

시판 폴리비닐실록산 인상재의 물성에 관한 비교연구

강재경

신구대학 치위생과

색인 : 부가중합실리콘, 정밀인상재, 폴리비닐실록산

1. 서 론

치과 보철물을 제작하기 위해서는 준비된 치아와 구강의 인상채득, 모형제작, 왁스 패턴 제작, 매몰, 주조과정의 단계를 거치게 되는데, 각각의 단계를 거치면서 수축 또는 팽창의 크기 변화가 있을 수 있으나 이러한 변화를 최소화 하여 최종 수복물은 치아와 구강에 정확하게 적합 되어야 한다. 이를 위해서는 각 단계마다 정확해야 하고 그 첫 번째 단계인 인상채득은 치아 및 구강구조를 정확하고 정밀하게 복제해야 하고, 석고 모형이 제작될 때까지 변형이 없어야 정확한 수복물을 제작할 수 있다. 부정확한 인상의 수많은 원인이 인상채득 과정에서 발생할 수 있으며 인상재의 물리적 성질이 중요하다¹⁾.

정밀 인상재에 속하는 치과용 고무인상재는 성분에 따라 폴리설파이드, 축중합 실리콘, 부가중

합 실리콘, 폴리이써 인상재가 있으나 부가중합형 실리콘은 체적안정성이 매우 우수하고 냄새, 맛, 색상이 환자에게 거부감이 없으며 얼굴, 손, 기구 등에서 제거가 쉽고 옷에 쉽게 착색되지 않는다^{2, 3)}. Yeh 등⁴⁾은 부가중합형 실리콘 인상재는 경화시 낮은 체적변화, 낮은 크립, 적당히 짧은 작업시간, 적당한 찢김 저항으로 구강내 제거가 매우 뽀뽀하다고 했고, Corso 등⁵⁾은 폴리비닐실록산과 폴리이써와 같은 탄성인상재의 체적안정성과 정확성이 잘 알려져 있음을 보고했으며, 또한 Marcinak 등⁶⁾은 부가중합실리콘으로 일주일 후에 제작한 다이가 10분 후에 제작한 다이만큼 정확했다고 보고한 바 있다. 현재 정밀인상재로 부가중합형 실리콘인 폴리비닐실록산이 가장 많이 사용되고 있으며 여러 나라에서 다양한 제품이 시판되고 있다. 지금까지 고무인상재의 성분에 따른 물성에 대한 연구가 많이 이루어졌고 그 결과 폴리비닐실록산

인상재의 우수성이 증명되었으나 국산을 비롯하여 시판되는 수종의 폴리비닐실록산 인상재의 물성을 비교해볼 필요가 있다고 사료된다. 전 등¹¹⁾은 고무인상재의 유형에 따라 공통적인 성질이 있기는 하지만 동일한 인상재의 유형이라 할지라도 각 제품의 정확한 데이터를 참고하여 선택하는 것이 필요하다고 보고한 바 있다. 따라서 본 연구의 목적은 폴리비닐실록산 인상재 중 가장 많이 사용되고 있는 몇 가지 제품과 유일하게 생산되고 있는 국산 폴리비닐실록산 인상재의 물성을 비교하여 국산 고무인상재의 물성 향상을 위한 기초자료를 제공하고자 한다.

2. 연구재료 및 방법

2.1. 연구재료

본 연구에 사용된 실험재료는 친수성 폴리비닐실록산(polyvinylsiloxane) 인상재 light body로서 국산 인상재를 포함하여 5종(Perfect-F, 한대케미칼, Korea; Examix, GC, Japan; Contrast, VOCO, Germany; Express, 3M, U.S.A.; Extrude, Kerr, U.S.A.)을 선정하였으며 균일한 혼합을 위해 모두 automixing type을 사용하였다. 실험재료는 표 1과 같다.

2.2. 연구방법

본 실험은 다음 6가지 사항에 대하여 실험하였으며 찢김강도는 ASTM D624-91에 규정된 Die C 규격에 따라 시편을 제작하고 cross-head speed 500 mm/min으로 인장력을 가하여 파절시의 인장강도를 측정하였고 점주도, 압축 변형률, 변형회복률, 미세부 재현성, 선체적 변화율 등은 ISO 4823(1992) Dental elastomeric impression materials 규격에 따라 각 5개씩 실험하여 평균과 표준편차를 구하였으며 SPSS 통계프로그램을 이용하여 유의수준 0.05에서 일원 분산분석을 실시하고 Student Neuman-Keuls(S-N-K) 사후검정을 실시했다.

*ASTM : American Standards of Testing Materials

*ASTM D624-91 : Standard Test Method for Tear Strength of Conventional Vulcanized Rubber and Thermo-plastic Elastomers

3. 연구성적

3.1. 찢김강도

찢김강도는 표 2, 그림 1과 같이 ET, EP, PF, CT가 높았으며, EM가 가장 낮았다.

표 1. Materials used in this study

Product	Type	Code	Batch No.	Manufacturer
Perfect-F	light body	PF	CL2379911	Handae Chemical (Korea)
Examix	injection type	EM	103100X	GC (Japan)
Contrast	light regular	CT	93156	VOCO (Germany)
Express	light body regular set	EP	1BPLU5	3M (U.S.A.)
Extrude	wash	ET	1-2025	Kerr(U.S.A.)

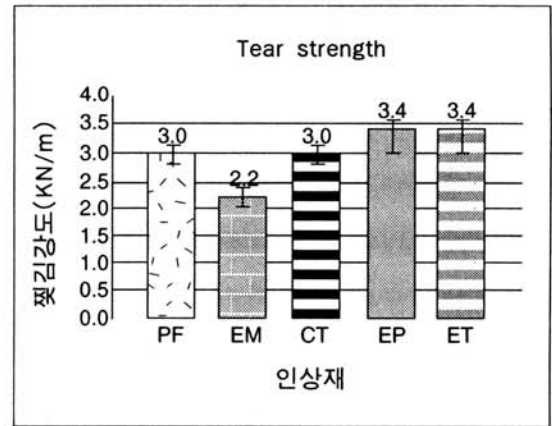


그림 1. Tear strength

표 2. Tear strength

(단위 : kN/m)

Product	PF	EM	CT	EP	ET	p-value
Mean±SD	3.0±0.2 ^b	2.2±0.2 ^a	3.0±0.4 ^b	3.4±0.4 ^b	3.4±0.2 ^b	<0.05

※ a, b : 같은 문자는 S-N-K 사후검정에서 집단간에 유의한 차이가 없는 것을 나타낸다.

3.2. 점주도

점주도는 표 3, 그림 2와 같이 CT가 가장 크고, 다음이 PF와 ET이며, EM와 EP가 가장 낮게 나타나서 CT가 가장 흐름성이 크고 EP와 EM의 흐름성이 가장 적었다.

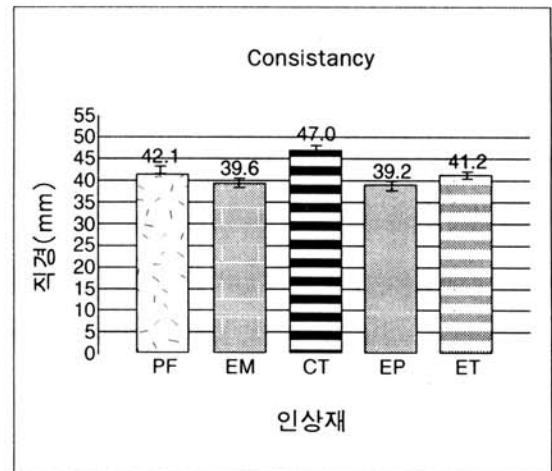


그림 2. Consistency

표 3. Consistency

(단위 : mm)

Product	PF	EM	CT	EP	ET	p-value
Mean±SD	42.1±0.6 ^b	39.6±1.2 ^a	47.0±0.7 ^c	39.2±1.0 ^a	41.2±0.8 ^b	<0.05

※ a, b, c : 같은 문자는 S-N-K 사후검정에서 집단간에 유의한 차이가 없는 것을 나타낸다.

3.3. 압축변형률

압축변형률은 표 4, 그림 3과 같이 EM, PF, CT, ET, EP 순으로 크게 나타났으며 모두 유의한 차이가 있었다.

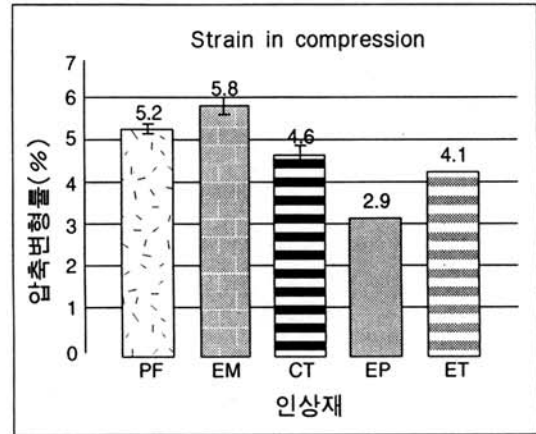


그림 3. Strain in Compression

표 4. Strain in Compression

(단위 : %)

Product	PF	EM	CT	EP	ET	p-value
Mean±SD	5.2±0.1 ^d	5.8±0.2 ^e	4.6±0.2 ^c	2.9±0.0 ^a	4.1±0.0 ^b	<0.05

※ a, b, c, d, e : 같은 문자는 S-N-K 사후검정에서 집단간에 유의한 차이가 없는 것을 나타낸다.

3.4. 변형회복률

변형회복률은 표 5, 그림 4와 같이 ET와 PF가 가장 우수하고, 다음이 EP와 EM이며, CT가 가장 낮았다.

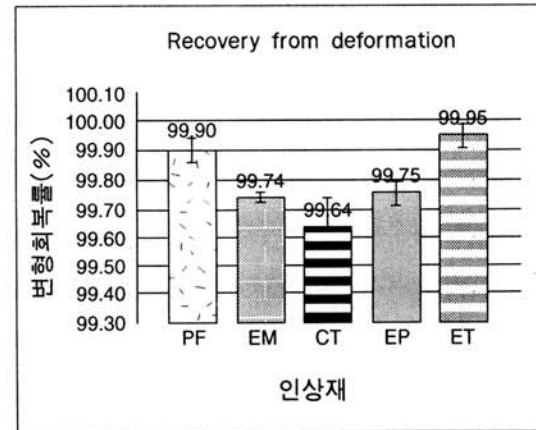


그림 4. Recovery from deformation

표 5. Recovery from deformation

(단위 : %)

Product	PF	EM	CT	EP	ET	p-value
Mean±SD	99.90±0.04 ^c	99.74±0.02 ^b	99.64±0.09 ^a	99.75±0.04 ^b	99.95±0.04 ^c	<0.05

※ a, b, c : 같은 문자는 S-N-K 사후검정에서 집단간에 유의한 차이가 없는 것을 나타낸다.

표 6. Detail reproduction

Line	Classification	PF	EM	CT	EP	ET
20 μ m	Entire reappeared to line	○	○	○	○	○
	Showed up line but to be not certain					
	Discontinuous of line					
	To be Not reappeared					

3.5. 미세부 재현성

미세부 재현성은 표 6과 같이 모든 제품이 20 μ m line을 확실히 재현하였다.

3.6. 선체적 변화율

선체적 변화율은 표 7, 그림 5와 같이 모든 제품이 약간 수축하는 경향을 보였으며 제품간에는 유의한 차이를 나타내지 않았다.

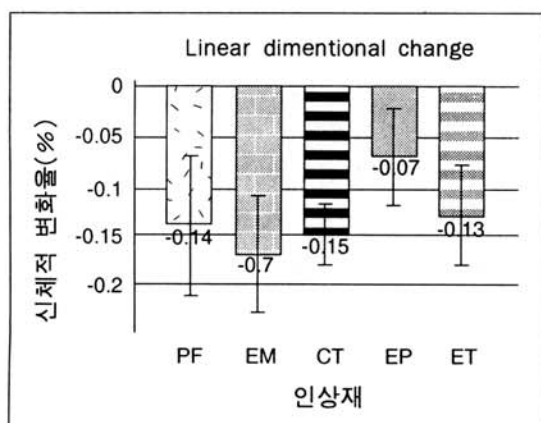


그림 5. Linear dimensional change

4. 증괄 및 고안

폴리비닐실록산 인상재는 반응부산물 발생되지 않으므로 크기 안정성이 우수하고, 정확하고 정밀한 미세부 재현성과 탄성회복이 우수한 인상재로 그 물리적 성질의 우수성이 오래 전부터 인정되어 왔다^{3, 7, 8)}. 따라서 현재 대부분의 치과의사들이 정밀 인상재로 폴리비닐실록산을 사용하고 있으며, 시판되는 정밀 고무인상재는 거의 모두 폴리비닐실록산 인상재이다. 많은 제품이 생산되고 있지만 치과의사에 따라 용도에 따라 선호도가 다르다. 현재 국산 폴리비닐실록산 인상재가 생산되고 있지만 외국제품에 비해 선호도가 낮고 국산제품에 대한 신뢰도가 낮은 것이 사실이다. 따라서 본 실험에서 고무인상재의 기본적인 물리적 성질로 찢김강도, 점주도, 압축변형률, 변형회복률, 미세부 재현성, 선체적 변화율 등을 비교하였다.

인상이 찢어지는 것은 일반적으로 인상이 얇

표 7. Linear dimensional change

(단위 : %)

Product	PF	EM	CT	EP	ET	p-value
Mean $\pm$ SD	- 0.14 $\pm$ 0.07	- 0.17 $\pm$ 0.06	- 0.15 $\pm$ 0.03	- 0.07 $\pm$ 0.05	- 0.13 $\pm$ 0.05	>0.05

은 부분에서 발생한다. 찢김 에너지가 높을수록 인상재의 찢김저항이 우수하다⁹⁾. 고무인상재의 인장강도와 찢김저항은 인상의 성공과 실패를 결정하는 중요한 요인이다¹⁰⁾. 인장강도는 좁은 인접면과 치경부에서 찢김에 저항하는 재료의 능력을 나타낸다¹¹⁾. 실험한 재료의 찢김강도는 EM(2.2kN/m)가 통계적으로 가장 낮았고, 국산을 비롯한 다른 제품은 모두 통계적인 차이가 없이 높았다.

Light body 인상재의 점주도에 대한 ISO 규격은 최소 직경이 36 mm 로 규정되어 있으며 모든 제품이 규격에 만족한 점주도를 가지고 있으나 제품들 간에는 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 점주도(consistency)의 직경이 크면 점도(점성, viscosity)가 낮아지며 흐름성이 커진다. 충전재의 비율이 적고 충전재 입자의 크기가 작으면 점도가 낮아진다³⁾. 본 실험결과 CT(47.0 mm)가 가장 흐름성이 높았고, PF(42.1 mm)와 ET(41.2 mm)가 중간이며 EM(39.6 mm)와 EP(39.2 mm)가 가장 낮은 것으로 나타났다. 점주도에 대한 연구는 거의 없지만 점주도 측정치의 직경이 클수록 흐름성이 크며 치대치의 좁은 인접면과 치은열구에 잘 흘러 들어갈 수 있다고 사료된다.

압축변형률과 변형회복률은 인상재의 탄성변형과 탄성회복과의 관계를 연관지어 생각해볼 수 있다. 인상채득 후 경화된 인상체를 구강에서 제거하거나 인상에서 경석고 모형을 제거할 때 탄성변형이 어느 정도 있어야 인상이 찢어지거나 모형이 파절되지 않고 언더컷 부위에서 제거하기 용이하다. 이는 압축변형률이 적당히 있어야 함을 의미하며, 또한 압축변형에 대한 탄성회복력에 의해 변형회복률이 높아야 정확한 보철물을 얻을 수 있다. 압축변형률에 대한 ISO 규격은 2~20% 이며 모든 제품이 규격에 만족하지만 각 제품 모두 통계적으로 유의한

차이를 나타냈다. 본 실험에서는 EM(5.8%), PF(5.2%), CT(4.6%), ET(4.1%), EP(2.9%) 순으로 크게 나타났다. 그러나 전 동¹¹⁾의 연구결과와는 다소간의 차이가 있지만 EP가 가장 낮은 것은 동일한 결과를 보였다. 따라서 EP는 구강내에서 인상 제거시와 인상에서 모형 제거시 응력을 많이 받고 용이하지 않으므로 주의해야 한다. 변형회복률에 대한 ISO 규격은 96.5~100%로 규정되어 있으며 모든 제품이 규격에 만족하지만 제품간에는 통계적으로 유의한 차이를 나타냈다. ET(99.95%)와 PF(99.90%)가 가장 높았고 다음이 EP(99.75%)와 EM(99.74%)이며 CT(99.64%)가 가장 낮았다. 전 동¹¹⁾의 연구에 의하면 영구변형률이 낮아야 변형회복률이 높다고 규정하고 있으며 EM, EP보다 PF가 가장 높은 영구변형률을 보였으므로 변형회복률도 낮아야겠지만 본 실험결과 PF는 EM, EP보다 변형회복률이 높았다. 영구변형률이 낮아야 변형회복률이 우수하다는 이론에서 두 가지 항목을 함께 실험한 보고는 없으므로 단정지을 수 없을 것 같고 앞으로 연구되어야 할 것으로 사료된다. 또한 본 실험에서 압축변형률과 변형회복률간의 어떤 연관성도 찾을 수 없었다.

Light body 인상재의 미세부 재현성에 대한 ISO 규격은 20 μ m를 재현하도록 되어 있는데 모든 제품이 만족되었다. 인상재의 정확성은 체적안정성에 달려 있다³⁾. 고무인상재는 약간의 중합수축을 하며, 이는 선체적 변화율로 나타난다. 선체적 변화율의 ISO 규격은 0~1.5% 이며 모든 제품이 24시간 후에 약간의 수축현상을 보였으나 규격에 만족하였으며 제품간에는 통계적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다.

이상의 실험에 사용된 폴리비닐실록산 인상재의 모든 제품이 ISO규격에 만족하였으나 선체적 변화율을 제외한 물성에 있어서 제품간에

유의한 차이를 나타냈다. PF와 ET는 찢김강도와 변형회복률이 우수하고, EM는 압축변형률이 가장 높고 찢김강도는 가장 낮으며, CT는 점주도와 찢김강도는 높고 변형회복률은 가장 낮게 나타났다. EP는 점주도와 압축변형률이 가장 낮고 찢김강도는 높게 나타났다.

이상적인 light body 고무인상재는 점주도 측정치와 찢김강도 변형회복률이 높고 적당한 압축변형률이 있으며 낮은 선체적 변화와 미세부재현성이 우수한 제품이어야 한다.

본 연구에서 실험된 제품의 물성에 있어서 국산 고무인상재의 물성이 외국제품의 인상재와 유사하거나 우수한 점을 파악할 수 있었다. 그러나 인상재는 인체의 구강 내에서 사용하는 것이므로 임상실험이 병행되어야 하며 본 연구는 재료의 물리적인 특성만을 파악할 수 있었으므로 연구의 한계점으로 지적할 수 있다. 따라서 임상실험과 더불어 인상재의 친수성, 석고 모형재와의 친화성 등에 대한 지속적인 연구를 통해 국산 인상재의 물성 향상이 필요하다고 사료된다.

5. 결 론

본 연구는 국산 고무인상재의 물성 향상을 위한 기초자료를 제공하기 위하여 시판되는 폴리비닐실록산 고무인상재로 국산을 비롯한 5종 제품에 대한 찢김강도, 점주도, 압축변형률, 변형회복률, 미세부 재현성, 선체적 변화율 등을 ISO 규격에 의해 실험한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 찢김강도는 ET(3.4kN/m), EP(3.4kN/m), PF(3.0kN/m), CT(3.0kN/m)가 가장 높았고, EM(2.2kN/m)가 가장 낮았다($p < 0.05$).
2. 점주도는 CT(47 mm), 다음이 PF(42.1

mm)와 ET(41.2 mm) 그리고 EM(39.6 mm)와 EP(39.2 mm) 순으로 흐름성이 컸다($p < 0.05$).

3. 압축변형률은 EM(5.8%), PF(5.2%), CT(4.6%), ET(4.1%), EP(2.9%) 순으로 높았다($p < 0.05$).
4. 변형회복률은 ET(99.95%), PF(99.90%)가 가장 높았고, 다음이 EP(99.75%), EM(99.74%)이며, CT(99.64%)가 가장 낮았다($p < 0.05$).
5. 미세부 재현성은 모든 제품이 20 μ m를 재현하였다.
6. 선체적 변화율은 모두 약간의 수축이 있었으며 제품간에 통계적으로 유의한 차이가 없었다($p > 0.05$).

모든 제품이 ISO 규격에 만족하였다.

참고문헌

1. Klooster J, Longan GI, Tjan AHL. Effects of strain rate on the behavior of elastomeric impression. J Prosthet Dent 1991; 66:292-228.
2. Williams PT, Jackson DG, Bergman W. An evaluation of time-dependent dimensional stability of eleven elastomeric impression materials. J Prosthet Dent 1984; 52:120-125
3. Mandikos MN. Polyvinyl siloxane impression materials: An update on clinical use. Aust Dent J 1998; 43:428-434.
4. Yeh CL, Powers JM, Craig RG. Properties of addition-type silicone impression materials. J Am Dent

- Assoc1980; march:482-484
5. Corso M, Abanomy A, Canzio JD, Zurakowski D, Morgano SM. The effect of temperature changes on the dimensional stability of polyvinyl siloxane and polyether impression materials. *J Prosthet Dent* 1998; 79:626-631
 6. Marcinak CF, Draughn DS. Linear dimensional changes in addition curing silicone impression materials. *J Prosthet Dent* 1982; 47:411-413
 7. Chee WWL, Donovan TE. Polyvinyl siloxane impression materials: A review of properties and techniques. *J prosthet Dent* 1992; 68:728-32
 8. Hosotani M, Katakura N, Kawakami M, Iijima K, Honma H. The Effect of Filler Content on Properties of Polymaddition-type Silicone Impression Material. *歯科材料・器械* 1990; 9(2):326-335
 9. Chai J, Takahashi Y, Lautenschlager EP. Clinical Relevant Mechanical Properties of Elastomeric Impression Materials. *Int J Prosthodont* 1998; 11:219-223
 10. Herfort TW, Gerberich WW, Macosko CW, Goodkind RJ. Tear strength of elastomeric impression materials. *J Prosthet Dent* 1987; 39(1):59-62.
 11. 전창주, 김준철, 정석민, 박영준. 치과용 고무인상재의 영구변형 및 압축변형률. *대한치과기재학회지* 2001; 28(1):73-80

Abstract

Comparative study on properties of commercial polyvinyl siloxane impression materials

Jae-Kyoung Kang

Dept. of Dental Hygiene, Shingu College

Key words : addition silicone, detail impression material, polyvinyl siloxane

The purpose of this study was to compared with the properties of commercial polyvinyl siloxane impression materials on the Korean product and the other country one. The materials used in this study were 5 hydrophilic polvinlyly siloxane impression materials of light body automixing type(Perfect-F, Handae Chemical, Korea; Examix, GC, Japan; Contrast, VOCO, Germany; Express, 3M, U.S.A; Extrude, Kerr, U.S.A.). Specimens of each impression material were fabricated from a mold with dimensions identical to that specified in ASTM D624-91 and were subjected to tensile lode at 500 mm/min until failure for tear strength. Properties of consistency, strain in compression, recovery from deformation, detail reproduction and linear dimensional change were tested according to the testing methods of the ISO specification no.4823(1992).

From this study, the following results were obtained

1. The tear strength values were high ET(3.4kN/m), EP(3.4kN/m), PF(3.0kN/m), CT(3.0kN/m), but the lowest was EM(2.2kN/m)($p < 0.05$).
2. In the consistency, CT(47 mm) had the highest value, followed by PF(42.1 mm), ET(41.2 mm), and EM(39.6 mm), EP(39.2 mm)($p < 0.05$). It means more flow that the consistency value is high.
3. The strain in compression values were high followed by EM(5.8%), PF(5.2%), CT(4.6%), ET(4.1%), EP(2.9%)($p < 0.05$).
4. In the recovery from deformation, ET(99.95%) and PF(99.90%) had the highest value,

followed by EP(99.75%), EM(99.74%) without statistical signification, CT(99.64%) had the lowest value ($p < 0.05$).

5. Detail reproduction reappeared to line 20 μm all products.

6. The linear dimensional change was a little shrinked all products, and there were not statistical signification ($p > 0.05$).

All products were satisfied the ISO specification.