https://doi.org/10.22974/jkda.2021.59.9.004

치과용 접착제를 잘 쓰는 법, "Agitation"

경희대학교 치과대학 치과보존학교실

김덕수

ABSTRACT

The effect of agitation on the adhesion performance of dentin adhesives

Department of Conservative Dentistry, School of Dentistry, Kyung Hee University

Duck-Su Kim

Contemporary dentin adhesives show reliable adhesion performance regardless of their adhesion protocol. It is mostly attributed to the improved chemical composition of them. However, their performance can be also improved by various clinical techniques. "Agitation" is the most important technique among them. It is easiest and most useful technique in clinic. In addition, it can be used to all dentin adhesives. This manuscript describes various evidence for the agitation and provides its clinical guidance.

Key words : Agitation, Dentin adhesive, Bond strength

Corresponding Author
Duck-Su Kim, DDS, MSD, PhD. Professor, https://orcid.org/0000-0001-9386-6062
Department of Conservative Dentistry, School of Dentistry, Kyung Hee University, 24, Kyungheedae-ro, Dongdaemun-gu, Seoul, 02453, Republic of Korea
Tel : 82-2-958-9330 / FAX : 82-2-960-5108 / Email : dentist96@khu.ac.kr

치과 임상에 접착이라는 개념이 도입된 이후로 치과용 접착제는 끊임없이 발전해 왔다. 가장 처음 출시되었던 3-step total-etch 접착제부터 최근에 많이 사용하고 있는 universal 접착제까지, 치과용 접착제는 임상가의 요구에 맞추어 끊임없이 변화했다. 임상가들은 치과용 접착제가 1) 치질에 대한 결합 강도를 높이면서, 2) 사용은 편리하게, 그리고 3) 술후 과민감을 최소화했으면 좋겠다고 생각했고, 제조사들은 이러한 임상가들의 기대에 끊임없이 부응해 접착제를 개발했다. 따라서, 최근에 출시되는 대부분의 치과용 접착제들은 큰 불편 없이 사용이 가능하다. 하지만, 치과용 접착제의 효과를 더욱 개선하기 위해선, 접착제를 사용하는 방법 또한 중요하다. 이 논문에서는 이러한 여러 방법 중 하나인 치과용 접착제의 "agitation"에 대해 알아보도록 하겠다.

"agitate"는 "흔들다, 액체를 휘젓다"라는 의미의 단어이다. 접착제 박스 안에 접혀 있는 흰색 종이가 있는데, 이것이 "Instruction for Use"라고 되어 있는 사용 설명서이다. 이를 자세히 살펴보면 Fig. 1과 같은 표현들이 있는 것을 발견할 수 있다.

Highlight 표시가 된 단어는 각기 다르지만, 그 의미는 동일하다. 바로 접착제를 적용할 때, 치아 표면에 "잘 문질러서" 적용하라는 것이다. 그렇다면 왜 이런 표현들이 기술되어 있고, 이런 과정이 어떤 의미를 가지는지 알아보도록 하겠다.

일반적으로 "agitation"은 micro-brush에 접착제를 묻혀서 와동 표면에 적용하는 과정이며, 이를 통해 다음과 같은 효과들을 기대할 수 있다.

1) 탈회된 상아질 하방으로 접착제의 침투력을 향상시킬 수 있다. (total-etch 접착제)
2) 산성 단량체에 의한 부식 효과를 증가시킬 수 있다. (self-etch 접착제)
3) 산성 단량체와 치질의 접촉을 증가시킬 수 있다. (self-etch 접착제)
4) 용매 증발을 촉진시킬 수 있다. (total-etch and self-etch 접착제)

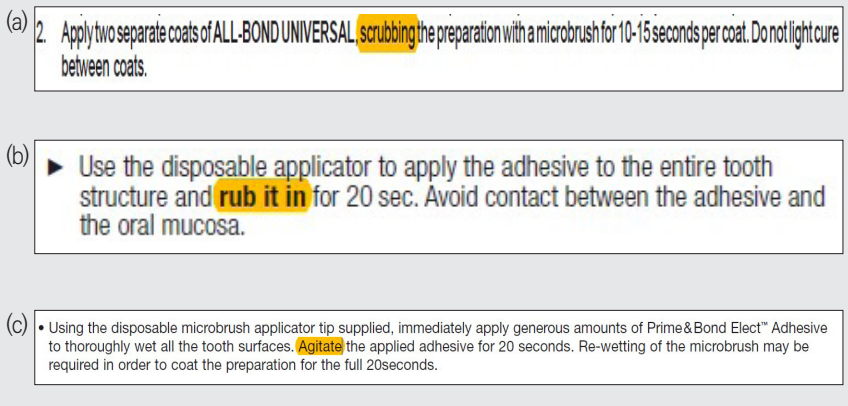

Figure 1. Part of instruction for use of three different universal adhesives. (a) All-Bond Universal (Bisco), (b) Single Bond Universal (3M ESPE), (c) Prime & Bond Elect (Dentsply)

이런 효과들의 근거를, 여러 문헌들을 통해 다시 한번 살펴보도록 하겠다.

먼저 total-etch 접착제를 사용하는 경우에는 인산으로 산부식을 시행하기 때문에 와동 표면에 형성된 도말층(smear layer)과 치아 표면의 무기질이 제거된다. 법랑질의 경우 접착에 유리한 미세 요철만 형성되지만, 상아질의 경우에는 교원질과 상아세관이 노출된다. 이때 접착제가 노출된 교원질과 상아 세관에 잘 침투해야 상아질에서 안정적인 접착이 이루어지게 되는데 "agitation"이 중요한 역할을 한다. Reis A 등이 2-step, total-etch 접착제인 Single Bond (3M ESPE)와 One-Step (Bisco)을 이용해 2007년에 발표한 논문에서 다음과 같은 결론을 확인할 수 있다[1].

1) Agitation을 했을 경우 즉시(immediate) 결합 강도가 증가하였다.
2) Agitation을 강하게(vigorous) 했을 경우 1년 후의 결합 강도가 잘 유지되었다.
3) Agitation을 했을 경우 상아질 표면의 습윤도(wetness)에 관계없이 높은 결합 강도를 얻을 수 있었다.

다음은 self-etch 접착제를 사용하는 경우이다. Self-etch의 경우 인산으로 산부식을 시행하지 않고, 접착제에 포함된 산성 기능성 단량체(acidic functional monomer)를 이용해 와동 표면의 도말층(smear layer)을 부분적으로 용해 및 변형시켜서 접착에 유리한 구조로 만든다. 그렇기 때문에, 앞서 기술했던 것처럼 agitation을 통해서 얻는 장점이 더 많다. Valasquez LM 등이 Clearfil SE Bond (Kuraray), Xeno III (Dentsply), AdheSE (Ivoclar-Vivadent)를 이용해 2006년에 발표한 논문의 결과를 보면 다음과 같은 사실을 알 수 있다[2].

1) Agitation이 법랑질의 결합강도에는 영향을 주지 않았다.
2) 20초간 agitation을 시행한 경우 상아질의 결합강도가 증가되었다.

20초의 시간이 길게 느껴질 수 있지만, 대부분의 치과용 접착제는 10-15초 정도 적용하는 것을 권장하고 있기 때문에, 20초는 결코 긴 시간은 아니라고 할 수 있다. do Amaral RC 등이 3종의 one-step, self-etch 접착제를 사용한 논문에서도 이와 유사한 결과를 확인할 수 있다[3]. 따라서 self-etch 접착제를 사용할 때는, agitation을 하는 것이 매우 유리하다는 점을 확인할 수 있다.

최근에 많이 사용되고 있는 universal 접착제에서도 agitation에 대한 연구가 있었다. 2015년에 Loguerico AD 등은 universal 접착제를 사용해서 법랑질에 접착을 시행할 때 agitation이 selective enamel etching과 유사한 효과를 보임을 증명하였다[4] (Table 1).

또한 JH Jang 등은 2018년 agitation을 통해서 universal 접착제의 상아질 결합강도를 증가시키고, 접착제의 "phase separation" 현상을 감소시킬 수 있음을 증명하였다[5] (Fig. 2).

지금까지 내용을 종합해 보면, 모든 치과용 접착제에서 agitation의 효과는 명확하고 특별한 단점이 없다는 것을 알 수 있다. 다음으로 고려할 사항은 agitation을 시행하는 방법인데, 이를 위해 중요한 것은 micro-brush의 tip size이다. 다양한 형태의 micro-brush를 구할 수 있지만, 필자는 주로 Fig. 3의 두가지 micro-brush를 사용하고 있다. 그 이유는 와동의 폭경이 좁으면 커다란 micro-brush로 agitation이 불가능하기 때문이다. 따라서, 와동 폭경에 맞는 적절한 micro-brush를 선택하는 것이 좋다.

Table 3 – Microtensile bond strength (μTBS in MPa) values (means ± standard deviations) of the different experimental groups.[a]

Adhesive	Strategy		
	Passive SE	Active SE	ER
ADU	17.9 ± 1.5 b	22.2 ± 1.3 a,b	25.9 ± 2.2 a
ABU	14.6 ± 1.8 c	19.5 ± 1.5 a,b	23.7 ± 3.4 a
CFU	11.9 ± 1.9 c	18.4 ± 1.4 b	20.2 ± 2.0 a,b
FBU	12.5 ± 2.6 c	14.4 ± 2.2 b	17.2 ± 2.6 b
GBP	12.1 ± 1.3 c	15.3 ± 1.6 b	18.5 ± 2.1 a,b
PBE	13.6 ± 1.9 c	17.6 ± 1.7 b	21.4 ± 1.2 a,b
SBU	16.9 ± 1.3 b	18.0 ± 2.6 b	22.2 ± 1.3 a,b

[a] Different letters means differences statistically significant between groups (Tukey test, $p < 0.05$).

Table 1. The result of micro-tensile bond strength test of seven universal dentin adhesives. "Active SE" strategy showed similar results to those of "ER" strategy. (Cited from Loguerico AD et al[4].)

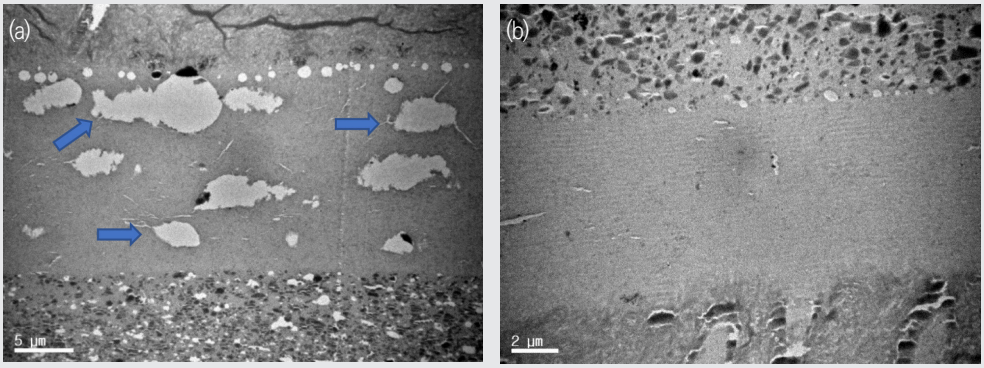

Figure 2. Transmission electron micrscopy of G-Premio Bond. (a) adhesive layer formed without agitation. Blue arrows indicated remnant water globule within the adhesive layer. (Phase separation phenomenon), (b) adhesive layer with agitation. There were no phase separation in the adhesive layer. (Cited from JH Jang et al[5].)

마지막으로 agitation을 시행할 때 가하는 적절한 압력에 대해 알아보겠다. 이 부분은 agitation을 할 때 항상 궁금했던 부분이고 개인적으로도 많은 질문을 받았던 내용이다. 다행히 최근에 이와 관련된 논문이 출판

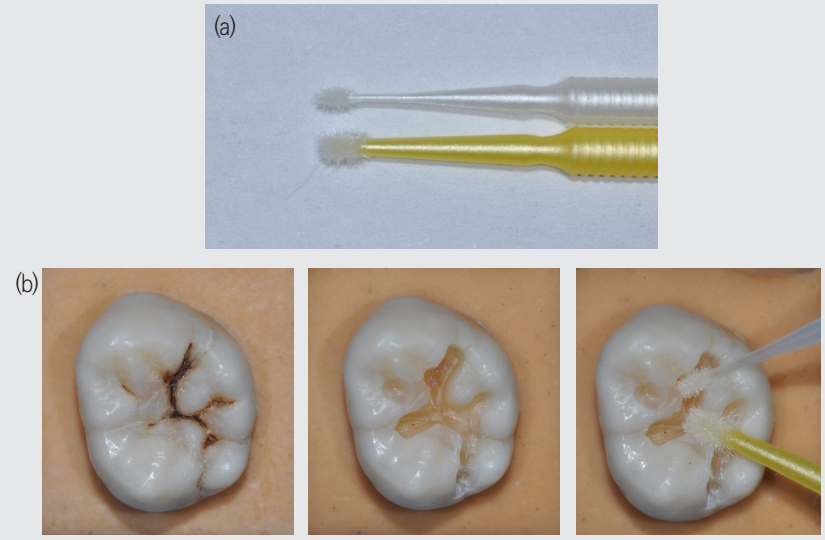

Figure 3. (a) Two micro-brush with different diameter. (Microbrush International). (b) Adaptation of micro-brushes to narrow cavity. Micro-brush with smaller tip is more proper.

되었다. Irmak 등이 2018년 발표한 논문을 보면, 임상적으로 micro-brush가 구부러지지 않을 정도의 압력으로 agitation을 시행하는 것이 좋은 결과를 보였다[6]. 관련 연구가 적어 근거가 미약하긴 하지만, 임상적으로 재현이 쉽기 때문에 충분한 도움이 될 것이라고 생각된다.

지금까지 치과용 접착제의 agitation 효과에 대해 간략히 알아보았다. 과거에 비해 치과용 접착제들의 성능이 많이 개선되긴 했지만, 이러한 접착의 결과는 임상가의 사용 방법에 따라서 좋아질 수도, 나빠질 수도 있다. Agitation은 접착제의 성능을 보다 좋게 만들 수 있는, 가장 쉬운 임상적인 방법이다. 처음엔 어색하고 번거롭게 느껴지겠지만, 익숙해지면 충분히 그 효과를 체감할 수 있을 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

1. Reis A et al. Impact of Adhesive Application to Wet and Dry Dentin on Long-term Resin-dentin Bond Strengths. Oper Dent; 32(4):380-387.
2. Velasquez LM et al. Effect of Placement Agitation and Placement Time on the Shear Bond Strength of 3 Self-etching Adhesives. Oper Dent; 31(4):426-30.
3. do Amaral RC et al. Active application improves the bonding performance of self-etch adhesives to dentin. J Dent; 37(1):82-90.
4. Loguerico AD et al. Does active application of universal adhesives to enamel in self-etch mode improve their performance? J Dent; 43(9):1060-1070.
5. JH Jang et al. Effect of various agitation methods on adhesive layer formation of HEMA-free universal dentin adhesive. Dent Mater J; 38(1):101-106.
6. Irmak Ö et al. Effect of rubbing force magnitude on bond strength of universal adhesives applied in self-etch mode. Dent Mater J; 37(1):139-145.