

혼합 방법과 보관 시간이 알지네이트 인상재의 체적 안정성에 미치는 효과

방현지¹ · 심현아² · 조영은¹ · 박은진^{1*}

¹이화여자대학교 의과대학 치과보철학교실, ²이화여자대학교 임상치의학대학원

Effect of mixing method and storage time on dimensional stability of alginate impressions materials

Hyun-Ji Bang¹, Hyun-Ah Shim², Young-Eun Cho¹, Eun-Jin Park^{1*}

¹Department of Prosthodontics, School of Medicine, Ewha Womans University, Seoul, Republic of Korea

²The Graduate School of Clinical Dentistry, Ewha Womans University, Seoul, Republic of Korea

Purpose: The purpose of this study is to compare the volume stability depending on the mixing methods and storage time for the conventional alginate and extended-pour alginate. **Materials and methods:** An arch-shaped metal model was fabricated, and one conventional alginate and two extended-pour alginates were used to take impressions using different mixing methods (hand and automatic). 120 impressions were taken (40 per each alginate) and stone models were made in accordance with the different storage times (immediate, 2 days, 5 days, and 6 days). The models were scanned with a 3D table scanner and dimensional change was measured by superimposing the scan data. Using SAS 9.4 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA), the general linear model and Tukey's post hoc test was conducted for statistical analysis ($P < .001$). **Results:** There was no statistically significant difference in the dimensional accuracy between two mixing methods, and the volume change was minimum when the stone was poured immediately in all groups. Dimensional accuracy showed a statistically significant difference between groups after 2 days of storage, and extended-pour alginate showed higher accuracy after 5 days of storage comparing to conventional one. Large amounts of volume change were showed at 2 - 5 days for conventional alginate and at 5 - 6 days for extended pour alginate. **Conclusion:** The mixing method of alginate does not affect volume stability. Although extended-pour alginate has better volume stability than conventional alginate for a long time, it is recommended to pour stone as soon as possible. (*J Korean Acad Prosthodont 2020;58:86-94*)

Keywords: Alginate; Dimensional stability; Extended-pour alginate; Mixing method; Storage time

서론

비가역성 하이드로콜로이드 인상재인 알지네이트는 치과영역에서 가장 많이 사용되는 재료 중 하나이며, 알지네이트 인상으로 제작된 석고 모형은 치료 계획단계에서 필수적이다.¹⁻³ 알지네이트 인상재는 취급이 쉽고 믿을만한 재현성을 가지며 경제적인 장점이 있으나, 수분 흡수(imbibition)로 인한 팽창 및 수분 증발과 이액현상(syneresis)으로 인한 수축으로 변형되기 쉬워 체적안정성이 좋지 않다는 단점이 있다.⁴ 여러 선행연구들에 따르면 알지네이트 인상체를 100% 습도 환경에서 보관하더라도, 시간이 경과함에 따라 지속적인 인상체 내부에서의 수축과 표면

에서의 지속적인 수분 흡수, 이액현상으로 인해 체적 안정성은 감소하게 된다.⁵⁻⁷ 이전 연구들에서 인상체 보관시간에 따른 체적 안정성을 평가하였는데, 전통적인(conventional) 알지네이트는 인상채득 후 즉시 석고를 주입하는 것이 가장 좋고, 늦어도 30분 이내에 석고 주입을 추천했다.⁸⁻¹¹ Davies¹²도 알지네이트는 인상 강도가 낮고, 이수 현상으로 인해 보관 시 체적 안정성이 감소하기 때문에, 즉시 석고를 주입하는 것이 가장 좋다고 하였으며, Sawyer 등¹³ 또한 폴리이써 인상재와 비교하여, 하이드로콜로이드 인상재는 석고 주입 시간이 지남에 따라 변형률이 높으며 적절한 보관 방법이 없기 때문에, 인상 채득 후 즉시 모형 제작을 권하였다.

*Corresponding Author: Eun-Jin Park

Department of Prosthodontics, School of Medicine, Ewha Womans University Mokdong Hospital, 1071 Anyangcheon-ro, Yangcheon-gu, Seoul 07985, Republic of Korea
+82 (0)2 2650 5042: e-mail, prosth@ewha.ac.kr

Article history: Received December 19, 2019 / Last Revision February 13, 2020 / Accepted February 17, 2020

©2020 The Korean Academy of Prosthodontics

©This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

전통적인 알지네이트의 경우 석고의 즉시 주입이 추천되나 실제 임상에서는 즉시 주입이 어려운 경우가 발생하며, 제조사 지시대로 정확하게 사용할 경우 최대 48시간까지 보관할 수 있다고는 하지만, 이때 모델의 정확도에 관해서는 논란의 여지가 있다. 이에 따라, 보관 시간이 경과해도 우수한 체적 안정성을 가지는 알지네이트 인상재의 개발을 위해 알지네이트 파우더의 조성을 달리하여 체적안정성을 향상시키고자 하는 노력들이 있어왔다. Fellow와 Thomas⁷은 나트륨에 대한 칼슘의 비가 높은 알지네이트에서 체적안정성이 높고, 높은 필러함량을 가진 경우 저분자 폴리머 사슬이 있는 경우가 높은 체적안정성을 보임을 보고했다. 현재는 이러한 연구들의 성과로, 많은 제조사에서 필러와 기타 성분을 추가하여 체적안정성을 개선한 새로운 알지네이트(extended-pour alginate)를 출시했다. 여러 연구에서 이 새로운 인상재는 120시간까지도 안정성 있게 체적을 유지할 수 있다고 보고되었다.^{4,14,15}

알지네이트 인상과정에서 혼수비, 혼합 시간, 혼합 방법(수동, 자동) 등 다양한 요소가 모형의 정확도에 영향을 미친다. 알지네이트 자동 혼합기는 혼합의 일관성과 편의성 등의 장점이 있어 임상에서 활발하게 사용되고 있으나 혼합 방법이 모형의 정확도에 미치는 영향에 대해서는 상반된 연구 결과들이 존재한다.^{16,17}

이에 본 연구에서는, 전통적인 알지네이트와 2종류의 extended-pour 알지네이트에서, 혼합 방법과 보관 시간이 체적 안정성에 미치는 영향을 모형 스캔 및 중첩을 이용하여 분석하고자 한다.

재료 및 방법

1. 금속 주모형 제작

Kaiser와 Nicholls¹⁸가 고안한 방법에 따라, 악궁 형태와 유사한 주모형의 중심부에 기준이 되는 중심점(centric point)을 표시하고 5개의 지대치를 동일한 평면상에 좌우 대칭이 되도록 위치

시켰다. 지대치는 중절치 중간 부위, 양쪽 제1소구치와 제2대구치 부위에 위치하도록 하였고, 각 지대치 중앙에 중심점을 형성하여 중첩 시 참고점이 되도록 하였다. 모형의 측면은 3°의 경사를, 지대치 측면은 치아 장축에 대하여 7°의 경사를 갖도록 하고 치경부에서 치면에 대해 3°의 언더컷을 부여하였다 (Fig. 1A).¹⁹

2. 알지네이트 인상채득 및 모형 제작

기성 금속트레이를 아크릴판에 고정하였고, 트레이와 아크릴판 사이에는 3 mm의 인상재가 빠져나올 공간을 부여하였다. 주모형에 수직적 위치를 고정하는 3개의 기둥(positioning rod)을 설치하여 지대치와 트레이 사이에 3 - 5 mm의 공간이 생길 수 있도록 하였다 (Fig. 1B, 1C).

한가지의 전통적인 알지네이트(A: Cavex Impressional, Cavex Holland, Haarlem, The Netherlands)와 두가지의 extended-pour 알지네이트(B: Cavex ColorChange, Cavex Holland, Haarlem, The Netherlands, C: SSS New Algistar, SAN EUS GYPSUM CO, Tokyo, Japan)를 이용하여 각 재료당 40개씩(수동 혼합 20개, 자동 혼합 20개) 총 120개의 인상을 채득하였다. 군 당 인상체의 수는 검정력 90% 수준에서 규모를 산출하여 결정하였다 (G*Power version 3.1.9.4 software, Heinrich-Heine-Universität, Düsseldorf, Düsseldorf, Germany). 수동 혼합은 한 명의 술자에 의해 제조사 지시에 따라 30초 동안 혼합 시행하였고, 자동 혼합은 자동 혼합기(ShinMax GS350, Monitex Industrial Co. LTD., New Taipei City, Taiwan)를 이용하여 8초간 혼합하였다. 실내 온도 24 ± 1°C, 100% 상대 습도 환경을 유지하기 위해 알지네이트 인상체를 물이 담긴 밀폐용기에 넣어 자외선 소독기(KRS-600T, Karis, Gimpo, Korea)에 보관하였다.

즉시, 2일, 5일, 6일의 보관 기간에 따라, 군당 5개씩의 인상체에 제III형 치과용 석고(New Gypstone, SAN EUS GYPSUM CO, Tokyo, Japan)를 주입하여 석고모형을 제작하였다.

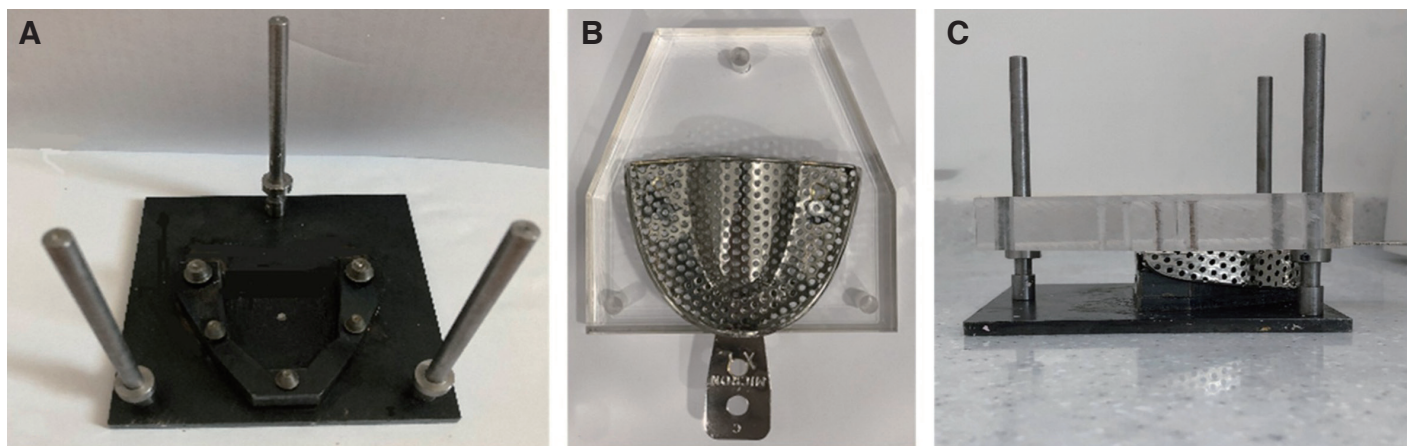


Fig. 1. (A) Master model, (B, C) Master model and impression tray in the positioning equipment

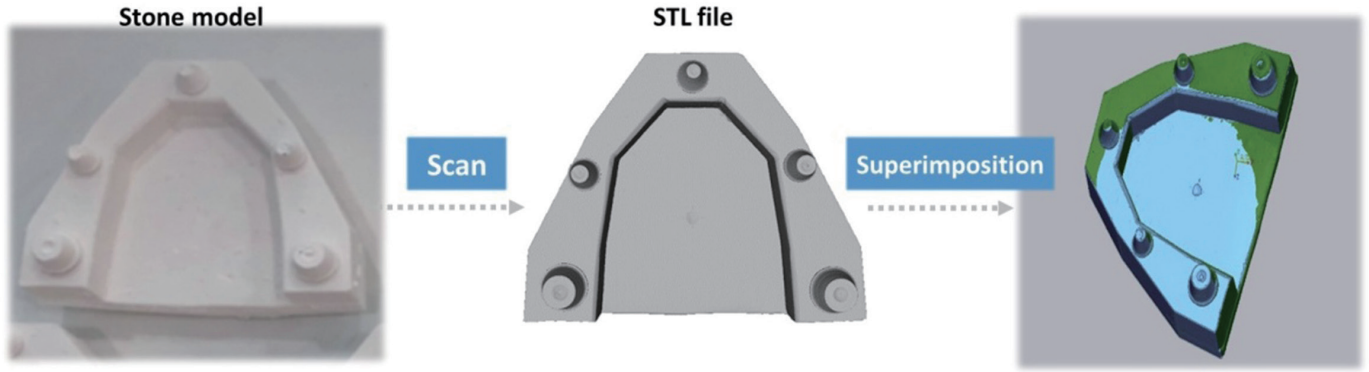


Fig. 2. Model scan and Superimposition.

3. 체적 변화량 측정

3D 테이블 스캐너(Freedom HD, DOF Inc., Seoul, Korea)로 석고모형을 스캔하여 STL (surface tessellation language) 파일을 얻었다. 얻은 3차원 이미지의 스캔영상은 Geomagic Control X software (3D Systems, Santa Ana, CA, USA)를 이용하여, 금속 주모형과 중심점(centric point)를 기준으로 중첩하였다 (Fig. 2). 색지도(Color map)를 통해 변형이 일어난 부위를 1차적으로 확인하고, RMS (Root mean square)-value를 구하여 체적 변화량을 측정하여, 혼합 방법과 석고 주입 시간에 따른 체적변화를 관찰하였다.²⁰ RMS-value는 중첩된 모델간의 차이를 평균으로 나타낸 값으로 주모형 스캔 데이터 파일($x_{1,i}$)과 알지네이트 인상을 통해 얻은 석고 모형 스캔 데이터 파일($x_{2,i}$)을 동일한 좌표계에서 직접 비교하여 그 평균값을 이용하여 체적의 차이를 보여준다. 공식은 다음과 같다.

$$RMS = \frac{1}{\sqrt{n}} \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_{1,i} - x_{2,i})^2}$$

4. 통계분석

통계적 유의성을 검증하기 위해 SAS 9.4 (SAS Institute Inc. Cary, NC, USA)를 사용하였다. 참고점을 기준으로 중첩하여 얻은 RMS-value의 평균값과 표준편차를 구하고, 잔차의 정규 확률도(P-P Plots)와 잔차 대 적합치 그래프를 통해 잔차가 정규 분포와 등분산성을 만족함을 확인하였다. 각 군간의 혼합 방법과 석고 주입 시간에 따른 체적 안정성 변화를 알아보기 위해 일반 선형모형(General Linear Model) 분석을 시행하였으며, Tukey의 방법으로 사후 검정 시행하였다 ($P < .001$).

결과

1. 혼합 방법에 따른 체적 변화

각 실험 군에서 측정된 RMS-value의 평균과 표준편차는 다음과 같다 (Table 1, Fig. 3). A군에서 즉시, 2일, 5일, 6일 보관한 경우 모두에서 혼합방법(자동혼합/수동혼합)에 따른 RMS-value

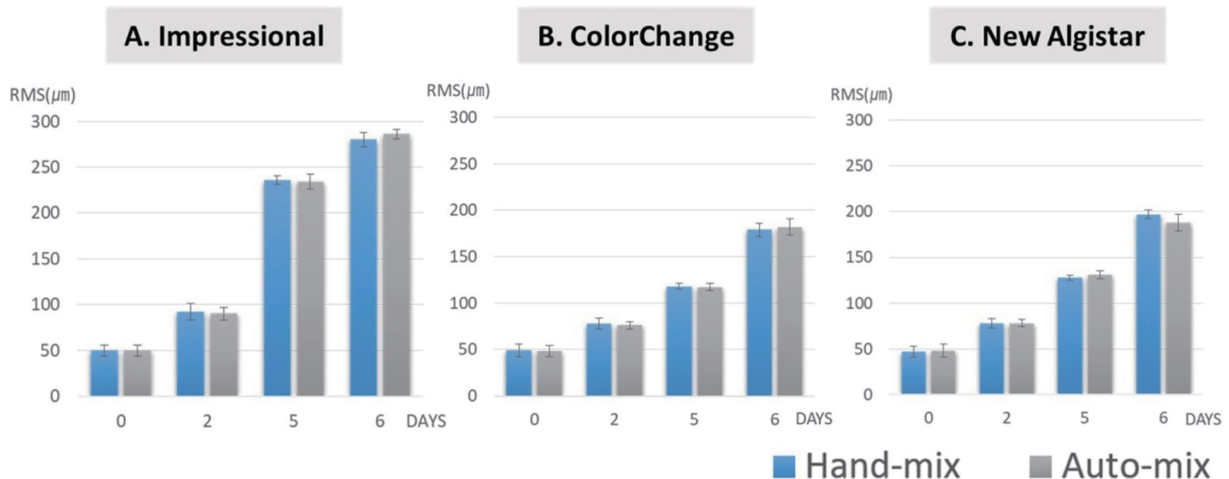


Fig. 3. RMS-value for each alginate (A, B, C) depending on mixing method and stone pouring time. There are no significant differences between groups.

Table 1. RMS-value for each alginate (A, B, C) depending on mixing method and stone pouring time

Group	Time (days)	Method	N	Mean ± SD	P-value		
A	0	hand mix	5	50.44 ± 6.34	1.000		
		auto	5	50.48 ± 6.13			
	2	hand mix	5	92.46 ± 9.33			
		auto	5	90.40 ± 7.32			
	5	hand mix	5	236.28 ± 5.82			
		auto	5	234.98 ± 8.57			
	6	hand mix	5	280.98 ± 8.63			
		auto	5	286.92 ± 5.64			
	B	0	hand mix	5		49.32 ± 7.20	1.000
			auto	5		48.32 ± 6.59	
		2	hand mix	5		78.76 ± 6.43	
			auto	5		76.24 ± 4.93	
5		hand mix	5	118.60 ± 3.63			
		auto	5	117.70 ± 4.76			
6		hand mix	5	179.94 ± 7.62			
		auto	5	182.64 ± 9.14			
C		0	hand mix	5	47.96 ± 6.43	1.000	
			auto	5	48.16 ± 7.40		
		2	hand mix	5	78.20 ± 5.62		
			auto	5	78.20 ± 4.14		
	5	hand mix	5	128.82 ± 3.62			
		auto	5	131.46 ± 4.86			
	6	hand mix	5	197.22 ± 5.33			
		auto	5	188.06 ± 9.37			

는 통계적으로 유의한 차이를 보이지는 않았다. B군과 C군에서도 각 보관 기간 모두에서 혼합방법에 따른 RMS-value는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다.

2. 보관 시간에 따른 체적 변화

모든 재료에서 혼합방법에 따른 유의한 차이가 없었으므로 각 군내의 혼합방법차이는 배제하고 보관시간에 따른 체적 변화를 측정하였다 (Table 2). 보관 시간에 따라 A군은 즉시 50.46 ± 5.88 μm, 2일 91.43 ± 7.98 μm, 5일 235.63 ± 6.94 μm, 6일 283.95 ± 7.55 μm, B군은 즉시 48.82 ± 6.53 μm, 2일 77.50 ± 5.56 μm, 5일 118.15 ± 4.02 μm, 6일 181.29 ± 8.06 μm, C군은 즉시 48.06 ± 6.54 μm, 2일 78.21 ± 4.65 μm, 5일 130.14 ± 4.27 μm, 6일 192.64 ± 8.66 μm의 RMS-value를 보였다. 모든 군에서 시간이 지남에 따라 체적 안정성이 감소하였으며, extended-pour 알지네이트(B, C)에 비해 전통적인 알지네이트(A)에서 부피 변화가 크게 나타났다. 알지네이트 종류에 따른 체적 안정성을 비교하였을 때, 보관 후 2일 이후 A군과 B군 간에 통계학적으로

Table 2. RMS-value of each group regardless of mixing method

Group	Time	n	Mean	SD
A	0	10	50.46	5.88
	2	10	91.43	7.98
	5	10	235.63	6.94
	6	10	283.95	7.55
B	0	10	48.82	6.53
	2	10	77.50	5.56
	5	10	118.15	4.02
	6	10	181.29	8.06
C	0	10	48.06	6.54
	2	10	78.21	4.65
	5	10	130.14	4.27
	6	10	192.64	8.66

유의한 차이가 나타났고, 5일 이후에는 extended-pour 알지네이트 인상체가 더 높은 정확도를 보였다 ($P < .001$). 전통적인 알지네이트 인상체는 2일부터, extended-pour 알지네이트 인상체의 경우 5일 이후에서 급격한 부피 변화를 보였다 (Table 3, Fig. 4).

각 알지네이트 재료에서 석고 주입 시간에 따른 체적 변화를 색지도(color map)로 나타내었는데, 체적 변화가 가장 작은 부위는 모형의 중심 부위였고 큰 부위는 구치부 후방부와 치아의 언더컷 부위였다 (Fig. 5).

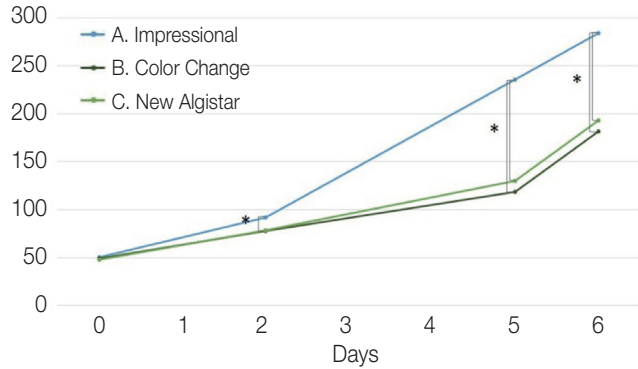


Fig. 4. Dimensional change in accordance with storage time (* statistically significant at $P < .001$).

Table 3. Comparison of each group to investigate whether if they are significantly different ($P < .001$)

Time	Effect	P-value
0	A*B	1.000
	B*C	1.000
	C*A	1.000
2	A*B	< .001
	B*C	1.000
	C*A	0.001
5	A*B	< .001
	B*C	.005
	C*A	< .001
6	A*B	< .001
	B*C	.010
	C*A	< .001

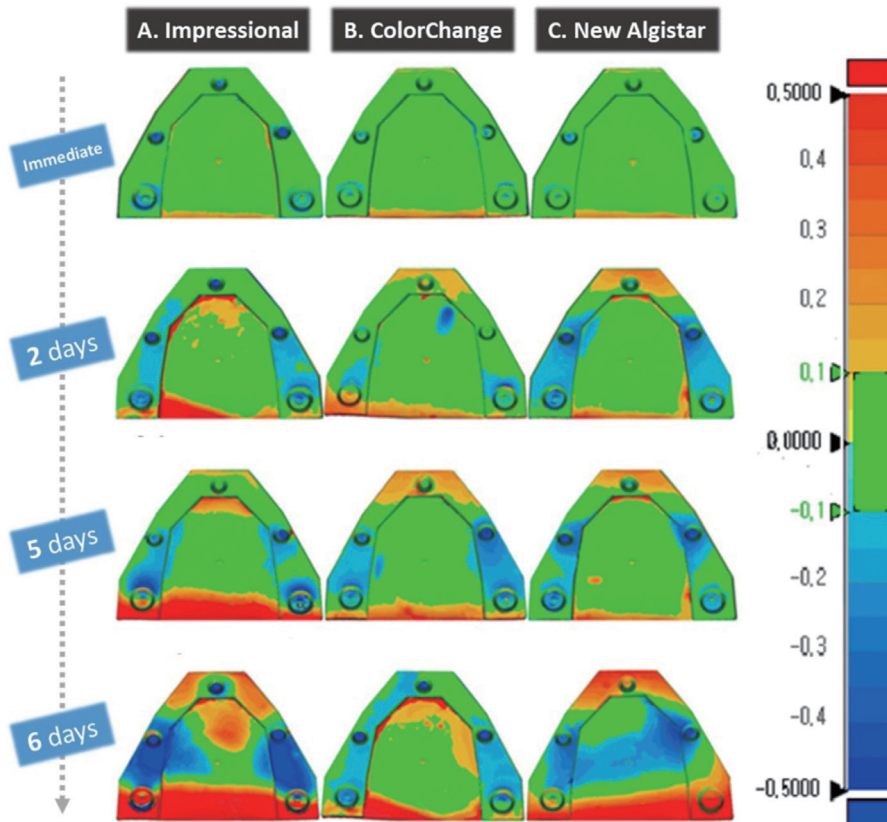


Fig. 5. The volume change by storage time (0, 2, 5, 6 days) in a color map.

고찰

알지네이트 인상재는 치과영역에서 교정장치 제작이나 진단 모형제작을 위해 사용하기에 적합한 재료이다.²¹ 알지네이트 인상재 혼합방법이 알지네이트의 물성에 영향을 줄 수 있으며 체적 안정성에도 영향을 미친다는 다양한 연구 결과들이 있다. Inoue 등²²은 자동 혼합기를 사용한 경우, 반자동 혼합기를 사용한 경우에 비해 작업 시간과 경화 시간이 현저하게 짧다고 하였고, 자동 혼합기를 사용하는 경우 수동 혼합보다 균일하게 혼합되며 기포 발생이 적어 임상에서 선호된다고 하였다. Dreesen 등²³은 수동 혼합과 자동 혼합기를 사용한 경우 모두에서 50 μm 까지 미세 재현성을 보였지만, 자동 혼합에 비해 수동 혼합한 경우에서 인상재의 탄성회복과 인장강도가 낮다고 보고하였다. 또한, Frey 등²⁴은 자동 혼합기를 사용한 경우 수동혼합에 비해 탄성 복원력과 압축강도가 우수하며, 자동혼합기의 사용이 알지네이트 인상재의 기계적 물성을 개선시켜 줄 수 있다고 하였다. 알지네이트 혼합 방법이 체적 안정성에 미치는 영향에 대한 연구들은 다양한 상반된 결과를 보이는데, Eriksson 등¹⁶은 자동 혼합한 경우 열 수축과 이액 현상이 촉진되어 수동혼합에 비해 체적 안정성이 감소된다고 보고하였으나, Culhaoglu 등¹⁷은 자동 혼합한 경우가 더 체적 안정성이 우수하다고 보고하였다. 본 연구에서는 모든 군에서 자동 혼합기를 이용한 경우와 수동으로 혼합한 경우, 혼합 방법에 따른 체적 안정성 차이가 없는 것으로 나타났다. 이를 통해 제조사의 지시대로만 사용한다면 수동 혼합도 충분히 정확하다는 것을 알 수 있었다.

정확한 모형을 얻기 위해서는 채득한 알지네이트 인상체 내로 석고 주입을 가급적 빨리 시행하는 원칙을 지키는 것이 중요하다. 본 연구에서 즉시 석고를 주입했을 때, 알지네이트 재료와 혼합 방법에 따른 모형의 정확성을 비교하였을 때 통계학적으로 유의한 차이는 없었으며, 세가지 종류의 모든 알지네이트에서 50 μm 이하의 차이를 보였고, 시간이 지남에 따라 체적 변화량이 증가하였다. 알지네이트 인상재의 경우 즉시 석고를 주입하지 못하는 경우 100% 상대 습도 상태에 보관하며, 보관 시간은 최소한으로 해야한다.²⁵⁻²⁷ 그렇지만, 실제 임상에서는 즉시 석고 주입을 하기가 어려운 경우가 발생하고 제조사의 지시 시간을 지나서 석고를 주입하는 경우도 있다. Nassar 등²⁸은 즉시 석고를 주입하는 것은 임상에서 어려우며, 4시간의 지연은 일반적이라고 하였고 즉시 석고를 주입한 경우와 4시간 뒤에 석고를 주입한 경우 변형률은 0.5%미만이라고 하였다.

Walker 등의 연구에서 전통적인 알지네이트와 extended-pour 알지네이트를 비교한 연구에서, 보관시간 경과에 따른 이액현상의 결과로 전통적인 알지네이트는 보관 기간 동안 수축이 지속된 반면 extended-pour 알지네이트는 처음 30분간의 수축 이후 팽창하는 양상을 보였는데, 이는 extended-pour 알지네이트 재료의 높은 필러 대 폴리머 비율과 칼슘 대 나트륨 비율과 관련한 차이로 인한 것으로 보고되었다.^{7,29} 과거 연구에서는 정확하게 인상체를 보관한다면 전통적인 알지네이트와 extended-pour

알지네이트 모두 최대 24시간 까지 정확한 모형을 얻을 수 있으며, extended-pour 알지네이트에서 120시간까지 보관이 가능하다고 보고하였다.³⁰ Nassar 등²⁸은 extended-pour 알지네이트는 전통적인 알지네이트보다 체적 안정성이 우수하며, 적절히 보관되면 5일 뒤에도 진단 캐스팅 및 아크릴 장치를 제작할 수 있다고 하였다. 본 연구에서는 전통적인 알지네이트는 2일까지 일정한 변화를 보이다가 2일 이후부터 급격히 변했고, extended-pour 알지네이트는 5일까지 일정한 변화를 보이다가 5일 이후부터 급격히 변했다. 또한, 보관 2일 뒤부터 전통적인 알지네이트와 extended-pour 알지네이트에서 유의한 차이를 나타내었는데, 제조사 지침에 따르면 전통적인 알지네이트도 2일까지는 체적 안정성이 유지된다고 하나, 실제 임상 환경에서 2일 동안 보관해야 하면 extended-pour 알지네이트를 사용하는 것이 추천된다고 볼 수 있겠다.

현재, 알지네이트 인상재의 체적 안정성의 임상적 허용 한계에 대한 명확한 기준은 없으나, 이전의 전통적인 알지네이트를 대상으로 한 24시간 연구에서 0.6 - 3.4%의 체적 변화를 보고한 바 있다.^{9,31} ADA specification No. 19에 따르면 탄성인상재는 0.5% 미만의 체적 변화를 보여야 한다고 하였는데 대부분의 알지네이트 재료는 이 기준을 만족시키지는 못했다.³² 본 연구에서 2일 뒤 석고를 주입했을 때, A군 $91.43 \pm 7.89 \mu\text{m}$, B군 $77.50 \pm 5.56 \mu\text{m}$, C군 $78.21 \pm 4.65 \mu\text{m}$, 5일에서는 A군 $235.63 \pm 6.94 \mu\text{m}$, B군 $118.15 \pm 4.02 \mu\text{m}$, C군 $130.14 \pm 4.27 \mu\text{m}$ 의 결과를 보였다. 제조사가 권장하는 최대 체적 안정성 기간은 A에서 2일, B, C에서 5일이라고 하였는데 보관 2일 뒤 모든 군에서 100 μm 이하, 보관 5일 뒤 extended-pour 알지네이트에서 130 μm 이하의 오차를 보여 진단 모형 또는 임시치아 제작 등의 용도로는 사용이 가능할 것으로 생각된다.

본 실험에서는 전통적인 알지네이트와 체적 안정성이 개선된 2종류의 알지네이트에서, 혼합 방법과 보관 시간에 따른 체적 안정성의 차이를 모형 스캔과 중첩을 통해 비교하였다. 기준이 되는 주모형과 알지네이트 인상을 통해 얻은 석고 모형의 스캔 데이터를 중첩하여, 색지도를 통해 보다 정확한 변형 부위와 변형 정도를 확인할 수 있었다. 체적 변화가 가장 작은 부위는 모형의 중심부였고, 큰 부위는 구치부 후방 부위와 치아의 언더컷 부위였다. 전방부보다 후방부에서 변위가 더 큰 경향은 Ender와 Mehl³³의 연구 결과와 비슷한 경향을 보인다. 이전의 연구들에서는 사람이 직접 모형 상의 참고점에서 길이를 측정하는 방식으로 인상재의 체적 안정성을 평가하였는데, 이 방법은 사람의 주관이 들어가기 쉽고, 변형이 발생된 부위와 크기는 확인이 어렵다는 제한점이 있었다.^{30,34} 본 연구에서는 체적변화를 정량적으로 나타내기 위해 표면 평균 변위량인 RMS-value을 사용하여 이러한 한계점을 보완하였다.

본 실험에서 사용된 Geomagic Control X (3D system Inc., Rock Hill, SC, USA)는 삼차원 모형 스캐너로부터 얻은 데이터를 기반으로 다양한 분석이 가능하며, 변형 부위를 색지도로 표현할 수 있어, 변형 부위와 정도를 확인하는 것이 용이하였다.

하지만, 아직까지 디지털 스캐너가 완벽히 오차 없이 스캔을 한다고 볼 수 없기 때문에 본 연구에서의 변형량은 알지네이트 재료 자체의 변화뿐 아니라 디지털 스캐너의 오차도 포함하고 있을 수 있다. 또한 본 실험에서는 전통적인 알지네이트 1개와 extended-pour 알지네이트 2개의 세 종류만을 대상으로 실험을 진행했고, 한 군당 제작한 모델 수가 적었으며, 석고를 주입한 시기를 0일부터 6일까지 24시간 단위로 하지 않고, 0, 2, 5, 6일에서만 관찰을 시행하여 가장 큰 체적 변화를 보이는 시점을 정확히 파악할 수 없었기에, 추후 이를 보완한 추가 연구가 필요할 것으로 사료된다.

결론

알지네이트 종류에 따른 혼합 방법(수동, 자동)과 석고 주입 시간(즉시, 2일 5일, 6일)이 모델의 정확도에 미치는 영향에 대하여, 3D 스캐너와 디지털 중첩을 이용하여 체적 변화를 관찰한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 알지네이트의 혼합 방법에 따른 체적 안정성은 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았다.
2. 전통적인 알지네이트 및 extended-pour 알지네이트 모두 즉시 제작한 모형에서 정확도가 가장 우수했다.
3. RMS-value와 색지도(color map)로 분석 시, extend-pour 알지네이트가 전통적인 알지네이트와 비교해서 상대적으로 오랜 기간 동안 체적 안정성이 유지되고 있는 것을 알 수 있다.
4. 알지네이트를 이용한 진단 모형의 임상적 허용 한계를 고려 하였을 때, 전통적인 알지네이트는 2일까지, extended pour 알지네이트는 최대 5일까지 보관 가능하다고 할 수 있다.

ORCID

Hyun-Ji Bang <https://orcid.org/0000-0002-3008-6170>
 Hyun-Ah Shim <https://orcid.org/0000-0002-7153-6860>
 Young-Eun Cho <https://orcid.org/0000-0003-0341-2150>
 Eun-Jin Park <https://orcid.org/0000-0001-6383-449X>

References

1. Cook W. Alginate dental impression materials: chemistry, structure, and properties. *J Biomed Mater Res* 1986;20:1-24.
2. Giordano R 2nd. Impression materials: basic properties. *Gen Dent* 2000;48:510-2, 514, 516.
3. Stevens DR, Flores-Mir C, Nebbe B, Raboud DW, Heo G, Major PW. Validity, reliability, and reproducibility of plaster vs digital study models: comparison of peer assessment rating and Bolton analysis and their constituent measurements. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006;129:794-803.
4. Imbery TA, Nehring J, Janus C, Moon PC. Accuracy and

- dimensional stability of extended-pour and conventional alginate impression materials. *J Am Dent Assoc* 2010;141:32-9.
5. Santoro M, Galkin S, Teredesai M, Nicolay OF, Cangialosi TJ. Comparison of measurements made on digital and plaster models. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003;124:101-5.
6. Nallamuthu N, Braden M, Patel MP. Dimensional changes of alginate dental impression materials. *J Mater Sci Mater Med* 2006;17:1205-10.
7. Fellows CM, Thomas GA. Determination of bound and unbound water in dental alginate irreversible hydrocolloid by nuclear magnetic resonance spectroscopy. *Dent Mater* 2009;25:486-93.
8. Cohen BI, Pagnillo M, Deutsch AS, Musikant BL. Dimensional accuracy of three different alginate impression materials. *J Prosthodont* 1995;4:195-9.
9. Chen SY, Liang WM, Chen FN. Factors affecting the accuracy of elastometric impression materials. *J Dent* 2004;32:603-9.
10. Sedda M, Casarotto A, Raustia A, Borracchini A. Effect of storage time on the accuracy of casts made from different irreversible hydrocolloids. *J Contemp Dent Pract* 2008;9:59-66.
11. Alcan T, Ceylanoğlu C, Baysal B. The relationship between digital model accuracy and time-dependent deformation of alginate impressions. *Angle Orthod* 2009;79:30-6.
12. Davies C. Orthodontic products update. Cross infection control and elastomeric module delivery systems. *Br J Orthod* 1998;25:301-3.
13. Sawyer HF, Sandrik JL, Neiman R. Accuracy of casts produced from alginate and hydrocolloid impression materials. *J Am Dent Assoc* 1976;93:806-8.
14. Todd JA, Oesterle LJ, Newman SM, Shellhart WC. Dimensional changes of extended-pour alginate impression materials. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2013;143:S55-63.
15. Wadhwa SS, Mehta R, Duggal N, Vasudeva K. The effect of pouring time on the dimensional accuracy of casts made from different irreversible hydrocolloid impression materials. *Contemp Clin Dent* 2013;4:313-8.
16. Eriksson A, Ockert-Eriksson G, Lockowandt P. Accuracy of irreversible hydrocolloids (alginates) for fixed prosthodontics. A comparison between irreversible hydrocolloid, reversible hydrocolloid, and addition silicone for use in the syringe-tray technique. *Eur J Oral Sci* 1998;106:651-60.
17. Kursad A, Zaimoğlu A, Dogan E, Özkır S. The influence of different mixing methods on the dimensional stability and surface detail reproduction of two different brands of irreversible hydrocolloids. *Eur J Gen Dent* 2014;3:17-21.
18. Kaiser DA, Nicholls JI. A study of distortion and surface hardness of improved artificial stone casts. *J Prosthet Dent* 1976;36:373-81.
19. Kulkarni MM, Thombare RU. Dimensional changes of alginate dental impression materials-An invitro study. *J Clin Diagn Res* 2015;9:ZC98-ZC102.

20. Cho SH, Schaefer O, Thompson GA, Guentsch A. Comparison of accuracy and reproducibility of casts made by digital and conventional methods. *J Prosthet Dent* 2015;113:310-5.
21. Anusavice KJ, Shen C, Rawls HR. *Phillips' science of dental materials*. Elsevier Health Sciences; 2012.
22. Inoue K, Song YX, Kamiunten O, Oku J, Terao T, Fujii K. Effect of mixing method on rheological properties of alginate impression materials. *J Oral Rehabil* 2002;29:615-9.
23. Dreesen K, Kellens A, Wevers M, Thilakarathne PJ, Willems G. The influence of mixing methods and disinfectant on the physical properties of alginate impression materials. *Eur J Orthod* 2013;35:381-7.
24. Frey G, Lu H, Powers J. Effect of mixing methods on mechanical properties of alginate impression materials. *J Prosthodont* 2005;14:221-5.
25. Dalstra M, Melsen B. From alginate impressions to digital virtual models: accuracy and reproducibility. *J Orthod* 2009;36:36-41; discussion 14.
26. Torassian G, Kau CH, English JD, Powers J, Bussa HI, Marie Salas-Lopez A, Corbett JA. Digital models vs plaster models using alginate and alginate substitute materials. *Angle Orthod* 2010;80:474-81.
27. White AJ, Fallis DW, Vandewalle KS. Analysis of intra-arch and interarch measurements from digital models with 2 impression materials and a modeling process based on cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010;137:456.e1-9; discussion 456-7.
28. Nassar U, Hussein B, Oko A, Carey JP, Flores-Mir C. Dimensional accuracy of 2 irreversible hydrocolloid alternative impression materials with immediate and delayed pouring. *J Can Dent Assoc* 2012;78:c2.
29. Walker MP, Burckhard J, Mitts DA, Williams KB. Dimensional change over time of extended-storage alginate impression materials. *Angle Orthod* 2010;80:1110-5.
30. Gümüş HÖ, Dinçel M, Büyük SK, Kiliç Hİ, Bilgin MS, Zortuk M. The effect of pouring time on the dimensional stability of casts made from conventional and extended-pour irreversible hydrocolloids by 3D modelling. *J Dent Sci* 2015;10:275-81.
31. Coleman RM, Hembree JH, Weber FN. Dimensional stability of irreversible hydrocolloid impression material. *Am J Orthod* 1979;75:438-46.
32. Revised American Dental Association Specification no.19 for Non-Aqueous, Elastomeric dental impression materials. *J Am Dent Assoc* 1977;94:733-41.
33. Ender A, Mehl A. Accuracy of complete-arch dental impressions: a new method of measuring trueness and precision. *J Prosthet Dent* 2013;109:121-8.
34. Schaefer O, Decker M, Wittstock F, Kuepper H, Guentsch A. Impact of digital impression techniques on the adaption of ceramic partial crowns in vitro. *J Dent* 2014;42:677-83.

혼합 방법과 보관 시간이 알지네이트 인상재의 체적 안정성에 미치는 효과

방현지¹ · 심현아² · 조영은¹ · 박은진^{1*}

¹ 이화여자대학교 의과대학 치과보철학교실, ² 이화여자대학교 임상치의학대학원

목적: 전통적인 알지네이트와 체적 안정성을 개선한 두 종류의 extended-pour 알지네이트에서 혼합 방법과 보관 시간에 따른 체적 안정성 차이를 평가하고자 한다.

재료 및 방법: 금속 주모형을 제작하여 한 종류의 전통적인 알지네이트와 두 종류의 extended-pour 알지네이트로 군 당 40개 씩(수동 혼합 20개, 자동 혼합 20개) 인상 채득 후 즉시, 2일, 5일, 6일 보관 기간에 따라 군당 5개씩의 석고 모형 제작하였고, 3D 테이블 스캐너로 모델 스캔 후 스캔 데이터를 중첩하여 변화량을 측정하였다. 통계 분석으로 일반선형모형을 사용하였고 Tukey의 방법으로 사후검정 시행하였다 ($P < .001$).

결과: 혼합 방법에 따른 정확도에서는 통계학적으로 유의한 차이가 없었고 모든 군에서 즉시 석고 주입한 경우 가장 적은 부피 변화를 보였다. 2일 보관 후 석고 주입 시 군 간에 통계학적으로 유의한 차이가 나타났고, 보관 5일 후 extended-pour 알지네이트의 경우 전통적인 알지네이트에 비해 더 높은 정확도를 보였다. 전통적인 알지네이트는 2 - 5일에서, extended pour alginate의 경우 5 - 6일에서 급격한 부피 변화를 보였다.

결론: 알지네이트의 혼합 방법은 체적 안정성에 영향을 주지 않으며, extended-pour 알지네이트가 전통적인 알지네이트보다 장시간 체적 안정성이 우수하나 가급적 빠른 시간 내에 석고를 주입하는 것이 권장된다. (*대한치과보철학회지* 2020;58:86-94)

주요단어: 알지네이트; 체적안정성; Extended-pour 알지네이트; 인상재 혼합 방법; 인상재 보관 시간

*교신저자: 박은진
07985 서울 양천구 안양천로 1071 이화여자대학교 의과대학 치과보철학교실
02 2650 5042: e-mail, prosth@ewha.ac.kr
원고접수일: 2019년 12월 19일 / 원고최종수정일: 2020년 2월 13일 / 원고채택일: 2020년 2월 17일

© 2020 대한치과보철학회
이 글은 크리에이티브 커먼즈 코리아 저작자표시-비영리 4.0 대한민국 라이선스에 따라
이용하실 수 있습니다.