

레진 시멘트의 혼합 후 시간에 따른 피막도의 변화

이유승¹ · 김성훈^{2*} · 이재봉² · 한중석² · 여인성² · 하승룡³ · 김희경⁴

¹서울대학교 치의학대학원, ²서울대학교 치의학대학원 치과보철학교실, ³아주대학교 의과대학 치의학과, ⁴중앙보훈병원 치과병원 치과보철과

Effect of working time on the film thickness of dental resin cements

Yu-Seung Yi¹, Sung-Hun Kim^{2*}, Jai-Bong Lee², Jung-Suk Han², In-Sung Yeo², Seung-Ryong Ha³, Hee-Kyung Kim⁴

¹School of Dentistry, Seoul National University, Seoul, Republic of Korea

²Department of Prosthodontics and Dental Research Institute, School of Dentistry, Seoul National University, Seoul, Republic of Korea

³Department of Dentistry, School of Medicine, Ajou University, Suwon, Republic of Korea

⁴Department of Prosthodontics, Veterans Health Service Medical Center, Seoul, Republic of Korea

Purpose: The aim of this study was to compare the film thicknesses of several resin cements as a function of time after mixing and to examine the effect of working time on the film thicknesses. **Materials and methods:** The film thickness (μm) of 4 resin cements ($n=10$), 1 composite resin (Panavia F 2.0), 3 self-adhesive resin (Clearfil SA luting, Zirconite, RelyX U200) cements was measured at 20-second intervals after mixing of the cements up to 200 seconds under a load of 50 N. Linear regression was fitted to verify the effect of working time on the film thickness of each cement. Data were compared to the working time recommended by manufacturers using Wilcoxon test ($\alpha=.05$). **Results:** All of the materials showed a positive linear correlation between the film thickness and working time. There was no statistically significant difference between the working time based on our results and the values recommended by the manufacturers even though there was a discrepancy between those two values. **Conclusion:** The film thickness of resin cements could increase with the increase of working time. Working time to meet the ISO standard of 50- μm maximum film thickness could be different from the manufacturer's recommended value. (*J Korean Acad Prosthodont 2015;53:325-9*)

Key words: Resin cements; Film thickness; Working time

서론

고정성 보철물의 장기적 성공을 위해서는 보철물의 유지력 및 저항성, 치아 삭제량, 보철물의 견고성, 치주 조직의 보존 및 추 후 관리 등이 중요한 요소로 작용한다.¹ 또한 보철물의 변연 적합도는 최소한의 변연 접착제 공간을 갖는 정확한 보철물과 이차 우식 예방을 위해 필수적이라고 할 수 있다.² 보철물의 불완전한 장착은 접착제의 피막도와 관련이 있으며,^{3,4} 접착제의 피막도는 수복물의 장기적 성공과 연관이 있다고 할 수 있다. 접착제의 피막도는 혼합 온도, 혼수비, 보철물 장착 시 가해지는 부하, 접착제의 선택 등에 영향을 받을 수 있으며,^{5,6} 접착제

의 입자 크기, 삭제된 치아의 형태, 접착제 혼합 후 보철물의 장착 시까지의 시간 등도 접착제의 피막도에 영향을 미칠 수 있다.⁷

치과용 레진 시멘트는 미세변연누출의 감소, 유지력의 증가 및 개선된 물리적 특성을 장점으로 하고 있다.^{8,12} 레진 시멘트의 피막도에 영향을 미치는 요소 및 피막도가 레진 시멘트의 접착력과 보철물의 안정성에 미치는 효과에 관한 기존의 연구들이 있어왔다.^{4,6,7,13}

또한, 보철물의 정확한 접착을 위해서 레진 시멘트는 적당한 시간 동안 최소한의 피막도를 유지하여야 한다. 치과용 시멘트의 작업시간과 접착제의 점성 변화 및 피막도와의 연관성에

*Corresponding Author: Sung-Hun Kim

Department of Prosthodontics and Dental Research Institute, School of Dentistry, Seoul National University, 101, Daehak-ro, Jongno-gu, Seoul 03080, Republic of Korea
+82 2 2072 2664; e-mail, ksh1250@snu.ac.kr

Article history: Received July 22, 2015 / Last Revision August 31, 2015 / Accepted September 3, 2015

© 2015 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/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

관하여 여러 연구들이 진행되어 왔다. Kious 등¹³의 연구에서는, 실험에 사용된 접착제들이 모두 혼합 후 2분 안에 150N의 부하에서 25 μm 이하의 피막도를 가졌다. Windeler는 접착제의 작업 시간은 접착제의 점성 변화와 직접적으로 연관이 있으며, 작업 시간은 보철물 장착 시 최소한의 피막도에 이르는 시간으로 정의 할 수 있다고 하였다.¹⁴ 국제표준화기구(ISO)에서는 치과용 레진 시멘트의 작업 시간을 접착제의 피막도가 50 μm에 도달 하는 시간으로 규정 하였으며 150 N의 하중이 180초 동안 가해 지며 광중합이 동시에 조사되었다.¹⁵ 그러나 접착제의 혼합부터 하중이 가해지는 시점까지의 시간은 제시되지 않았다. 보철물의 접착 시 가해지는 하중은 치과의사에 따라 차이가 있을 수 있으며 객관적으로 표준화 하기는 어려우나, 본 연구에서는 보철물의 장착 및 접착 시 치과의사로부터 가해지는 손가락 압력은 12 N에서 67 N의 범주라는 Zortuk 등¹⁶의 연구를 토대로 하여, 50 N의 장착 부하를 사용 하였다. 또한, 하중기의 중심 구를 통하여 광중합을 동시에 조사 하였다.

본 연구에서는 임상에서 사용되는 몇 가지 레진 시멘트의 혼합 후 부하를 가하기까지 소요되는 시간에 따른 피막도의 변화를 비교하고, 레진 시멘트의 혼합 후 부하를 가하는 시점까지의 시간과 피막도의 연관성에 관하여 알아보고자 하였다.

재료 및 방법

이 실험에서는 4종의 치과용 레진 시멘트가 사용되었다 (Table 1).

각 시멘트의 피막도는 ISO의 기준(ISO 9917)에 부합하게 측정 하였으며 50 N의 부하에서 Mylar matrix strip을 사용하였다. 본 실험은 20°C ± 2°C의 온도와 50% ± 10%의 상대 습도 하에서 시행하였으며, 모든 재료는 제조사의 지시에 따라 조작하였다.

각 시멘트당 10개의 시편을 준비하였다. 손으로 혼합 하는 시멘트의 경우 제조사에서 지시한 시간에 따라 혼합한 후 평평한 유리판 위의 투명한 Mylar matrix strip 사이에 위치시켰고, 자동 혼합 시멘트의 경우 strip위에 바로 위치시켰다. 위치시킨 시멘트는 strip위로 넘치지 않는 최소한의 양을 사용하였다. 혼합 후 strip위에 위치 시킨 후 평평한 유리판을 덮고 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180, 200초 후에 각각 50 N의 부하를 가하였다. 부하

와 동시에 유리판의 중앙부에 위치한 구멍을 통해 LED 광조사를 5초간 시행 하였다. 모든 측정은 각 시편당 세 번씩 측정 하였다.

각 시멘트의 피막도는 1 μm까지 측정 가능한 micrometer (Absolute Digimatic, Model 293-805; Mitutoyo Corp, Kanagawa, Japan)를 사용하여 측정하였다. 시멘트의 두께에서 Mylar strip의 두께를 뺀 값을 각 시편당 세 번씩 측정하여 그 값을 평균하였다.

SPSS 통계 프로그램(version 19, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 사용하였다. 선형회귀분석을 통해 작업 시간에 따른 레진 시멘트의 피막도의 변화에 관하여 알아보고, Wilcoxon 검정을 사용하여 본 연구의 측정값과 제조사에서 제시하는 작업시간을 유의수준 0.05로 비교 분석하였다.

결과

측정한 시멘트의 평균 피막도를 Fig. 1에 도해하였다. ISO 규정에 따라¹⁵ 50 μm의 피막도를 기준선으로 명시하였다.

모든 레진 시멘트에서 50 μm 이하의 피막도를 얻을 수 있었으나, 50 μm 이하의 피막도를 유지하는 최대한의 작업 시간은 시멘트간의 차이를 보였다. 모든 레진 시멘트에서 시멘트의 혼합 후 부하까지의 시간이 증가 할수록 피막도가 증가하는 양의 상관 관계를 보였다.

RelyX U200은 선형회귀분석에서 가장 높은 양의 상관관계($r = 0.98, R^2 = 0.95$)를 보였다. 선형회귀 방정식($y = 0.18x + 36.07$)으로 얻어진 50 μm의 피막도까지 도달 하는 시간은 75.32초로 다른 시멘트에 비해 가장 짧았다. Clearfil SA는 전반적으로 양의 상관 관계를 보였으며($r = 0.79, R^2 = 0.62$), 혼합 후 첫 60초까지는 피막도가 빠르게 증가 하였으나, 그 이후 일정기간 유지 되다가 140초 후 다시 피막도가 증가 하였다. 50 μm의 피막도까지 도달 하는 시간은 선형회귀 방정식($y = 0.09x + 35.76$)을 통해 169.4초로 계산되었다. Zirconite의 피막도는 시간의 증가에 따라 서서히 증가하다가 180초에서 빠른 증가를 보였다($r = 0.85, R^2 = 0.72$). 50 μm의 피막도까지 도달 하는 시간은 119.9초로 나타났다($y = 0.18x + 28.24$). Panavia F2.0의 피막도 역시 시간에 따라 선형 증가를 보였으며($r = 0.89, R^2 = 0.79$), 50 μm의 피막도까지 도달 하는 시간은 140.5초로 나타났다($y = 0.11x + 34.58$).

Table 1. Resin cements tested in this study

Product	Manufacturer	Characteristics	Mixing method	Lot No.
Panavia F2.0	Kurary America, NY, USA	Composite resin Dual polymerized	Proprietary dispenser, Hand mixed 20 sec	A: 00543A B: 00104A
Clearfil SA luting	Kurary America, NY, USA	Self-adhesive resin Dual polymerized	Proprietary dispenser, Hand mixed 10 sec	0008BA
Zirconite	BJM Lab., Or-Yehuda, Israel	Self-adhesive resin Dual polymerized	Proprietary dispenser, Auto mixed	400050
RelyX U200	3M ESPE, MN, USA	Self-adhesive resin Dual polymerized	Proprietary dispenser, Hand mixed 10 sec	493661

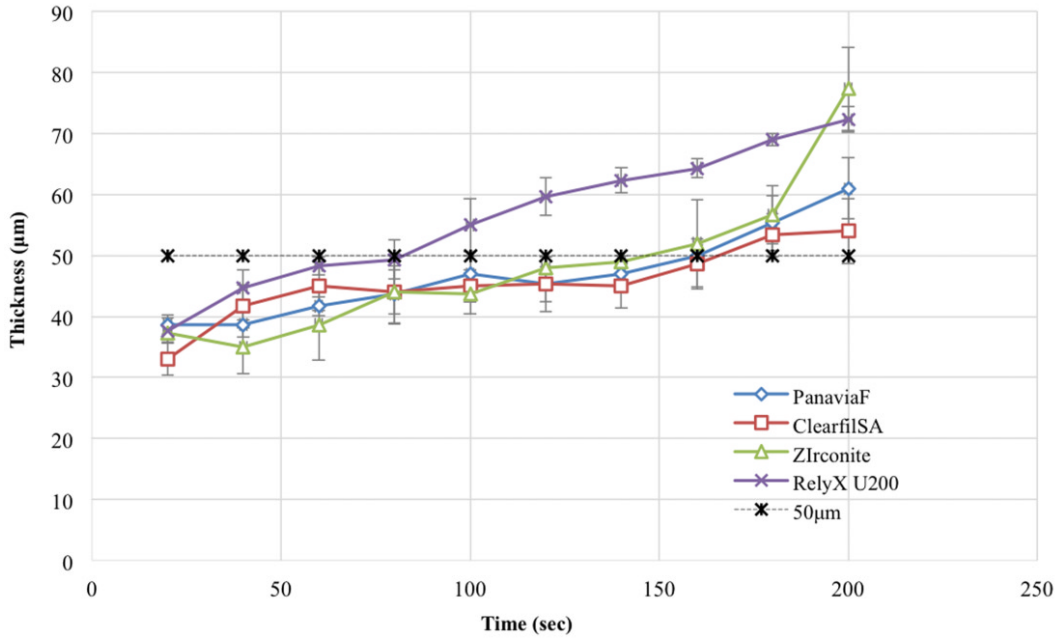


Fig. 1. Mean values of the film thicknesses of each cement as a function of time after mixing.

Table 2. Manufacturer's recommended working time and the time when the thickness reached 50 µm

Product	Recommended working time	Mean (SD)	Mean Differences	P value
Panavia F2.0	3 min. after mixing	140.5 (16.5)	-39.5	.109
Clearfil SA Luting	60 sec. after mixing	169.4 (31.1)	+109.4	.109
Zirconite	1 - 2 min.	119.9 (3.8)	+29.9	.109
RelyX U200	2 min. from start of mixing	75.3 (12.2)	-34.7	.109

제조사에서 제시한 각 시멘트의 작업 시간과 본 연구 결과에 따른 각 시멘트의 피막도가 50 µm에 도달하는 시간을 Table 2에 나타내었다. 제조사의 작업 시간과 측정값 간에 수치상의 차이를 보였으나 통계적으로 유의성 있는 차이는 없었다.

고찰

본 연구에서는 치과용 레진 시멘트의 혼합 후 부하를 가하는 시점까지의 시간에 따른 피막도의 변화에 관하여 분석하였다. 또한 ISO 규정에 따라 레진 시멘트의 혼합 후 피막도가 50 µm에 도달하는 시간을 작업 시간으로 하였다. 본 연구 결과에 따르면 실험에 사용된 네 가지 시멘트 모두에서 작업 시간이 증가함에 따라 피막도는 증가하였다. 피막도의 증가는 보철물의 유지력의 감소, 접착제의 접착력의 감소 및 용해도의 증가 등과 연관이 있다.¹⁷

본 연구 결과에서 실험에 사용된 시멘트 모두 ISO 기준에 의한 50 µm 이하의 피막도를 얻었다. 50 µm의 피막도에 이르는 시

간을 각 시멘트의 작업 시간으로 하였을 때, Clearfil SA Luting은 169.4초로 가장 긴 작업 시간을 나타내었고, RelyX U200이 75.3초로 가장 짧은 작업 시간을 보였다. Clearfil SA Luting과 Zirconite는 제조사에서 추천되는 작업 시간 보다 긴 작업 시간을 보였고, Panavia F2.0과 Rely U200은 제조사에서 추천되는 작업 시간 보다 짧은 작업 시간을 보였다. Zirconite가 제조사의 작업 시간과 가장 유사한 값을 나타내었고, Clearfil SA Luting이 가장 차이 나는 값을 보였다. 본 연구 결과에 의하면 제조사에서 추천 하는 작업 시간과 실제 임상에서의 작업 시간과는 차이가 있을 수 있으며, 특히 Panavia F2.0과 Rely U200과 같이 제조사의 작업 시간 보다 짧은 측정값을 보인 시멘트의 경우 사용 시 좀 더 주의가 필요하다고 할 수 있다.

치과용 시멘트의 피막도에 관한 여러 연구들이 있어왔다. Windeler⁴는 zinc phosphate 시멘트를 사용하여 시간에 따른 피막도의 변화를 살펴 보았으며, 시멘트의 작업시간이 경화시간을 의미하는 것은 아니라고 하였다. 또한 혼합 온도를 낮추었을 경우 좀 더 긴 작업 시간을 얻었다고 보고하였다. White 등⁶은

zinc phosphate, glass ionomer, polycarboxylate, resin 시멘트를 사용하여 장착시의 부하가 피막도에 영향을 미치며, 그 양상은 시멘트의 종류에 따라 차이가 있다고 보고하였다. 그의 연구에 따르면, 레진 시멘트가 최소한의 피막도를 갖기 위하여 가장 큰 장착 부하가 필요하다고 보고하였다. Kious 등¹³은 resin-modified glass ionomer, composite resin, self-adhesive resin 시멘트를 사용하여 150 N의 부하에서 시간에 따른 피막도의 변화를 관찰하였으며, 모든 시멘트에서 혼합 후 2분 이내에 25 μm 이하의 피막도를 얻었다. 본 연구에서는 최근에 사용되는 레진 시멘트들을 사용하였으며, 치과용 시멘트의 피막도를 측정할 기존의 논문들에 비해 좀 더 짧은 시간 간격으로 측정함에 따라 시간에 따른 피막도의 변화를 자세하게 파악 할 수 있었다. 또한, 치과의사로부터 가해지는 손가락 압력과 유사한 수치인 50N의 부하¹⁶를 사용하고 광중합을 동시에 시행함으로써 좀 더 임상 상황과 유사한 조건 하에서 측정하였다.

결론

레진 시멘트의 혼합 후 시간이 경과함에 따라 피막도는 증가한다. 피막도가 50 μm 에 도달하는 시간은 제조사에서 추천하는 작업 시간과 차이가 있을 수 있다.

ORCID

Sung-Hun Kim <http://orcid.org/0000-0003-3289-9703>

Jung-Suk Han <http://orcid.org/0000-0002-9439-1465>

In-Sung Yeo <http://orcid.org/0000-0002-6780-2601>

Seung-Ryong Ha <http://orcid.org/0000-0003-4176-6865>

Hee-Kyung Kim <http://orcid.org/0000-0002-9079-6086>

References

1. Shillingburg HT, Sather DA Jr, Wilson EL Jr, Cain JR, Mitchell DL, Blanco LJ, Kessler JC. Fundamentals of fixed prosthodontics. 4th ed. Quintessence Pub., Co.; 2012. p. 71-96.
2. Schwartz IS. A review of methods and techniques to improve the

- fit of cast restoration. J Prosthet Dent 1986;56:279-83.
3. Pilo R, Cardash HS, Baharav H, Helft M. Incomplete seating of cemented crowns: a literature review. J Prosthet Dent 1988;59:429-33.
4. White SN, Yu Z. Film thickness of new adhesive luting agents. J Prosthet Dent 1992;67:782-5.
5. Rosenstiel SF, Land MF, Crispin BJ. Dental luting agents: A review of the current literature. J Prosthet Dent 1998;80:280-301.
6. White SN, Yu Z, Kipnis V. Effect of seating force on film thickness of new adhesive luting agents. J Prosthet Dent 1992;68:476-81.
7. Oilo G, Evje DM. Film thickness of dental luting cements. Dent Mater 1986;2:85-9.
8. Manhart J, Scheibenbogen-Fuchsbrunner A, Chen HY, Hickel R. A 2-year clinical study of composite and ceramic inlays. Clin Oral Investig 2000;4:192-8.
9. Peumans M, Van Meerbeek B, Lambrechts P, Vanherle G. Porcelain veneers: a review of the literature. J Dent 2000;28:163-77.
10. Mitchell CA, Abbariki M, Orr JF. The influence of luting cement on the probabilities of survival and modes of failure of cast full-coverage crowns. Dent Mater 2000;16:198-206.
11. Knox J, Kralj B, Hübsch PF, Middleton J, Jones ML. An evaluation of the influence of orthodontic adhesive on the stresses generated in a bonded bracket finite element model. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2001;119:43-53.
12. el-Mowafy O, Rubo MH. Retention of a posterior resin-bonded fixed partial denture with a modified design: an in vitro study. Int J Prosthodont 2000;13:425-31.
13. Kious AR, Roberts HW, Brackett WW. Film thicknesses of recently introduced luting cements. J Prosthet Dent 2009;101:189-92.
14. Windeler AS. The use of film thickness to measure working time of zinc phosphate cements. J Dent Res 1978;57:697-701.
15. ISO 4049. Dentistry - Polymer-based filling, restorative and luting materials. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland, 2000.
16. Zortuk M, Bolpaca P, Kilic K, Ozdemir E, Aguloglu S. Effects of Finger Pressure Applied By Dentists during Cementation of All-Ceramic Crowns. Eur J Dent 2010;4:383-8.
17. Smith DC. Dental cements. Dent Clin North Am 1971;15:3-31.

레진 시멘트의 혼합 후 시간에 따른 피막도의 변화

이유승¹ · 김성훈^{2*} · 이재봉² · 한중석² · 여인성² · 하승룡³ · 김희경⁴

¹서울대학교 치의학대학원, ²서울대학교 치의학대학원 치과보철학교실, ³아주대학교 의과대학 치의학과, ⁴중앙보훈병원 치과병원 치과보철과

목적: 본 연구에서는 임상에서 사용되는 몇 가지 레진 시멘트의 혼합 후 부하를 가하기까지의 시간에 따른 피막도의 변화를 비교하고, 혼합 후 작업 시간과 레진 시멘트의 피막도의 관계를 알아 보고자 하였다.

재료 및 방법: 네 종류의 레진 시멘트(Panavia F2.0, Clearfil SA Luting, Zirconite, RelyX U200)를 제조사의 지시대로 혼합한 후 두 장의 투명한 Mylar matrix strip 사이에 소량의 시멘트를 넣고 다양한 시간 간격(20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180, 200초) 후에 50 N의 부하를 가하고 광중합을 시행하였다. 각 시점에서의 피막도는 1 μm 단위까지 측정 가능한 디지털 피막도 측정기를 이용하여 각 시편 당 세 번씩 측정하여 평균값을 구하였으며, 선형회귀분석을 통하여 시간에 따른 측정값의 변화를 알아 보았다. 또한 Wilcoxon 검정을 사용하여 각 측정값과 제조사에서 제시한 작업 시간을 유의수준 0.05로 비교 분석하였다 ($\alpha=0.05$).

결과: 본 연구에 사용된 모든 레진 시멘트에서 혼합 후 부하를 가하기까지 걸린 시간과 피막도는 선형회귀분석 결과 양의 상관관계를 갖는 일차함수적 패턴을 보였다. ISO기준에 따라 피막도가 50 μm 가 되는 시점까지의 시간은 각 레진 시멘트의 제조사가 제시한 작업 시간과 차이가 있었으나 통계적인 유의성은 없었다.

결론: 레진 시멘트의 피막도는 작업 시간의 증가에 따라 증가한다. 임상에서의 레진 시멘트의 작업 시간은 제조사에서 제시한 작업 시간과 차이가 있을 수 있다. (*대한치과보철학회지* 2015;53:325-9)

주요단어: 레진 시멘트; 피막도; 작업 시간

*교신저자: 김성훈

03080 서울시 종로구 대학로 101 서울대학교 치의학대학원 치과보철학교실

02-2072-2664; e-mail, ksh1250@smu.ac.kr

원고접수일: 2015년 7월 22일 / 원고최종수정일: 2015년 8월 31일 / 원고채택일: 2015년 9월 3일

© 2015 대한치과보철학회

이 글은 크리에이티브 커먼즈 코리아 저작자표시-비영리 3.0 대한민국 라이선스에 따라 이용하실 수 있습니다.