

Effect of storage condition of resin cement on shear bond strength of the orthodontic bracket

Seul-Gi Yi, Jin-Woo Kim, Se-Hee Park, Yoon Lee, Eung-Hyun Kim, Kyung-Mo Cho*

Department of Conservative Dentistry, College of Dentistry, Gangneung-Wonju National University, Gangneung, Republic of Korea

Purpose: For orthodontic bracket bonding, light curing resin cement is widely used because the process is convenient, and it can be polymerized at the desired time. This study compared the difference of bonding strength of orthodontic resin cement according to storage condition. **Materials and Methods:** After acid etching the bovine enamel surface with 37% phosphoric acid, 15 orthodontic brackets for mandible incisors were bonded with Ortho Connect and Orthomite LC according to following three conditions; 1) Immediate after 4°C refrigeration for 3 months (IR), 2) One day room temperature after 4°C refrigeration for 3 months (OR), 3) Room temperature for 3 months (RT). The shear bond strength was measured with a universal material tester and failure pattern of the specimen was observed. Two-way ANOVA and One-way ANOVA were used at the 95% significance level. **Results:** Ortho Connect that was applied immediately after refrigeration showed the maximum shear bond strength. Orthomite that was applied immediately after refrigeration showed the lowest shear bond strength, and the group stored at room temperature for three months showed the highest shear bond strength, and the difference between the two groups was significant. **Conclusion:** Ortho Connect can be used without worrying about bond strength even if it is used immediately after refrigeration, but Orthomite should be kept at room temperature sufficiently after refrigeration. (*J Dent Rehabil Appl Sci* 2022;38(4):189-95)

Key words: enamel; orthodontic bracket; resin cement; shear bond strength; storage condition

서론

치열교정용 브라켓의 접착은 보통 구강 내 모든 치아에 이루어지므로 최근에는 치면 처리가 단순하고 중합을 원하는 시기에 하여 브라켓 접착 실패의 가능성을 줄일 수 있는 광중합형 레진시멘트를 많이 이용한다.^{1,2}

일반적으로 복합 레진은 온도가 낮으면 중합도가 떨어져 낮은 물리적 성질과 접착력을 나타내며 사용 전에 온도를 올리면 더 높은 중합도와 접착력을 보이는 것으로 알려져 있다.^{3,4} 그러나 복합 레진의 구성 성분에 따라서 물성이 달라지는 정도가 다양하게 나타난다.⁵ 수복용 복

합 레진과 마찬가지로 레진시멘트도 보관 온도에 따라 물리적 성질과 접착력이 영향을 받을 수 있다.⁶ 또한 레진시멘트의 품질 유지 기한이 보관 온도에 영향을 받으므로 장기간 보관하는 경우에는 냉장 보관하는 것을 권고한다는 연구 결과가 있다.^{6,7} 자가 산 부식 접착제를 실온에서 장기간 보관하는 경우에 낮은 접착 강도를 보인다는 연구 결과도 있으며 냉장고에서 보관하던 접착제를 즉시 꺼내어 사용하여도 접착력의 저하가 없다는 연구도 있다.^{8,9}

이렇듯 복합레진 및 레진시멘트의 물성은 제품에 따라 온도의 영향을 다양하게 받으며 특히 냉장보관 하는 경

*Correspondence to: Kyung-Mo Cho
Professor, Department of Conservative Dentistry, College of Dentistry,
Gangneung-Wonju National University, 7, Jukheon-gil, Gangneung, 25457,
Republic of Korea
Tel: +82-33-640-2467, Fax: +82-33-640-3103, E-mail: drbozon@gwnu.ac.kr
Received: September 20, 2022/Last Revision: October 26, 2022/Accepted:
November 3, 2022

Copyright© 2022 The Korean Academy of Stomatognathic Function and Occlusion.
© It is identical to Creative Commons Non-Commercial License.

우와 실온에 보관하는 경우에 온도의 차이가 크게 발생할 수 있다. 온도에 따른 물성의 변화는 실제 임상에서도 결과의 차이를 나타낼 수 있으므로 이에 대한 연구가 필요하다.

최근 발매된 광중합형 치열교정용 레진시멘트 중에는 냉장 보관을 요구하는 제품이 있으며 실온 보관을 요구하는 제품도 있다. 그러나 이러한 광중합형 치열교정용 레진시멘트의 보관 온도가 접착 강도에 미치는 영향에 대한 연구는 전무하며, 냉장 보관을 하고 즉시 사용을 해도 되는가에 대한 연구 또한 없다.

이에 냉장 보관을 권고하는 광중합형 치열교정용 레진시멘트의 보관 조건이 접착 강도에 미치는 영향을 알아보고, 냉장보관 상태에서 즉시 사용을 해도 되는가를 냉장보관을 권장하지 않는 유사한 형태의 광중합형 치열교정용 레진시멘트와 함께 비교하여 적절한 보관 조건과 사용 방법을 알아보고자 하였다.

연구 재료 및 방법

광중합형 치열교정용 레진시멘트로 Orthomite LC (Sun Medical, Shiga, Japan)와 Ortho Connect (GC, Tokyo, Japan)를 사용한다. Orthomite는 제조사에서 냉장 보관(1 - 10°C)을 권고하는 제품이다. 두 제품 모두 치아 표면의 산 부식과 수세만을 하고 다른 접착 유도제를 사용하지 않고 레진시멘트를 브라켓에 적용 후 접착을 하는 제품이다. 두 레진시멘트의 구성성분은 Table 1에 나타났다.

법랑질 표면 산 부식을 위해서는 37% 인산인 DenFil etchant 37% (Vericom, Anyang, Korea)를 사용하였으며, 치열교정용 브라켓으로 0.018-inch narrow twin standard edgewise bracket (Tomy, Fukushima, Japan)을

사용하였고 레진시멘트의 중합을 위해 LED 광중합기인 G-Light (GC)를 사용하였다.

치관부에 결함이 없는 소의 하악 절치 90개를 사용하였으며 식용으로 도축한 소의 머리에서 발거 후 4°C 식염수에 보관하고 1개월 이내에 사용하였다. 백악법랑경계에서 치근을 절제한 후, 치관부 치수강의 치수를 제거하고 2.5% NaOCl에 30분간 담가 둔 뒤 수세하였다. 근단 방향의 개방된 부분은 임시 충전재인 Cavition (GC)으로 밀봉하였다. 치관의 최대한 넓은 순측 면이 노출되도록 주의하여 2 × 2 × 2 cm 크기의 자가중합 아크릴릭 투명 레진에 매몰하였다. 320-grit, 600-grit의 실리콘 카바이드 페이퍼를 차례로 이용하여 편평하고 균일한 연마도를 가지는 법랑질 표면이 노출되도록 주수 하에 연마하였으며 제작한 시편을 임의로 45개씩 Ortho Connect 군과 Orthomite LC 군으로 분류하였다.

법랑질 표면에 37% 인산을 적용하고 30초간 산 부식한 뒤 30초간 수세하고 건조하였다. 단면적 10.6 mm²의 하악 절치용 금속 브라켓에 각각의 시멘트를 적용하고 표면 처리를 한 치면에 안착한 후 잉여 시멘트를 제거한 뒤 브라켓 양쪽에서 LED 광중합기를 이용하여 10초씩 광중합을 하여 접착하였다.

각각의 레진시멘트는 보관 조건에 따라 다음 세 가지 조건으로 하여 각 조건 마다 15개의 법랑질 시편을 무작위로 배정하였다.

- 1) Immediate after Refrigeration (IR): 4°C 냉장고에서 3개월간 보관하고 꺼내어 즉시 적용하는 조건
- 2) One day room temperature after Refrigeration (OR): 4°C 냉장고에서 3개월간 보관하고 24시간 동안 실온에 보관했다가 적용하는 조건
- 3) Room Temperature (RT): 24°C 실온에서 3개월간 보관했다가 적용하는 조건

Table 1. Composition of materials used in this study

Material	Manufacturer	Composition	Lot no.	Storage conditions
Ortho Connect	GC	Ethoxylated bisphenol-A dimethacrylate (Bis-EMA), Urethane dimethacrylate (UDMA), Phosphoric acid ester monomer, Photoinitiator Stabilizer	2007224	Room temperature (4 - 25°C)
Orthomite LC	Sun Medical	2-Hydroxyethyl methacrylate 2-Propenoic acid, 2-methyl-, 7,7,9-trimethyl-4,13 dioxo-3, 14-dioxo-5,12-diazahexadecane-1, 16-diyl ester 2-Propenoic acid, 2-methyl-, 1,3-phenylenebis	FE1105	In a refrigerator (1 - 10°C)

* Data from manufacturers' websites and/or product catalogs.

브라켓을 접착한 시편을 24 시간 동안 36°C, 100% 상대습도에서 보관한 뒤 만능 재료 시험기(RB-306, R&B Inc., Daejeon, Korea)를 이용하여 전단접착강도를 측정하였다. 각 시편에 400 kg중의 전단력을 분당 1.0 mm의 속도로 가하여 금속 브라켓이 시편으로부터 탈락할 때의 최대하중을 RB 306 Helio X software (R&B Inc.)를 이용하여 획득하고 이를 단위 면적당 전단접착강도(MPa)로 환산하였다.

$$R \text{ (MPa)} = F \text{ (N)} / A \text{ (mm}^2\text{)}$$

전단접착강도 측정 후, 시편의 표면을 실물 현미경(LEICA M320, Leica Microsystems, Wetzlar, Germany)으로 40배 확대하여 접착 실패 양상을 관찰하였다. 접착 실패 유형에 따라 접착제와 피착면 사이에서 발생하는 접착성 실패(Adhesive failure), 접착제 내에서 발생하는 응집성 실패(Cohesive failure), 위의 양상들이 혼합되어 나타나는 혼합성 실패(Mixed failure)의 3가지 범주로 분류하였다.

시멘트 종류와 보관 조건이 전단접착강도에 미치는 상호작용을 평가하기 위하여 이원배치 분산분석(Two-way ANOVA)을 하였다. 또한 각각의 시멘트에서 보관 조건

에 따른 전단접착강도의 유의성을 검증하기 위해서 일원배치분산(One-way ANOVA)을 하고 Scheffe법으로 사후검정을 하였다. 모든 통계 분석은 95% 유의수준에서 진행을 하였다.

결과

레진시멘트와 보관 방법이 전단접착강도에 미치는 상호작용에 대한 이원배치 분산분석(Two-way ANOVA) 결과를 Table 2에 나타냈다. 통계 분석에 의하면 본 연구에서 레진시멘트의 종류가 아닌 보관 조건이 전단접착강도에 주로 영향을 주는 요인으로 작용하는 것으로 나타났다.

이에 각각의 레진시멘트에서 보관 방법이 전단접착강도에 미치는 영향을 알아보기 위해 레진시멘트별로 일원배치분산분석(One-way ANOVA)을 하였고 그 결과를 평균과 표준편차와 함께 Table 3에 나타냈다. Ortho Connect 시멘트는 냉장에서 꺼내 즉시 사용한 군(IR)이 다른 보관 조건에 대해 높은 전단접착강도를 나타냈으며 다른 두 조건 사이에는 차이가 없었다. Orthomite 시멘

Table 2. Result of Two-way ANOVA test on shear bond strength of cements

Source	Sum of squares	df	Mean square	F	Sig.
Corrected Model	289.057	5	57.811	7.521	.000
Intercept	19877.331	1	19877.331	2586.028	.000
Cement	14.787	1	14.787	1.924	.169
Storage	56.298	2	28.149	3.662	.030
Cement*Storage	217.972	2	108.986	14.179	.000
Error	645.660	84	7.686		
Total	20812.047	90			
Corrected Total	934.717	89			

Table 3. Shear bond strength of tested groups (Mean (MPa) ± SD)

	Immediate after Refrigeration (IR)	One day room temperature after Refrigeration (OR)	Room temperature (RT)
Ortho Connect	18.00 ± 2.76	12.91 ± 1.90	14.90 ± 2.82
Orthomite	12.80 ± 3.44	14.58 ± 2.58	15.99 ± 2.91

* Statistically significantly different ($P < 0.05$).

트는 냉장에서 꺼내 즉시 사용한 군이 가장 낮은 전단접착강도를, 3개월간 실온 보관한 군이 가장 높은 전단접착강도를 나타냈으며 두 군 사이에만 유의한 차이가 있었다.

각 실험군에서의 접착 실패 양상을 Table 4에 나타냈으며, 모든 실험군에서 15개의 시편 중 14개 이상에서 혼합성 실패가 관찰되었으며 접착성 실패는 없었다.

고찰

치열교정용 브라켓을 위한 레진시멘트는 치료 기간 동안 탈락되지 않으면서도 법랑질에 대한 손상을 최소로 할 수 있는 정도의 접착강도가 요구된다.^{2,10-12} 그러나 레진은 온도에 따라 물성이 달라지며,¹³ 이로 인해 레진시멘트의 접착 강도 또한 달라질 수 있다.

본 연구에서는 실제 임상에서 레진시멘트를 보관할 수 있는 방법과 이전의 연구들을 바탕으로 하여 실험 조건을 3가지로 하였다.^{8,14} 즉 레진시멘트를 보관하는 온도로는 실온 보관과 냉장 보관 2가지로 하였고, 냉장고에서 꺼내어 즉시 사용한 경우와 냉장고에서 꺼내어 24시간 실온에 보관한 경우를 비교하기로 하였다. 또한 레진시멘트는 제조사에서 냉장 보관을 권하는 시멘트와 실온 보관을 권하는 레진 시멘트 2가지를 실험군에 포함하여 각각의 보관 온도에 대한 영향을 알아보고자 하였다.

실험 결과 Ortho Connect 시멘트는 냉장 보관 후 즉시 사용하였을 때 모든 실험군에 대해서 가장 높은 전단접착강도를 보였고, 24시간 실온 보관한 실험군과 3개월간 실온 보관한 실험군에 비해서 전단접착강도가 유의하게 높았다. Orthomite 시멘트는 냉장 보관 후 즉시 사용하였을 때 가장 낮은 전단접착강도를 보였는데, 24시간 후에 유의하지는 않지만 전단접착강도가 증가하였고 3개월 실온보관한 실험군은 냉장 보관 후 즉시 적용한 실험

군보다 전단접착강도가 유의하게 높아졌다.

온도가 변화할 때 레진 및 레진시멘트에 영향을 미치는 것은 점성, 레진 단량체의 확산 속도, 단량체의 가수분해 안정성 등이 있다.¹⁵⁻¹⁷ 레진은 온도가 높을수록 점성이 낮아지고 레진 단량체의 확산 속도가 빨라지므로 중합도가 높아지며 기계적 성질이 향상된다고 알려졌다.¹³

그러나 보관 방법이 시멘트의 중요한 성질인 접착강도에 미치는 영향에 대해서는 상반된 연구결과가 있다. Ozer 등은 3종류의 self-adhesive 레진시멘트를 대상으로 한 실험을 통해 냉장보관을 한 경우가 접착강도가 유의하게 높다고 하였다.⁷ 그러나 Self-adhesive 레진 시멘트는 주로 상아질에 대한 간접수복물의 영구적인 합착을 위해 만들어졌고, 교정이 필요한 기간 동안에만 유지되고 교정이 끝난 후 법랑질에 큰 손상 없이 제거 되어야 하는 치열교정용 레진 시멘트와는 조성 및 물성이 다를 수 있다.

Ortho Connect는 일반적으로 사용하는 치열교정용 브라켓 접착용 시멘트에서 매우 낮은 탄성률(elastic modulus)을 가지는 제품이며,¹⁸ 냉장에서 꺼내 즉시 적용한 조건에서 가장 높은 접착강도를 나타낸 이번 연구의 결과를 보았을 때 온도 저하에 따른 탄성률과 점도의 변화가 접착강도에 영향을 미쳤을 것으로 유추할 수 있으나 보다 깊은 연구가 필요할 것이다.

Orthomite 시멘트는 냉장 보관을 권고하는 시멘트이다. 이에 대해 제조사는 시멘트 내에 포함된 10-methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate (MDP)의 성능 저하로 인해 냉장보관을 권고한다고 설명했으며, Ma 등의 연구에서도 온도가 높아지면 MDP 내의 인산염의 해리가 증가한다고 설명하였다.¹⁹ 따라서 Orthomite 시멘트는 냉장 보관을 하되 사용 전 적절한 시간 동안 상온에 두고 사용해야 한다.

치열교정용 브라켓을 위한 레진시멘트는 금속 브라켓

Table 4. Failure mode of tested groups

	Cohesive failure	Adhesive failure	Mixed failure	No. of specimen
Ortho Connect IR	1	0	14	15
Ortho Connect OR	1	0	14	15
Ortho Connect RT	0	0	15	15
Orthomite IR	0	0	15	15
Orthomite OR	0	0	15	15
Orthomite RT	1	0	14	15

IR, Immediate after Refrigeration; OR, One day room temperature after Refrigeration; RT, Room temperature.

과 치아 사이에서 주로 기계적 결합에 의존하여 접착되지만, 최근의 레진시멘트에는 구강 내에서 안정적인 접착을 유지하기 위해 화학적 결합을 돕는 접착 단량체가 포함된다.²⁰ 이러한 단량체는 제조사마다 다른 종류가 포함되는데, 이 중에는 용매와 단량체의 조합에 따라 온도가 높은 보관 조건에서 안정성이 떨어질 수 있다.²¹ 실온 보관 시에 단량체의 가수분해 안정성이 결여되는 시멘트는 장기간 보관할 경우 냉장 보관하는 것이 안정적인 전단 접착강도를 보장할 수 있다. 이는 냉장 보관으로 시멘트 자체의 점성이 높아진다고 해도 레진시멘트의 중합도와 물성에 더 관련이 깊은 단량체의 안정성이 우선되기 때문이다. 그러나 실온에 영향을 받지 않는 단량체가 포함된 시멘트를 장기간 냉장 보관했다면 점성이 회복되기 위해 충분한 시간을 실온에 두어야 제조사가 의도한 접착강도를 얻을 수 있을 것이다.

Faria-E-Silva 등이 adhesive resin으로 실험한 바에 의하면 냉장 보관 후 점성이 급격히 올라가지만 20분만에 대조군과 비슷한 수준이 된다고 하였으며,³ Osternack 등은 composite resin을 냉장 보관에서 꺼낸 후 15분 뒤면 표면 온도가 23°C가 된다고 하였고,¹⁴ Borges 등은 접착제를 적용하는 시간만으로도 낮은 온도에 대한 영향을 완화시킬 수 있다고 하였다.²² 본 실험에서 Orthomite 시멘트는 냉장 보관 후 실온에서 24시간 보관했을 때 실온에 보관한 실험군과 접착강도의 차이가 나지 않았다.

레진시멘트는 제조사마다 성분이 다르기 때문에 보관 온도에 따른 단량체의 안정성, 열전도도에 따른 점성의 변화가 각기 다르다. 따라서 사용하는 레진시멘트의 제조사가 권고하는 보관 방법을 잘 따라야 하며, 장기간 보관할 경우 냉장보관을 하되 임상에서 사용하기 전에 충분한 시간을 실온에 두고 사용해야 할 것이다.

이번 연구의 한계는 Orthomite 시멘트는 제조사에서 냉장 보관할 것을 권고하고 있으나 본 연구는 3개월간만 실온 보관을 했으므로 1년 이상 장기간 실온 보관했을 때의 상황을 유추하기는 어렵다는 점이다. 또한 Orthomite 시멘트에서 24시간 실온 보관과 3개월 실온 보관이 차이를 보이지는 않았지만 냉장 보관 후 즉시 사용과 3개월 사이에는 차이를 보이므로 24시간부터 3개월 또는 그 이상의 기간에 어떠한 변화를 거치는가에 대한 추가 연구를 하여 냉장 보관을 한 경우 최소한 얼마 동안 실온에 두어야 하는가에 대한 연구가 필요하다.

또한 Orthomite 시멘트에서 냉장 보관을 한 경우 접착강도가 낮게 나왔으므로 온도를 급상승 시키는 방법이

어떤 결과를 나타내는지에 대한 연구도 필요하며, 온도를 실온보다 높게 하는 경우 어떤 결과가 나오는가에 대한 연구도 필요하다.

결론

온도에 의해 중합도와 접착강도에 영향을 받을 수 있는 치열교정용 레진시멘트를 세 가지 다른 방법으로 보관하고 법랑질에 대한 치열교정용 브라켓의 전단접착강도를 비교, 평가한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

Ortho Connect는 냉장보관을 하다가 즉시 사용을 하더라도 치열교정용 브라켓의 법랑질에 대한 전단접착강도에 대한 염려 없이 사용이 가능하지만 Orthomite는 냉장보관을 한 경우 충분히 실온으로 온도가 회복될 수 있는 시간을 부여해야 적절한 전단접착강도를 가질 것으로 사료된다.

Acknowledgements

이 논문은 2021년도 강릉원주대학교치과병원 협동임상연구비(CR2102) 지원에 의하여 수행되었음.

ORCID

Seul-Gi Yi <https://orcid.org/0000-0003-4760-0380>

Jin-Woo Kim <https://orcid.org/0000-0002-0004-0710>

Se-Hee Park <https://orcid.org/0000-0002-4052-4082>

Yoon Lee <https://orcid.org/0000-0001-9813-8531>

Eung-Hyun Kim <https://orcid.org/0000-0002-2251-1691>

Kyung-Mo Cho <https://orcid.org/0000-0003-3464-9425>

References

1. Gange P. The evolution of bonding in orthodontics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2015;147 Suppl 4:S56-63.
2. Reynolds IR. A review of direct orthodontic bonding. *Br J Orthod* 1975;2:171-8.
3. Faria-E-Silva AL, Piva E, Moraes RR. Time-dependent effect of refrigeration on viscosity and conversion kinetics of dental adhesive resins. *Eur J Dent* 2010;4:150-5.
4. Lohbauer U, Zinelis S, Rahiotis C, Petschelt A,

- Eliades G. The effect of resin composite pre-heating on monomer conversion and polymerization shrinkage. *Dent Mater* 2009;25:514-9.
5. Chaves FO, de Farias NC, de Mello Medeiros LM, Alonso RC, Di Hipólito V, D'Alpino PH. Mechanical properties of composites as functions of the syringe storage temperature and energy dose. *J Appl Oral Sci* 2015;23:120-8.
 6. Pegoraro TA, Fulgêncio R, Butignon LE, Manso AP, Carvalho RM. Effects of temperature and aging on working/setting time of dual-cured resin cements. *Oper Dent* 2015;40:E222-9.
 7. Ozer F, Ovecoglu HS, Daneshmehr L, Sinmazisik G, Kashyap K, Iriboz E, Blatz MB. Effect of storage temperature on the shelf life of self-adhesive resin cements. *J Adhes Dent* 2015;17:545-50.
 8. Sadr A, Ghasemi A, Shimada Y, Tagami J. Effects of storage time and temperature on the properties of two self-etching systems. *J Dent* 2007;35:218-25.
 9. Shibuya-Chiba Y, Iwasa M, Tsubota K, Miyazaki M, Hirose H, Platt JA. Influence of storage conditions of adhesive vials on dentin bond strength. *Oper Dent* 2010;35:508-14.
 10. Dijkman GE, de Vries J, Lodding A, Arends J. Long-term fluoride release of visible light-activated composites in vitro: a correlation with in situ demineralisation data. *Caries Res* 1993;27:117-23.
 11. Sharma S, Tandon P, Nagar A, Singh GP, Singh A, Chugh VK. A comparison of shear bond strength of orthodontic brackets bonded with four different orthodontic adhesives. *J Orthod Sci* 2014;3:29-33.
 12. Reynolds IR. Composite Filling Materials as Adhesives in Orthodontics. *Br Dent J* 1975;138:83.
 13. Daronch M, Rueggeberg FA, De Goes MF. Monomer conversion of pre-heated composite. *J Dent Res* 2005;84:663-7.
 14. Osternack FH, de Menezes Caldas DB, Rached RN, Vieira S, Platt JA, de Almeida JB. Impact of refrigeration on the surface hardness of hybrid and microfilled composite resins. *Braz Dent J* 2009;20:42-7.
 15. Zeller DK, Fischer J, Rohr N. Viscous behavior of resin composite cements. *Dent Mater J* 2021;40:253-9.
 16. Donmez N, Ari H, Belli S. Effect of storage temperature on bond strength of a self-etch adhesive system to pulp chamber dentin. *Eur J Dent* 2009;3:314-7.
 17. Lovelth LG, Newman SM, Bowman CN. The effects of light intensity, temperature, and comonomer composition on the polymerization behavior of dimethacrylate dental resins. *J Dent Res* 1999;78:1469-76.
 18. Rasmussen MJ, Togrye C, Trojan TM, Tantbirojn D, Versluis A. Post-gel shrinkage, elastic modulus, and stress generated by orthodontic adhesives. *Angle Orthod* 2020;90:278-84.
 19. Ma S, Nakajima KF, Nishiyama N. Effects of storage temperature on the shelf life of one-step and two-step self-etch adhesives. *Oper Dent* 2009;34:472-80.
 20. Almilhatti HJ, Giampaolo ET, Vergani CE, Machado AL, Pavarina AC, Betiol EA. Adhesive bonding of resin composite to various Ni-Cr alloy surfaces using different metal conditioners and a surface modification system. *J Prosthodont* 2009;18:663-9.
 21. Nishiyama N, Tay FR, Fujita K, Pashley DH, Ikemura K, Hiraishi N, King NM. Hydrolysis of functional monomers in a single-bottle self-etching primer - correlation of ¹³C NMR and TEM findings. *J Dent Res* 2006;85:422-6.
 22. Borges GA, Spohr AM, de Oliveira WJ, Correr-Sobrinho L, Correr AB, Borges LH. Effect of refrigeration on bond strength of self-etching adhesive systems. *Braz Dent J* 2006;17:186-90.

레진시멘트의 보관 조건이 치열교정용 브라켓의 전단접착강도에 미치는 영향

이슬기 전공의, 김진우 교수, 박세희 교수, 이윤 교수, 김응현 대학원생, 조경모* 교수

강릉원주대학교 치과대학 치과보존학교실

목적: 본 연구의 목적은 치열교정용 레진시멘트의 보관 조건이 치열교정용 브라켓의 접착강도에 미치는 영향을 보고자 함이다.

연구 재료 및 방법: 소의 하악 절치 순면 법랑질에 37% 인산으로 산 부식 후 치열교정용 레진시멘트인 Ortho Connect와 Orthomite를 3개월간 4°C 냉장 보관 후 즉시 적용, 3개월간 4°C 냉장 보관 후 24시간 동안 실온 보관하고 적용, 3개월간 24°C 실온 보관 후 적용하는 세 조건에 따라 각 조건별로 15개의 하악 절치용 치열교정용 금속브라켓을 접착하고 광중합 한 뒤 24시간 후에 만능재료시험기로 전단접착강도를 측정하고 접착 실패 양상을 관찰하였다. 측정된 전단접착강도를 95% 유의수준에서 레진시멘트와 보관 조건에 대해 이원배치분산분석을, 레진시멘트에 보관 조건이 미치는 영향에 대해 일원배치분산분석을 했다.

결과: Ortho Connect는 냉장 보관 후 즉시 사용했을 때 가장 높은 전단접착강도를 보였으며 다른 조건 사이에는 차이가 없었다. Orthomite는 냉장 보관 후 즉시 사용했을 때 가장 낮은 전단접착강도를, 3개월 실온 보관했을 때 가장 높은 전단접착강도를 나타냈으며 이 두 조건 사이에만 유의한 차이가 있었다.

결론: Ortho Connect는 냉장 보관 후 즉시 사용해도 적절한 접착이 가능하지만, Orthomite는 냉장 보관을 한다면 충분한 실온 보관을 하는 것이 접착에 유리할 것으로 사료된다.

(구강회복응용과학지 2022;38(4):189-95)

주요어: 법랑질; 치열교정용 브라켓; 레진시멘트; 전단접착강도; 보관 조건

*교신저자: 조경모

(25457) 강원도 강릉시 죽헌길 7 강릉원주대학교 치과대학 치과보존학교실

Tel: 033-640-2467 | Fax: 033-640-3103 | E-mail: drbozon@gwnu.ac.kr

접수일: 2022년 9월 20일 | 수정일: 2022년 10월 26일 | 채택일: 2022년 11월 3일