에서의 최대 G′값과 초기 tan δ 차이를 검정하기 위해 일원분산분석을 시행해본 결과, G′는 폴리비닐실록산, 폴리이써, 폴리썰파

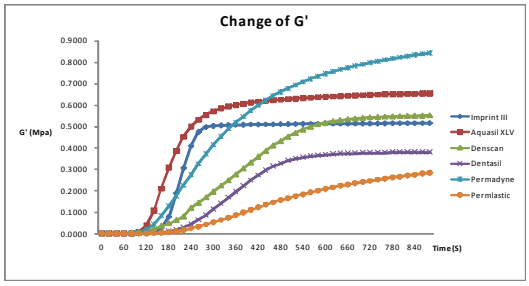

Fig. 4. Change of G′ by time after mixing.

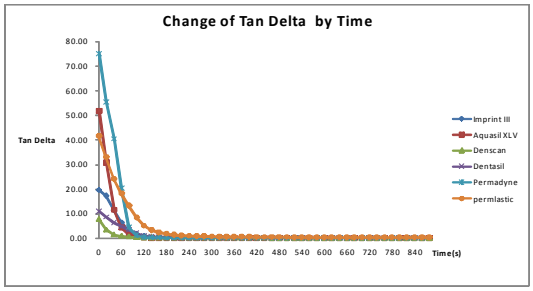

Fig. 5. Change of tan δ by time after mixing.

Table II. Statistical analysis of G′ in each group (p<.05)

Group 1	Group 2	Mean Difference (1-2)	Significance
PVS	PE	*-0.3185	0.0004
	PS	*0.2416	0.0045
PE	PVS	*0.3185	0.0004
	PS	*0.5601	0.0000
PS	PVS	*-0.2416	0.0045
	PE	*-0.5601	0.0000

Table III. Statistical analysis of Tan δ in each group (p<.05)

Group 1	Group 2	Mean Difference (1-2)	Significance
PVS	PE	*-52.4519	0.0004
	PS	-19.0361	0.1900
PE	PVS	*52.4519	0.0004
	PS	33.4158	0.0541
PS	PVS	19.0361	0.1900
	PE	-33.4158	0.0541

Table IV. Statistical analysis of G′ between imported polyvinylsiloxane and Korean polyvinylsilo'xane (p<.05)

Group 1	Group 2	Mean Difference(1-2)	Sig.
PVS I	PVS II	0.1192	0.1169
	PE	*-0.2589	0.0036
	PS	*0.3012	0.0010
PVS II	PVS I	-0.1192	0.1169
	PE	*-0.3781	0.0001
	PS	*0.1820	0.0399
PE	PVS I	*0.2589	0.0036
	PVS II	*0.3781	0.0001
	PS	*0.5601	0.0000
PS	PVS I	*-0.3012	0.0010
	PVS II	*-0.1820	0.0399
	PE	*-0.5601	0.0000

* PVS I : Imported PVS, PVS II : Korean PVS

이드 모두에서 유의성 있는 차이가 있었고, 초기 tan δ 값은 폴리비닐실록산과 폴리이써 사이에서만 유의성 있는 차이가 발견되었다(p<.05) (Table II, III).

4. 국산 인상재와 수입 인상재의 비교

국산 인상재와 수입 인상재의 G′ 값과 tan δ를 비교하기 위해, 국산 폴리비닐실록산과 수입 폴리비닐실록산을 다른 그룹으로 분리하여 일원분산분석을 시행한 결과, G′ 값은 국산 폴리비닐실록산과 수입 폴리비닐실록산 사이에서 유의한 차이가 발견되지 않았으나, tan δ 값은 국산과 수입 제품 사이에서 유의한 차이가 발견되었다 (p<.05) (Table IV,V).

고 찰

유변학이란 힘과 응력하에서 액체의 흐름성 및 고체의 변형을 연구하는 학문 분야로 여러 분야에서 응용되고 있으나, 치의학 분야에서는 매우 생소한 분야이다.[19)]

본 연구는 2종의 국산 폴리비닐실록산 인상재를 포함한, 4종의 폴리비닐실록산, 1종의 폴리이써, 1종의 폴리설파이드를 대상으로 인상재의 유변학적 특성을 측정하였다. 부가중합형 폴리비닐실록산 인상재는 뛰어난 체적안정성과 정확성, 오랜 보관 시간 후의 적은 수축, 생체 친화성, 편의성(청결, 무미, 무취, 빠른 중합) 등의 장점을 가지며 현재 가장 널리 사용되고 있다.[20)] 국내제품의 경우 부가중합형 폴리비닐실록산 인상재만 생산, 시판되고 있다. 폴리이써 고무인상재는 부

Table V. Statistical analysis of tan δ between imported polyvinylsiloxane and Korean polyvinylsiloxane (p<.05)

Group 1	Group 2	Mean Difference(1-2)	Sig.
PVS I	PVS II	*26.3872	0.0055
	PE	*-39.2583	0.0011
	PS	-5.8425	0.8803
PVS II	PVS I	*-26.3872	0.0055
	PE	*-65.6455	0.0000
	PS	*-32.2297	0.0056
PE	PVS I	*39.2583	0.0011
	PVS II	*65.6455	0.0000
	PS	*33.4158	0.0123
PS	PVS I	5.8425	0.8803
	PVS II	*32.2297	0.0056
	PE	*-33.4158	0.0123

* PVS I : Imported PVS, PVS II : Korean PVS

가중합형으로, 반응 부산물 없고 친수성의 성질을 띠지만, 상당히 단단하여 언더컷이 심한 부위는 블록아웃이 필요한 단점이 있다.[21] 현재 이 두 가지 종류의 인상재가 치과용 인상재의 주종을 이루고 있으며, 최근 두 가지 인상재 모두에서 급속 경화형이 개발되어 1-2개 지대치 형성한 치아의 인상에 사용되고 있다.[22]

Craig[2]에 의하면, 인상재는 적용 시 점성 액체와 같은 흐름성을 가지고, 재현하려는 구조에 흘러들어가야 하고, 변형에 저항하도록 적절한 탄성을 지니는 반응이 일어나야 된다고 하였다. 본 실험에서 G′(Storage modulus)과 G′에 대한 G"(Loss modulus)의 비율인 tan δ(Loss tangent) 값을 각각 물체의 고체성과 액체성을 평가하기 위해 사용하였다. G′은 회전 전단력을 가할 때, 지연되지 않고 바로 적용되는 힘을 나타내고, Tan δ는 점탄성 물질의 유체성을 나타내는 지표라고 할 수 있다. [12] 즉 , 모든 인상재의 측정에서 나타난 G′의 S자형 증가, tan δ의 영점에 가까운 감소는, Craig[2]가 제시한 인상재의 조건을 모두 만족시키는 것으로 볼 수 있다.

G′과 tan δ의 임상적인 측면에서의 의의를 살펴보면, 최대 G′ 값은 인상재의 경화 후, 구강내에서의 제거 및 모형의 제거와 관련 있다. 높은 tan δ값은 액체의 흐름성이 좋다는 것을 의미하는 것으로, 재현하려는 구조에 잘 흘러들어갈 수 있다고 가정할 수 있다.

시간 경과에 따른 G′의 측정에서 폴리이써인 Permadyne™에서 최대 G′값을 나타냈고, 폴리썰파이드인 PERMLASTIC®에서 최소 G′값을 나타냈다. 이것은 폴리이써가 높은 견고성을 가지고 있다는 기존 연구와 부합하였다.[23]

시간 경과에 따른 tan δ의 측정에서 6종의 인상재는 모두 혼합직후에는 높은 tan δ 값을 보였고, 일정시간 후 0점에 가까운 감소를 보였다. 이는 시간이 지난 후, 모든 인상재는 유체성을 나타내지 않는 탄성체로 변화하였다는 것을 의미한다.

본 연구에서 국산과 수입을 고려하지 않고, 통계 분석한 결과, 최대 G′ 값에서는 폴리비닐실록산, 폴리이써, 폴리썰파이드 모두 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다 ($p<.05$). 이 때 tan δ는 폴리비닐실록산과 폴리이써 사이에서만 유의성이 있는 것으로 나타났다.

한편, 국산 폴리비닐실록산과 수입 폴리비닐실록산을 각각 다른 군으로 일원분산분석 시행한 결과, 국산 폴리비닐실록산과 수입 폴리비닐실록산 사이에서 최대 G′ 값의 유의한 차이는 없었으나. 초기 tan δ 값에서 유의성 있는 차이가 발견되었다 ($p<.05$). 이는, 국산 폴리비닐실록산 인상재는 수입 폴리비닐실록산 인상재와 비교시, 경화 후 견고성은 비슷하지만, 초기 흐름성은 낮다고 평가할 수 있다.

하지만, 이 결과에서 수입 폴리비닐실록산이 국산제품보다 우수하다고 평가하는 것은 불분명하다. 왜냐하면, 이전의 연구들 중 인상재의 임상적용에서 가장 적절한 최대 G′과 초기 tan δ 값을 제시한 연구가 존재하지 않기 때문에 단순히 흐름성이 높은 제품이 정확한 인상체를 얻을 수 있다고 평가할 수는 없다.

또한 인상 채득 시 사용되는 인상체의 견고성에 더 큰 영향을 미치는 인상재군의 영향이 불분명한 것도, 단순히 이 연구에서 측정한 G′ 값만을 가지고, 인상체의 제거가 용이하다라고 결론지을 순 없다. 이 연구에서는 각 제품군 중 가장 흐름성이 좋은 미국치과의사협회 규격 No.19 기준의 type III에 부합하는 인상재를 측정에 사용하였다. Berg 등[12]은 인상체의 제거와 관련하여, 미국치과의사협회 규격 No. 19 기준 type IIII 인상재와 다른 군의 인상재를 함께 사용하여 인상채득 시, type III 인상재보다 type III 인상재를 감싸는 더 견고한 인상재의 양이 많기 때문에, 인상체의 제거와 관련된 type III 인상재의 효과는 적다고 하였다. 하지만 이를 뒷받침하는 과학적 실험 결과를 제시하지 않았기 때문에, 저자 개인의 의견이라고 판단된다.

따라서 앞으로 치과탄성고무인상재의 유변학적 특성에 관한 연구는 위에 언급한 두 가지 측면의 과학적 근거를 제시하는 연구가 추가되어야 할 것이다.

결 론

본 연구에서는 현재 국내에 시판중인 2종의 국산 폴리비닐실록산, 2종의 수입 폴리비닐실록산, 1종의 폴리이써, 1종의 폴리썰파이드의 유변학적 특성을 알기 위하여 plate 대 plate형의 동적 레오미터를 이용하여 900초 동안 32±0.1℃의 온도, 3× 10-3μNM의 토크, 1Hz의 회전율에서 G′과 tanδ 값을 측정 비교한 결과 다음의 결론을 얻었다.

1. 모든 인상재에서 혼합 후 시간경과에 따른 최대 G′ 값의 S-자형 증가와 초기 tanδ의 0점수준의 감소가 나타났다.
2. 폴리이써인 Permadyne™에서 가장 높은 최대 G′값을 나타내고, 폴리썰파이드인 PERMLASTIC®에서 가장 낮은 최대 G′값을 나타냈다.
3. 폴리이써인 Permadyne™에서 가장 높은 초기 tanδ 값을 나타내고 국산 폴리비닐실록산인 Denscan에서 가장 낮은 초기 tanδ 값을 나타냈으며, 폴리비닐실록산과 폴리이써사이의 초기 tanδ값에서 유의한 차이를 나타났다. ($p<.05$)
4. 국산 폴리비닐실록산과 수입 폴리비닐실록산 사이에서 최대 G′값에서는 유의한 차이가 없었고, 초기 tanδ 값에서는 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다($p<.05$).

각 그룹에서 나타난 G′값과 tan δ의 시간에 따른 변화는 모든 인상재가 유체의 형태로의 적용

되고, 일정시간 경과 후 견고성을 얻는 인상재의 조건을 만족시킨다고 할 수 있다. 최대 G′값의 비교는 Permadyne™이 경화 후 가장 견고성이 높고, PERMLASTIC®이 가장 견고성이 낮다는 것을 의미한다. 초기 tan δ 값의 비교는 혼합 직 후 초기 흐름성이 Permadyne™에서 가장 높고, Denscan에서 가장 낮다는 것을 의미한다. 국산 폴리비닐실록산과 수입 폴리비닐실록산의 G′값과 tan δ의 비교는 국산 폴리비닐실록산과 수입 폴리비닐실록산의 경화 후 견고성의 차이는 없으나, 초기 구강 내 적용 시 흐름성은 수입 폴리비닐실록산이 좋다고 판단할 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

1. Kenneth JA. Science of dental materials. 10th ed. Pennsylvania. SAUNDERS Co.. 1996:139-176
2. Craig RG. Restorative dental materials. 11th ed. St. Louis. Mosby Co.. 2001:330-69
3. Eyre D, van Noort R, Ellis B. The rheology of silicone rubber impression materials. J Dent 1989;17:171-6
4. Cho LR, Chung KH, Kim KN. Dimensional Accuracy of Polyvinylsiloxane Impression Materials and Improved Stone Materials. J Kor Dent Assoc 2000;38:757-764
5. Cho LR, Chung KH, Kim KN. Wettability of polyvinylsiloxane impression materials and improved stone materials. J Kor Dent Assoc 2000;38:191-199
6. Braden M. Characterization of the setting process in dental polysulfide rubbers. J Dent Res 1966;45: 1065-1071
7. Inoue K. Wilson HJ. Viscoelastic properties of elastomeric impression materials. 1. A method of measuring shear modulus and rigidity during setting. J Oral Rehabil 1978;5:89-94
8. Vermilyea SG, Huget EF, de Simon LB. Apparent viscosities of setting elastomers. J Dent Res 1980;59:1149-1151
9. McCabe JF, Carrick TE. Rheological properties of elastomers during setting. J Dent Res 1989;68: 1218-22.
10. McCabe JF, Arikawa H. Rheological properties of elastomeric impression materials before and during setting. J Dent Res 1998;77:1874-80.
11. Martinez JE, Combe EC, Pesun IJ. Rheological properties of vinyl polysiloxane pastes. Dent Mater 2001;17:471-6.
12. Berg JC, Johnson GH, Lepe X, Adan-Plaza S. Temperature effects on the rheological properties of current polyether and polysiloxane impression materials during setting. J Prosthet Dent 2003;90: 150-61
13. American Dental Association Specification No. 19, American Dental Association, Chicago, Ill.
14. 문탁진. 유변학. 1판. 민음사 1998.
15. 한국 유변학회. 유변학의 이론과 응용. 1판. 한국유변학회. 2001.
16. Natti SR : Design formulas for plastics engineers. 1st ed. Oxford University press. 1991.
17. Bunch J. Evaluation of hard direct relining resin. J Prosthet Dent. 1989;57:512-9.
18. Michailesco PM. An in vitro recording of variations in oral temperature during meal. J Prosthet Dent. 1995;73:214-8.
19. Park HJ, Kim CW, The rheology of the soft liner with 4-META. J Kor Acad Prosthodont. 2002;40: 269-274.
20. Chee WW, Donovan TE. Polyvinyl siloxane impression materials; a review of properties and techniques. J Prosthet Dent 1992;68:728-32.
21. Braden M., Causton B., Clarke RL. A polyether impression rubber. J Dent Res 1972;51:889-96.
22. Wadhwani CPK, Johnson GH, Lepe X, Radigrodski AJ. Accuracy of newly formulated fast-setting elastomeric impression materials. J Prosthet Dent 2005;93:530-9.
23. Craig RG. Review of dental impression materials. Adv Dent Res 1998;2: 51-64.

Comparative Study of the Rheologic Properties of Elastic Impression Materials

Jun-Won Hong, Seung-Geun Ahn, Ju-Mi Park, Kwang-Yeob Song

Dept. of Prosthodontics and Institute of Oral Bioscience, School of Dentistry, Chonbuk National University

The rheologic properties of elastic impression materials is a very important role as taking high accuracy impression. But, the studies that are focused on the rheologic properties of Korean elastic impression materials are not sufficient. The purpose of this study is to help clinical high accuracy impression taking by testing rheologic properties of elastic impression material that is made by Korea and other countries.

Six type III elastic impression materials are tested. Subjects are 2 Korean polyvinylsiloxane(PVS), 2 imported PVS, 1 polyether, and 1 polysulfide. HAAKE RheoStress 1®(Thermo Electron Co. Germany)is used in measuring. HAAKE RheoStress 1® is plate to plate type rheometer. All subjects is tested 3 times and measuring time is 900 seconds. We measured G´ and loss tangent after mixing. All elastic impression materials had a sigmoid shape on increasing G´ by time and decreasing loss tangent after setting, maximum G' is appeared highest in polyether, and lowest in polysulfide. Initial loss tangent is highest in polyether, and is lowest in Koreans PVS. Significant difference is showed in initial loss tangent between Korean PVS and imported PVS.

Key words: dental impression material, elastic impression material, rheology, rheological property, Korean impression material

Correspondence to : Kwang-Yeob Song
Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Chonbuk National University
664-14 Dukjin-Dong, Dukjin-gu, Jeonju, 561-756, Korea
E-mail : skydent@chonbuk.ac.kr
Received: January 22, 2009, Last Revision: February 15, 2009, Accepted; March 25, 2009