

부가중합형실리콘인상재의 물리적 특성에 대한 연구

김 수 화
한양여자대학 치위생과

A Study on the Physical Properties of Addition Silicone Impression Materials

Soo-Hwa Kim

Department of Dental Hygiene, Hanyang woman's College, Seongdong-gu Seoul, Korea

ABSTRACT This study evaluated the properties of polyvinylsiloxane impression materials: Strain-in-compression, Elastic recovery, Consistency, and Wettability. Four polyvinylsiloxane impression materials(Examixfine, GC, Japan; Aquasilultra, Dentsply, USA; Extrude, Kerr, USA; Perfect-F, Handae, Korea) were used in this study. The measured data were analyzed with SPSSWIN 12.0 program. The results were as follows : 1. The strain-in-compression values showed that Extrude had the lowest value, 4.86% and Examixfine had the highest value, 6.78%. Significant difference between Examixfine and Perfect-F was not found but the other groups had significant differences(p=0.000). 2. In the elastic recovery test, Extrude had the highest, 99.83% and Perfect-F had the lowest, 96.54%. There is no significant difference between Examixfine and Aquasilultra. The other impression material groups showed significant differences(p=0.000). 3. The measurement of consistency results that the diameter of Examixfine was the largest, 45.12mm and one of Perfect-F was the smallest, 40.28 mm. No differences were shown between Examixfine and Aquasilultra and between Extrude and Perfect-F(p=0.001). 4. Aquasilultra had a better hydrophilicity(47.85°) than other materials. Perfect-F had a larger contact angle(94.89°) and was hydrophobic. There were significant differences between groups(p=0.000). 5. As for correlation among the test types, contact angle correlated with strain-in-compression, elstic recovery and consistency. The strain-in-compression had correlation to contact angle and elastic recovery. The elastic recovery correlated with contact angle and strain-in-compression. And the consistency had correlation to contact angle.

Key words Polyvinylsiloxane, Strain-in-compression, Elastic recovery, Consistency, Wettability, Hydrophilicity

서 론

인상재는 치아의 형태와 교합관계, 치아를 둘러싸고 있는 주위조직들을 정확하게 인기하여 정밀한 복제물을 얻기 위해 사용되는 재료이다. 다양한 인상재가 치과에서 사용되고 있다. 탄성고무인상재는 화학성분에 따라 폴리설파이드, 축합중합형실리콘, 부가중합형실리콘, 폴리이썬으로 구분된다. 고무인상재의 여러 조성들이 화학반응하여 탄성을 가진 고무인상재로 변화되는 과정을 중합이라고 한다¹⁾. 고무인상재는 중합에 의해 경화되는데, 이런 중합반응은 반응부산물인 수화수소염에 따라 축합중합과 부가중합반응 두가지가 있다. 폴리설파이드와 축합중합형실리콘의 경우는 축합중합반응을 하고, 부가중합형실리콘과 폴리이썬은 부가중합반응을 하는 인상재이다.

고무인상재의 경우, 초기에는 폴리설파이드가 주를 이루었다가, 이후에 축합중합형실리콘인상재가 개발되었다²⁾. 하지만 두 인상재 모두 축합반응을 하는 인상재이므로 중합 시 수축이

크게 발생하는 문제점을 가지고 있었다. 현재 가장 널리 이용되고 있는 고무인상재는 부가중합형실리콘인상재와 폴리이썬 인상재이다. 부가중합형실리콘인상재는 우수한 크기안정성, 변형회복력, 미세부 재현성을 가지고 있다. 더불어 부가중합형실리콘 인상재는 반응부산물이 없는 부가중합반응을 하므로 중합수축이 가장 적기 때문에 인레이, 크라운, 브릿지를 제작하는데 많이 사용되고 있다³⁾. 또한 부가중합형실리콘인상재로 인상채득 후 일주일 후에 제작한 석고모형이 인상채득 후 10분 후에 제작한 석고모형과 유사하게 정밀하다고 보고되었다⁴⁾.

인상채득은 정확한 최종 수복물을 만들기 위한 첫단계라고 말할 수 있다. 하지만 인상채득 시에는 정밀한 구강내 복제를 저해하는 요인들이 존재한다. 첫 번째 요인은 인상채득 시에 발생하는 영구변형이다. 영구변형은 인상채득 방법, 중합 시 트레이의 동요, 중합수축, 구강 내에서의 제거 방법 등이 영향 요인으로 작용할 수 있다. 두 번째 요인은 인상재의 미세부 재현성에 요구되는 성질들에 의한 영향이라고 볼 수 있다. 정확한 인상채득을 위해 요구되는 인상재의 특성 중 고무인상재에 대한 특성들은 ISO 4823에 규정되어 있고, 이 규격에서는 고무인상재의 탄성회복률, 압축변형률, 점주도, 작업시간, 석고 친화성 등을 규정하고 있다.

Corresponding author
Tel: 02-2290-2575
Fax: 02-2290-2579
E-mail: shkim1@hywoman.ac.kr

따라서 본 논문의 목적은 현재 시판되고 있는 4종류의 부가 중합형실리콘인상체의 정밀 인상체득에 영향을 미치는 두가지 요인, 즉, 찻째, 인상체의 영구변형에 영향을 주는 압축변형률과 탄성회복률을 평가하고, 둘째, 인상체의 미세부재현성에 영향을 미치는 점주도와 젖음성을 평가하는 것이다.

재료 및 방법

1. 연구재료

본 실험에는 4종류의 폴리비닐실록산 인상재를 사용하였고, 모든 인상재의 점도는 light body로 통일하였다. 실험에 사용된 재료는 Table 1에 나열되어 있다. 각 인상재는 제조사에서 권장하는 방법으로 혼합하였다. 실험에 사용된 모든 인상재는 automixing gun(Kerr, USA)을 사용하여 혼합하였고, 인상재의 점도에 알맞게 제공되는 mixing tip을 사용하였다. intra oral tip은 사용하지 않았다.

2. 연구방법

1) 압축변형률

인상재의 압축변형률 시험은 ISO 4823(2000)에 따라 시행하였다. 압축변형률을 측정하기 위하여 직경 12.5 mm, 높이 20 mm의 분리형 몰드에 인상재를 주입한 후, 37°C 수조에 넣고 제조사가 권장하는 경화시간 동안 두었다. 몰드는 유리판 위에 놓여졌고, 인상재를 주입한 다음 다른 유리판으로 덮어 시편을 제작하였다. 경화 후, 시편을 분리하여, 압축변형 시험을 위한 기구에 위치시키고, ISO에서 규정한 방법대로 총 12.25N의 하중을 가한 후 30초 후의 눈금을 읽어 압축변형률을 계산하였다. 시편은 인상재 그룹별로 5개씩 측정하였다.

2) 탄성회복률

ISO 4823(2000)에 따라 탄성회복률 시험을 시행하였다. 시편은 압축변형률 시험 시와 동일하게 제작하여, 탄성회복률을 측정하는 기구 위에 위치시켰다. 시편을 6 mm 변형시키고, 하중을 제거한 후에는 110초 동안 이완시킨 다음 눈금을 기록하였다. 각 그룹별로 5개씩 시편을 제작하여 실험하였다.

3) 점주도

제조사가 권장하는 방법으로 혼합한 인상재 0.5 ml을 유리판 위 폴리에틸렌 필름 위에 올린 후 다른 유리판과 필름으로 덮는다. 5초 동안 14.7N의 하중을 가한 후, 15분 동안 실온에서 경화시키고, 장축과 단축의 지름을 측정하여 평균을 계산하였다. 각 그룹별로 3회씩 측정하였다.

4) 접촉각

인상재의 젖음성을 평가하기 위하여 인상재 시편 위에 deionized water를 떨어뜨려 접촉각을 측정하였다. Digidrop

(GBX, France)을 이용하여 접촉각을 측정하였고, 물방울의 양은 3 µl, 접촉각은 물방울 dropping 후 10초에 측정하였다. 각 인상재 그룹당 4개의 시편을 제작하였고, 각 시편당 중복되지 않도록 3군데씩 접촉각을 측정하여 총 12번 측정하였다.

3. 자료분석

실험별로 수집된 데이터의 통계분석은 SPSSWIN 12.0 통계 프로그램을 이용하여 처리하였다. 각 실험별 인상재 측정값은 기술통계를 이용하여 평균과 표준편차를 산출하였고, 인상재 그룹별 차이는 one-way ANOVA를 이용하였으며, 사후검정은 Duncan multiple range test를 이용하였다. 압축변형률, 탄성회복률, 점주도, 접촉각의 실험내용 간의 상관관계를 알아보기 위하여는 Pearson's correlation coefficient로 분석하였다.

결과 및 고찰

1. 압축변형률

압축변형률은 Fig. 1과 같다. Extrude가 4.86%로 압축변형률이 가장 낮게 나타났고, Examixfine이 6.78%로 가장 크게 나타났다. 인상재 그룹간에서는 Examixfine과 Perfect-F 사이에는 유의한 값의 차이가 없었다. 이 그룹을 제외한 다른 모든 인상재 그룹에서는 유의성이 있는 것으로 나타났다 (p < 0.001).

압축변형률은 중합된 인상재를 구강 조직에서 제거할 때, 인상체의 손상없이 제거할 수 있는 유연성(flexibility), 인상체에 석고를 주입할 때 변형에 견딜 수 있는 뻣뻣함(stiffness), 경화된 석고모형을 파짐 없이 인상체에서 제거할 수 있는 성질을 모두 포함하고 있는 특성이다⁹⁾. ISO 4823에서는 light body 인상재의 압축변형률을 최소 2.0%에서 최대 20%까지로 규정하고 있다. 이 실험에서는 4종류의 인상재 모두 ISO 규격에서 규정하는 범위내의 압축변형률 값을 가진다.

인상재는 구강 내에서 경화된 후, 제거 시 10%의 압축력을 받는다¹⁾. 이러한 압축력은 인상체에 영구변형을 발생시킬 수 있다. Extrude는 이러한 압축력에 대한 변형이 가장 적어 우

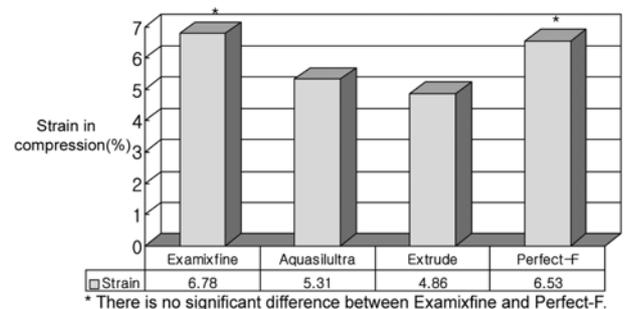


Fig. 1. Strain-in-compression.

Table 1. Impression Materials Used

Product	Manufacturer	Type	Viscosity	Lot Number
AquasilUltra	Dentsply/Caulk(USA)	Polyvinylsiloxane	XLV	0405 121
Extrude	Kerr(USA)	Polyvinylsiloxane	LV	5-2082
Examixfine	GC(Japan)	Polyvinylsiloxane	LV	0505 101
Perfect-F	Handae(Korea)	Polyvinylsiloxane	LV	CL 1670410

수한 특성을 보였는데, 이는 강⁶⁾의 연구와 비슷한 결과를 나타낸 것이다. 강⁶⁾의 연구에서는 Extrude의 압축변형률이 4.1%로 나타났고, Perfect-F는 5.2%로 나타났다. 더 높은 압축변형률을 가진다는 것은 더 유연하다는 것을 의미한다⁵⁾. 이 실험에 사용된 인상재 중 Examixfine이 가장 압축변형률이 크다는 것은 다른 인상재보다 유연하여 변형이 더 크게 발생했다고 볼 수 있다.

2. 탄성회복률

인상재는 인상을 구강 내에서 제거할 때 발생하는 10% 압축력과 다른 요인에 의한 변형에 대해 적절한 회복력이 필요하다. 이러한 변형에 대한 회복력이 탄성이다. ISO 규격에서는 고무인상재의 탄성회복률을 최소 96.5%로 규정하고 있고, 이 실험에 사용된 인상재는 모두 규정범위 이상이다.

Extrude의 탄성회복률이 99.83%로 가장 크게 나타났고, Perfect-F가 96.54%로 가장 낮게 나타났다(Fig. 2). Examixfine과 Aquasilultra 간에는 유의성이 관찰되지 않았으나, 다른 모든 인상재 그룹간에는 유의한 차이가 있었다($p < 0.001$). Extrude의 경우는 강⁶⁾의 연구와 유사한 결과를 보이지만, Perfect-F의 경우, 본 실험에서 더 낮게 나타났다.

구강 내에서 인상제거 시, 언더컷 부위에서 재료의 영구변형이 발생할 수 있다. 그러므로 이 부위의 탄성회복력은 인상재의 정밀도를 결정하는 중요한 요인이 된다. 부가중합형실리콘 인상재는 가장 영구변형이 적게 나타난다고 보고되고 있다⁷⁾.

3. 점주도

점주도의 측정결과는 아래 Fig. 3과 같다. Examixfine과 Aquasilultra, Extrude와 Perfect-F 간에는 유사한 값을 가지므로 유의한 차이가 보이지 않았다($p > 0.001$). Examixfine이 평

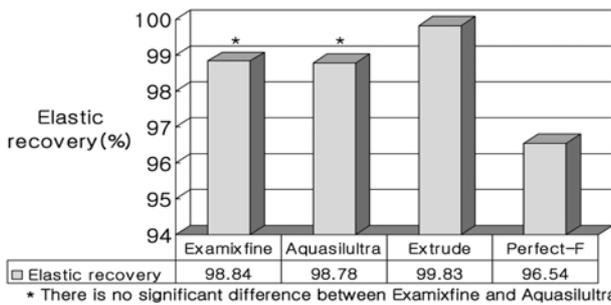


Fig. 2. Elastic recovery.

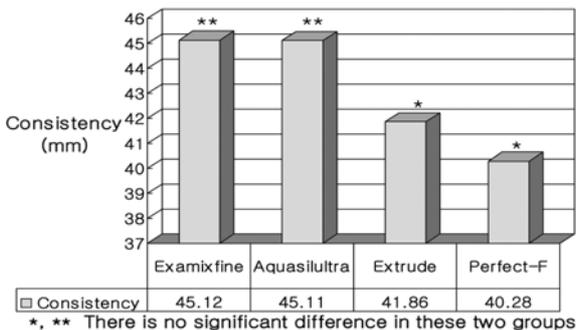


Fig. 3. Consistency.

균지름의 크기가 45.12 mm로 가장 크게 나타나 점주도 측정값이 가장 높았고, Perfect-F의 경우, 40.28 mm로 가장 낮은 측정값을 나타내었다. Extrude와 Perfect-F의 점주도 측정값은 강⁶⁾의 연구에서와 비슷한 값을 보였다.

점주도는 혼합된 고무인상재에 정하중을 가하였을 때 퍼짐 정도를 측정하여 흐름성을 평가한 것이다. ISO 4823에서는 light body의 점주도를 최소 36 mm 이상으로 규정하고 있으므로, 아래 4종류의 인상재는 모두 ISO 규격에 합당한 인상재이다.

점주도는 점성과 관련성이 있다. 점성이 낮으면 점주도 측정값이 커지고, 점성이 높으면, 점주도 측정값이 작아진다. 점성이 낮고 점주도 측정값이 크면 흐름성이 우수하다는 것을 의미하므로 미세부 재현성이 우수해진다.

4. 접촉각

인상재의 젖음성은 타액으로 항상 젖어있는 구강내 미세한 조직으로 인상재가 잘 흘러들어 갈 수 있도록 할 뿐 아니라, 석고모형재 주입 시, 인상체의 정밀한 부위까지 석고액이 잘 흐를 수 있도록 하여 기포의 형성이나 정밀도가 요구되는 부위를 날카롭게 재현할 수 있도록 해준다. 인상재의 젖음성은 고체에 대한 액체의 접촉각으로 나타낼 수 있다. 90°이상의 높은 접촉각은 젖음성이 낮은 소수성을 나타내는 반면에, 0°의 접촉각은 표면에 대한 완벽한 젖음성을 의미한다⁸⁾.

Fig. 4에서 보는 것처럼 Aquasilultra가 47.85°로 가장 접촉각이 작게 나타나 가장 우수한 젖음성을 보였고, Perfect-F는 접촉각이 94.89°로 접촉각이 크게 나타나 소수성 특성을 보였다. 인상재 종류별로도 각각 유의성이 존재하였다($p < 0.001$).

부가중합형실리콘인상재는 근본적으로 소수성이기 때문에 석고모형에 기포를 만들 수 있다. 최근 계면활성제를 포함한 친수성 인상재가 개발되어 판매되고 있어 구강조직 내에서나, 석고모형 제작 시 인상재의 젖음성을 개선시키고 있다. Lee 등⁹⁾의 연구에 의하면 nonylphenoxy group을 포함하는 비이온계 면활성제는 폴리비닐실록산인상재의 젖음성을 개선한다고 보고하고 있다. Lepe 등⁹⁾은 낮은 접촉각을 지니는 인상재는 모형재의 주입을 용이하게 하고, 지대치에 인상재가 잘 젖을 수 있도록 한다고 말하였다. 또한, 수분과 미세부 재현성의 관계에 대해서, Walker 등¹⁰⁾은 건조한 조건 하에서는, 미세부 재현성에 대한 충족도가 100%였지만, 수분이 있는 경우에는 충족도가 단지 29%였다고 보고하였다.

Aquasilultra, Extrude, Examixfine 인상재는 낮은 접촉각으로 높은 친수성을 나타내므로 구강내 미세한 부위까지 잘 흘러들어갈 정확한 인상체득 결과를 얻을 수 있고, 모형재 주입

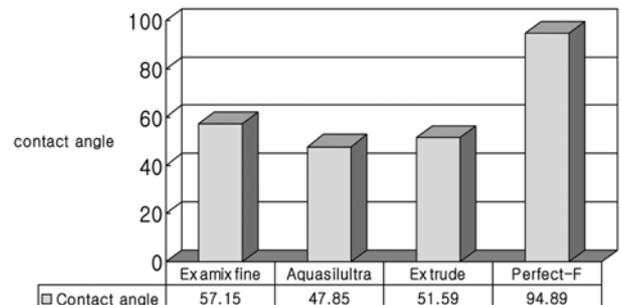


Fig. 4. Contact angle.

Table 2. The mean value of Strain-in-compression, Elastic recovery, Consistency and Contact angle

	Examixfine	Aquasilutra	Extrude	Perfect-F
Strain-in-compression	6.78 ± 0.07	5.31 ± 0.29	4.86 ± 0.07	6.53 ± 0.52
Elastic recovery	98.84 ± 0.38	98.78 ± 0.38	99.83 ± 0.04	96.54 ± 0.39
Consistency	45.12 ± 1.15	45.11 ± 1.05	41.86 ± 1.15	40.28 ± 0.61
Contact angle	57.15 ± 3.06	47.85 ± 1.43	51.59 ± 4.40	94.89 ± 1.36

Table 3. Correlation between tests

	Contact angle	Strain-in-compression	Elastic recovery	Consistency
Contact angle	1.000	0.592**	-0.893**	-0.597*
Strain-in-compression	0.592**	1.000	-0.601**	-0.071
Elastic recovery	-0.893**	-0.601**	1.000	0.462
Consistency	-0.597*	-0.071	0.462	1.000

* p < 0.05 ** p < 0.01

시에도 모형재가 인상체 표면에 잘 쫓겨하여 정밀한 복제물을 얻을 수 있게 할 것으로 사료된다.

Table 2에서는 압축변형률, 탄성회복률, 점주도, 젖음성에 대한 각 인상재별 평균값과 표준편차를 나타내었다.

5. 실험유형별 상관관계

압축변형률, 탄성회복률, 점주도, 접촉각의 실험내용 간의 상관관계를 분석하기 위하여 Pearson's correlation coefficient로 산출한 결과는 Table 3과 같다.

접촉각은 압축변형률, 탄성회복률, 점주도와 상관관계가 있는데, 탄성회복률과 점주도와는 음의 상관관계를 보였다. 압축변형률은 접촉각, 탄성회복률과 상관관계를 가졌고, 탄성회복률과는 음의 상관관계를 나타냈다. 탄성회복률은 접촉각, 압축변형률과 상관관계를 가지고 있었고, 모두 음의 상관관계를 보였다. 그리고 점주도는 접촉각과 음의 상관관계를 보였다.

압축변형률은 하중이 가해졌을 때 변형이 어는 정도인가를 측정하는 것이고, 탄성회복률은 하중이 가해진 후, 제거되었을 때, 어느 정도 회복하는가를 평가하는 것이다. 압축변형률이 크다는 것은 하중을 가한 후, 변형이 잘 발생한다는 것을 의미하고, 탄성회복률이 크다는 것은 하중을 가하였다가 제거한 후, 원래 형태로 돌아가려는 특성이 크다는 것이다. 따라서 Table 3에서 볼 수 있듯이, 두 값은 서로 음의 상관관계를 갖는다. 전 등¹¹⁾의 연구에서도 영구변형률이 낮아야 변형회복률이 높다고 나타났다. 이는 Huan 등⁵⁾의 연구에서도 같은 결과를 보이고 있다.

점주도와 접촉각이 음의 상관관계를 갖는다는 것은 점주도를 측정하는 인상재 직경이 클수록 접촉각이 작아진다는 것이다. 이는 인상재의 흐름성이 좋을수록 젖음성이 좋아진다는 의미이다. 인상재의 흐름성은 필러에 따라 결정되지만, 인상재에 포함되는 필러의 양은 매우 적기 때문에 젖음성에 영향을 미치지 못한다고 보고되었다¹²⁾. 인상재의 점주도와 젖음성에 대한 상관관계에 대한 많은 연구가 없으므로 이에 대해서는 더 많은 연구가 이루어져야 할 것이다.

전체적인 실험결과를 종합해 보면, Extrude가 탄성회복률과 압축변형률에서 가장 우수한 특성을 보였고, 접촉각도 낮아 친수성으로 조사되었다. 점주도를 측정한 인상재 직경의 측정값은 Examixfine이 가장 크게 나타났지만, 인상재의 젖음성은 Aquasilutra가 가장 우수해 친수성이 가장 높은 재료이었다.

Perfect-F는 탄성회복률에서 가장 낮은 성적을 보였고, 압축변형률도 낮게 나타나는 문제점이 관찰되었다. 점주도 측정값도 가장 낮게 나타났다.

위 실험 중 젖음성에 대한 내용은 ISO 규정에 포함되어있지 않다. 하지만 많은 연구에서 인상재의 젖음성이 석고모형의 기포와 미세부 재현성에 영향을 미친다고 보고되고 있다. 부가중합형실리콘인상재는 본질적으로 소수성인 특성을 가지고 있고, 또한 완전한 건조가 불가능한 구강 내 조건과 석고주입의 문제를 가지고 있으므로 친수성 부가중합형실리콘인상재가 개발되어 판매되고 있다. 최근에는 초친수성 인상재도 상용화되고 있다. 하지만 아직까지 초친수성 인상재에 대한 연구는 많이 행해지지 않았기 때문에 앞으로 다른 특성과의 관계에 대한 연구가 더욱 필요할 것으로 사료된다.

요 약

본 연구는 부가중합형실리콘인상재의 정밀 인상체득에 영향을 미치는 요인, 압축변형률, 탄성회복률, 점주도와 젖음성을 평가하기 위하여 현재 시판되고 있는 4종류의 인상재 Examixfine (GC), Aquasilutra(Dentsply), Extrude(Kerr), Perfect-F(Handae)를 이용하여 실험하였다. 실험 데이터는 SPSSWIN 12.0을 사용하여 분석하였고, 결과는 다음과 같다.

1. 압축변형률은 Extrude가 4.86%로 가장 낮게 나타났고, Examixfine이 6.78%로 가장 크게 나타났다. Examixfine과 Perfect-F 사이에는 유의한 값의 차이가 없었으나, 다른 인상재 그룹에서는 유의성이 있었다. (p < 0.001).
2. Extrude의 탄성회복률이 99.83%로 가장 크게 나타났고, Perfect-F가 96.54%로 가장 낮게 나타났다. Examixfine과 Aquasilutra 간에는 유의성이 없었으나, 다른 인상재 그룹간에는 유의한 차이가 있었다(p < 0.001).
3. 점주도의 측정결과에서 Examixfine이 점주도 값이 45.12 mm로 가장 높았고, Perfect-F의 경우 40.28 mm로 가장 낮은 점주도 값을 나타내었다. Examixfine과 Aquasilutra, Extrude와 Perfect-F 간에는 유의한 차이가 나타나지 않았다(p > 0.001).
4. 젖음성에서는 Aquasilutra가 47.85°로 가장 접촉각이 작게 나타나 친수성이 가장 우수하게 나타났고, Perfect-F는 접촉각이 94.89°로 접촉각이 크게 나타나 소수성으로

나타났다. 인상재 종류별로도 각각 유의성이 존재하였다 ($p < 0.001$).

5. 접촉각은 압축변형률($p < 0.01$), 탄성회복률($p < 0.01$), 점주도($p < 0.05$)와 상관관계가 있었고, 탄성회복률과 점주도와는 음의 상관관계를 보였다. 압축변형률은 접촉각, 탄성회복률과 상관관계가 있었고($p < 0.01$), 탄성회복률과 음의 상관관계를 나타냈다. 탄성회복률은 점촉각, 압축변형률과 음의 상관관계를 가지고 있었고($p < 0.01$), 점주도도 접촉각과 음의 상관관계를 보였다($p < 0.05$).

참고문헌

1. 한국치과재료학교수협의회: 치과재료학. 4판. 군자출판사, 서울, pp.125-159, 2006.
2. Wadhvani CP, Johnson GH, Lepe X, Raigrodski AJ: Accuracy of newly formulated fast-setting elastomeric impression materials. J Prosthet Dent 93: 530-539, 2005.
3. Kess RS, Combe EC, Sparks BS: Effect of surface treatments on the wettability of vinyl polysiloxane impression materials. J Prosthet Dent 83: 98-102, 2000.
4. Marcinak DF, Draughn DS: Linear dimensional change in addition curing silicone impression materials. J Prosthet Dent 47: 411-413, 1982.
5. Lu H, Nguyen B, Powers JM: Mechanical properties of 3 hydrophilic addition silicone and polyether elastomeric impression materials. J Prosthet Dent 92: 151-154, 2004.
6. 강재경: 시판 폴리비닐실록산 인상재의 물성에 관한 비교연구. 한국치위생교육학회지 1(2): 171-178, 2001.
7. Hondrum SO: Changes in properties of nonaqueous elastomeric impression materials after storage of components. J Prosthet Dent 85: 73-81, 2001.
8. 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.
9. 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.
10. 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.
11. 전창주, 김준철, 정석민, 박영준: 치과용 고무인상재의 영구변형 및 압축변형률. 대한치과기재학회지 28(1): 73-80, 2001.
12. Oh YI, Lee DY, Hwang SY, Kim KN, Kim KM: Effect of non-ionic surfactants on surface properties of hydrophilic polyvinyl siloxane impression materials. Colloids and Surfaces A: Physicochem Eng Aspects 229: 9-17, 2003.

(Received October 23, 2006; Accepted December 11, 2006)

