

3종 상아질 접착제의 전단결합강도에 관한 연구

A Study on the Shear Bond Strength of Three
Dentin Bonding Agents

2005년 2월 일

조선대학교 대학원

치 의 학 과

박 명 진



3종 상아질 접착제의 전단결합강도에 관한 연구

지도교수 고 영 무

이 논문을 치의학 석사학위 논문으로 제출함.

2004년 10월 일

조선대학교 대학원

치 의 학 과

박 명 진

박명진의 석사학위 논문을 인준함.

위원장 조선대학교 교수 황호길



위원 조선대학교 교수 고영무



위원 조선대학교 교수 최한철



2004년 11월 일

조선대학교 대학원

목 차

영문초록	iv
I. 서 론	1
II. 연구재료 및 방법	3
III. 연구성적	4
IV. 총괄 및 고안	5
V. 결 론	8
참고문헌	9

표 목 차

Table 1. Three dentin bonding agents used in this study	3
Table 2. Mean and standard deviation of shear bond strength for three different dentin bonding agents	4

도 목 차

Figure 1. Graph of shear bond strength for three different dentin bonding agents	4
---	---

A Study on the Shear Bond Strength of Three Dentin Bonding Agents

Park, Myung-Jin, D.D.S.,

Director : Prof. Ko, Yeong-Mu, D.D.S., M.S.D., Ph.D.

Department of Dentistry,

Graduate School of Chosun University

The purpose of this study was to evaluate and compare the shear bond strength to dentin of three dentin adhesive systems. Thirty freshly extracted human teeth were mounted in acrylic molds and the facial surfaces were prepared to expose middle dentin, which polished to 800-grit. Teeth were randomly classified to three groups($n=10$) according to the dentin bonding agent used. The materials used in this study was Scotch Bond Multi-Purpose(3M ESPE Co.); Group I, Single Bond(3M ESPE Co.); Group II and Adper Prompt L-Pop(3M ESPE Co.); Group III). The dentin adhesive systems were applied according to the manufacturer's recommendations. All specimens were restored with the composite resin Z250(3M ESPE Co.) and stored in distilled water at 37°C for 24 hours and thermocycled for 600 cycles between 5°C and 55°C with 30-s dwell times at the minimum and maximum temperatures. The shear bond strength were tested using universal testing machine(AGS 1000D, Shimadzu, Tokyo, Japan) at a cross head speed of 1 mm/min. The data was statistically analyzed by one-way ANOVA.

The results obtained were as follows:

1. The mean and standard deviation of shear bond strengths for Group I, II, and III were 30.3 ± 5.8 MPa, 20.2 ± 9.8 MPa, and 29.5 ± 3.2 MPa.
2. The Group I and III showed significantly higher shear bond strength compared to Group II ($p<0.05$). No differences were found between the Group I and III.
3. Group III showed the lowest standard deviation.

In conclusion, in spite of a simplification of bonding procedures in the self-etching dentin bonding system, the Adper Prompt L -Pop(Group III) showed higher shear bond strength to dentin like the three-step conventional bonding system, Scotch Bond Multi Purpose(Group I). It could be used effectively in restorative dentistry.

I. 서 론

상아질은 매우 복잡한 생물학적 구조이다. Marshal 등(1997)은 상아질의 다양한 구조적 성분과 특성이 상아질 접착제에 직접적인 영향을 준다고 하였다. 상아질 투과성, 치수액 흐름성, 경화되거나 우식증이 있는 상아질과 같은 생물학적 및 임상적 인자는 상아질 접착성에 영향을 미친다(Burrow 등: 1994, Nakajima 등: 1995, Parshley 등: 1992, Perdiago 등: 1994). 콤포짓트 레진과 상아질의 접착에 영향을 미치는 가장 중요한 요소는 미세 기계적 결합이다. 이러한 유지력은 콤포짓트 레진이 상아질 표면에 적절히 침투하여 콤포짓트 레진과 상아질 계면에서 혼성층(hybrid layer, resin-dentine interdiffusion zone)을 형성하여 얻어진다(Nakabayashi 등: 1982). 대부분의 재래형 상아질 접착제 시스템에서 콤포짓트 레진과 상아질의 접착강도는 높지만, 어떤 요인에 따라서 접착 강도가 감소되는 경우가 있다.

Kiyomura(1987)는 5년 동안 물에 침지시키면 상아질 결합강도가 급격히 감소한다고 하였다. Gwinnett과 Yu(1998)는 6개월 동안 수분에 지속적으로 접촉시키면 수분이 레진과 콜라겐에 가소제 역할을 하거나 상아질 접착제를 가수분해하므로 상아질과 레진의 결합강도가 감소된다고 하였다. Sano 등(1995)은 미중합 수용성 모노머와 저분자량의 올리고머가 누출되어 레진과 상아질의 결합강도가 감소된다고 하였으며 레진 모노머가 인산에 의해 탈회된 상아질로 완전히 침투하지 못하기 때문이라고 보고 하였다. Brannstrom 등(1989)은 상아세관내의 상아세관 액이 역동적으로 이동하여 상아질 접착제의 결합강도에 영향을 준다고 하였으며 Tay 등(1994)은 프라이머 용매제의 불완전한 증발이 프라이머와 상아질 접착제의 중합을 방해하여 결합강도를 감소시킨다고 하였다. Kargreaves 등(1989)은 부적절한 산 부식법이 상아질 접착제의 결합강도에 영향을 준다고 하였으며, 또한 과도한 산 부식을 행하면 탈회된 상아질 기저부에서 콜라겐 섬유가 변성되어 레진-상아질 혼성층이 형성되지 않아 결합 강도가 감소된다(Paul 등: 1999). 더욱이, 산 부식 후에 상아질 표면을 지나치게 건조시키면 콜라겐 섬

유가 파괴될 위험이 있으므로(Parshley 등: 1993, Sano 등: 1995) 기존의 상아질 접착제를 사용할 때는 수분 조절이 매우 중요하다고 보고되었다(Tay 등: 1995).

최근에는 치료 술식을 단순화 시킨 단일 접착시스템(one-bottle system)이 개발되었다. 이 시스템은 사용하기 편리하고 술식이 간단하며 시술 시간이 단축되어 많이 사용되고 있으나 프라이머와 접착제 레진이 혼합되어 있으므로 혼성충이 감소되어 결합강도가 감소될 수도 있다(Van Meerbeck 등: 1999). 혼성충 형성의 감소를 방지하여 결합강도를 향상시키기 위해서 자가 부식형 상아질 접착제를 사용하는 경우가 있으며 이 시스템은 산성 프라이머를 사용하여 상아질의 표면에서 도말층을 제거하는 산부식과 레진이 침투하는 프라이밍 과정이 동시에 일어난다. 그러므로, 산부식제를 세척하는 과정과 콜라겐 섬유가 수화되는 프라이밍 과정이 생략된다. 더욱이, 이 시스템은 레진 접착제가 탈회된 상아질 표면에 침투하지 못하는 위험성을 확실하게 방지할 수 있다. 그러나, 이 시스템도 상아질과 강하고 지속적인 결합 강도를 유지할 수 있는가에 대해서는 아직도 명확하지 않다(Marshall Jr 등: 1994, Sano 등: 1999).

본 연구의 목적은 3 종의 상아질 접착제를 술식에 따라 상아질에 도포한 후에 콤포짓트 레진을 접착시켜 전단 결합강도를 측정한 후, 상아질과의 결합강도가 가장 높은 상아질 접착제를 찾고자 하였다.

II . 연구재료 및 방법

A. 연구재료

본 실험에 사용된 3 종의 상아질 접착제 시스템은 Table 1과 같다.

Table 1. Three dentin bonding agents used in this study

Group	Materials	Manufacturer
I	Scotch Bond Multi-Purpose	3M ESPE Co.
II	Single Bond	3M ESPE Co.
III	Adper Prompt L-Pop	3M ESPE Co.

B. 연구방법

30개의 발거된 대구치를 선택하여 아크릴릭 레진에 마운팅 한 후에 상아질의 중간 부분이 노출될 때까지 치아의 협면을 삭제하고 800-grit 사포를 사용하여 연마하였다. 각각의 치아를 사용한 상아질 접착제 시스템에 따라서 각각 10개씩 선택하여 제 1군(Scotch Bond Multi-Purpose), 제 2군(Single Bond), 및 제 3군(Adper Prompt L-Pop)으로 분류하였다. 모든 상아질 표면을 35% 인산 용액으로 15초 동안 부식시키고 10초간 세척하였으며 2 cm 떨어진 거리에서 상아질 표면에 건조한 공기를 약하게 불어서 약간의 습기를 남겨 두었다. 3 종의 상아질 접착제 시스템을 제조회사의 지시에 따라서 상아질 표면에 도포한 후에 직경 2 mm, 높이 3 mm 인 원통형 Z 250 콤포짓트 레진을 접착시키고 경화시킨 후에 37°C 증류수에 24시간 보관하고 5°C와 55°C의 온도에서 침지 시간(dwell time) 30초씩 열순환을 600회 시행하였다. 만능시험기(Shimadzu, Tokyo, Japan)를 사용하여 cross head speed 1 mm/min 속도로 전단결합강도를 측정하였으며 one-way ANOVA를 사용하여 통계처리 하였다.

III. 연구 성적

제 1군, 2군 및, 3군의 전단결합강도의 평균값 및 표준편자는 30.3 ± 5.8 MPa, 20.2 ± 9.8 MPa, and 29.5 ± 3.2 MPa 이었다(Table 2, Fig. 1). 제 1군과 3군의 전단결합강도 값은 제 2군에 비하여 유의성 있게 높았으나($p<0.05$), 제 1군과 3군의 전단결합강도 값은 유의성 있는 차이가 없었다($p>0.05$).

Table 2. Mean and standard deviation of shear bond strength for three different dentin bonding agents

Shear bond strength	Group I	Group II	Group III
Mean±S.D(MPa)	30.3 ± 5.8^a	20.2 ± 9.8^b	29.5 ± 3.2^a

Different superscript number shows the statistically difference between the dentin bonding agents($p<0.05$).

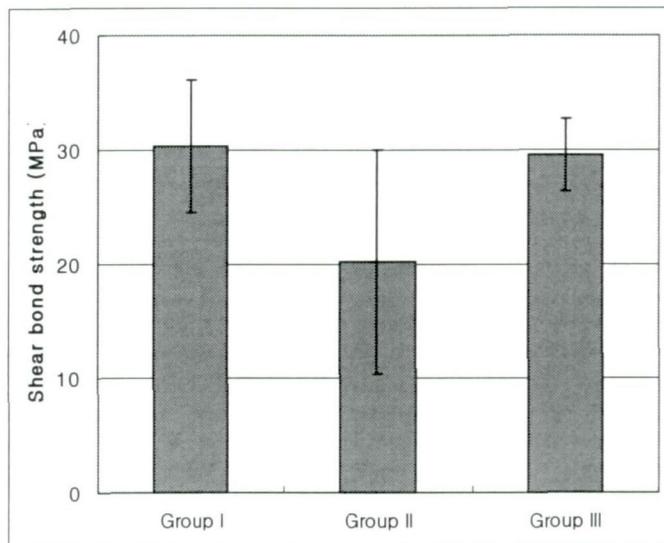


Fig. 1. Graph of shear bond strength for three different dentin bonding agents

IV. 총괄 및 고안

상아질과 접착제 레진의 적절한 결합을 얻기 위해서는 레진-상아질 계면에서 혼성층을 형성해야 한다(Nakabayashi: 1982). 혼성층은 도말층을 제거하거나 변형시키고 상아질의 표층을 탈회시켜 접착성 모노머를 침투시키고 중합함으로써 형성된다. 최근에 시판되는 대부분의 상아질 접착제는 산성 컨디셔너를 사용하여 상아질을 3-6 μm 깊이로 탈회시킨 후에 친수성 모노머를 침투시켜 레진-콜라겐 혼성층을 형성하여 레진의 유지력을 얻는다. 이상적으로, 접착제는 탈회된 부위의 기저부까지 침투하여 탈회과정에서 발생된 기공을 채워줌으로써 결합강도를 증진 시킬 수 있다. 그러나, Sano 등(1994)은 접착제 레진이 탈회된 콜라겐 섬유소 연결망(demineralized collagen fibril network)을 완전히 채우기는 어려워서 결합강도에 영향을 준다고 하였다. 상아질과 상아질 접착시스템의 전단결합강도에 영향을 주는 요소에는 상아질 substrate, 재료의 취급 특성, 실험 방법이 있으며 그 외에 다양한 인자가 영향을 미친다. 본 연구에서는 3 종의 상이한 상아질 접착제 시스템 즉, Scotch Bond Multi-Purpose, Single Bond 1, Adper Prompt L-Pop과 상아질의 전단결합강도를 비교, 측정하였다. 본 실험에 사용된 3 종의 상아질 접착 시스템의 전단결합 강도 값은 유의성 있는 차이를 보였으며 이러한 차이는 레진 단량체가 도말층을 침투하여 레진 태그를 형성하는 능력에 따라 결정된 것으로 보인다(Prukkanon 등: 1999). 본 연구에 사용된 3 단계 접착제 시스템인 Scotch Bond Multi-Purpose가 가장 높은 전단결합강도 값 (30.3 MPa)을 보였으며 자가부식형 접착제 시스템인 Adper Prompt L-Pop도 Scotch Bond Multi-Purpose와 유사한 전단결합 강도 값(29.5 MPa)을 보였으며 표준편차 값이 가장 낮았는데 이것은 임상에 사용할 때 실패할 위험성이 가장 적다는 것을 의미한다. Perdigao 등(1997)은 자가 부식형 접착제와 3 단계 재래형 상아질 접착제 시스템의 전단결합강도를 상아질과 법랑질에서 비교한 결과, 유의성 있는 차이가 없었다고 보고하였다. 그러나 Van Meerbeck(1999) 등은 재래형 상아질 접착제 시스템의 전단결합강도 값이 자가 부식형 접착제보다 더

높다고 보고하였다. 본 연구에서는 자가 부식형 접착제 시스템인 제 3군의 전단 결합강도 값이 매우 높게 나왔다. 실제로 자가 부식형 접착 시스템은 부식액이 포함된 single component를 사용하므로 산부식 과정이 필요 없어 술식 과정이 간단하며 술자가 재료를 사용할 때 재료의 취급 특성에 영향을 적게 받는 장점이 있다(Lopes 등; 2002). 또한 산부식시 발생하는 상아질 표면의 수분 함량과 같은 민감한 문제를 피할 수 있으며 레진 모노머가 탈회된 상아질 표면에 동일한 깊이로 확산이 가능하므로 더 우수한 interlocking을 얻을 수 있다. 또한 Watanabe 등(1994)은 시스템은 술 후 민감성(Watanabe 등; 1994)이 감소 된다고 보고하였다. 자가 부식형 프라이머는 도말층을 통하여 하부의 상아질을 탈회시키고 프라이머가 확산되어 얇은 혼성층을 형성하여 상아질과 강한 결합을 이룬다(Chigira 등; 1994, Hannig 등; 1999). 한편, Prati 등(1997)은 인산 용액을 단독으로 사용하여 산부식시킨 접착제 시스템과 자가 부식형 프라이머를 사용한 접착 시스템의 범랑질과의 결합강도를 비교한 결과, 전자에서 결합강도가 더 높다고 보고하였다. 실제로 자가 부식형 프라이머의 산 성분은 인산 용액 부식액보다 범랑질 부식 능력이 낮으므로 범랑질과의 결합강도가 낮다고 보고되었다(Davidson; 1984, Armstrong 등; 2001). 콤포짓트 레진이 중합시 발생하는 중합수축 응력에 저항하기 위해서는 상아질 및 범랑질과의 높은 결합강도를 갖는 접착제 시스템이 필요하다. 이러한 중합수축 응력은 콤포짓트 레진을 혼성층에서 분리시켜(Davidson 등; 1984) 상아질-레진 계면의 결합력을 약화시킨다(Armstrong 등; 2001). 이러한 이유 때문에 콤포짓트 레진 수복물의 변연 integrity에서 문제가 발생한다. 2 단계 접착제 시스템(two-step system)인 Single Bond(제 2군)는 프라이머와 접착제 레진이 혼합된 단일용액으로 인산액으로 상아질을 탈회시켜 도말층을 제거하고 콜라겐 섬유를 노출시킨다. 그러므로, 레진과 상아질과의 결합 정도는 접착제 레진이 노출된 콜라겐으로 침투하여 어느 정도의 혼성층을 형성하는가에 따라 결정된다. Phrukkanon 등(1999)에 의하면 2 단계 상아질 접착제 시스템은 접착제 레진이 탈회화된 상아질 콜라겐 층의 기저부에 충분히 침투하지 못하므로 혼성층 기저부에서 기공부(porous zone)를

형성한다고 하였다. 접착제 레진이 콜라겐 도말층(collagen smear layer)으로 알려진 콜라겐 표층의 붕괴로 인해 콜라겐 기질로 침투하지 못하기 때문이다 (Pashley 등; 1993). 본 연구에서도 Single Bond의 전단결합강도 값은 20.2 MPa로 제 1군과 3군보다 통계학적으로 유의하게 낮았다($p<0.05$). 결론적으로, 본 연구에서는 술식 절차가 간단한 자가 부식형 상아질 접착제 시스템인 Adper Prompt L-Pop의 전단결합강도 값은 재래형 상아질 접착제 시스템(three-step)인 Scotch Bond Multi-Purpose와 비슷한 높은 값을 보였다. 이는 자가 부식형 프라이머가 재래형 상아질 접착제 시스템보다 치질의 부식 깊이가 더 얕더라도 결합강도는 충분하였으므로 임상에서 적용이 가능한 상아질 접착제로 생각된다.

V. 결 론

30개의 발거된 치아의 상아질 표면에 도포한 상아질 접착제 시스템에 따라서 각각 10개씩 선택하여 제 1군(Scotch Bond Multi-Purpose), 제 2군(Single Bond), 및 제 3군(Adper Prompt L-Pop)으로 분류하였다. 제작된 시편을 37°C 증류수에 24시간 보관하고 5°C와 55°C의 온도에서 침지 시간 30초씩 열순환을 600회 시행하였다. 만능시험기(AGS 1000D, Shimadzu, Tokyo, Japan)를 사용하여 cross head speed 1mm/min 속도로 전단결합강도를 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 제 1군, 2군 및, 3군의 전단결합강도의 평균값 및 표준편차는 30.3 ± 5.8 MPa, 20.2 ± 9.8 MPa, and 29.5 ± 3.2 MPa 이었다.
2. 제 1군과 3군의 전단결합강도 값은 제 2군에 비하여 유의성 있게 높았으나 ($p < 0.05$), 제 1군과 3군의 전단결합강도 값은 유의성 있는 차이가 없었다 ($p > 0.05$).
3. 제 3군의 표준편차 값이 제 1군과 2군보다 더 낮았다.

결론적으로, 술식 절차가 간단한 자가 부식형 상아질 접착제 시스템인 Adper Prompt L-Pop의 전단결합강도 값은 재래형 상아질 접착제 시스템(three-step)인 Scotch Bond Multi-Purpose와 비슷하게 높게 나타나 임상에서 적용이 용이하리라 생각된다.

참 고 문 헌

1. Amstrong SR, Keller JC, Boyer DB(2001). The influence of water storage and C-factor on the dentin -resin composite microtensile bond strength and beyond pathway utilizing a filled and unfilled adhesive resin. *Dental Material* 7:268-276.
2. Brannstrom M, Linden LA, Anstrom A(1990). The hydrodynamics of the dentinal tubule and pulpal fluid. A discussion of its significance in relation to dentinal sensitivity. *Caries Res* 1:310-317.
3. Burrow MF, Takakura H, Nakajima M, Innai N, Tagami J, Takatsu T(1994). The influence of age and depth of dentin on bonding. *Dental Materials* 10:241-246.
4. Chigira H, Yukitani W, Hasegawa T, Manabe A, Itoh K, Hayakawa T, Debari K, Wakumoto S, & Hisamitsu A(1994). Self-etching dentin primers. *Journal of Dental Research* 73(5):1088-1095.
5. Davidson CL, de Gee AJ, Feilzer A(1984). The competition between the composite-dentin bond strength and the polymerization contraction stress. *Journal of Dental Research* 63:1396-1399.
6. Gwinnett AJ, Yu S(1989). Effect of long-term water storage on dentin bonding. *Am J Dent* 8:109-111.
7. Hannig M, Reinhardt KJ, Bott B(1999). Self-etching primer vs phosphoric acid: An alternative concept for composite-to-enamel bonding. *Operative Dentistry* 24:172-180.
8. Kargreaves JA, Grossman ES, Matejka JM(1989). Scanning electron microscopic study of prepared cavities involving enamel,

- dentin, and cementum. *J Prosthet Dent* 61:191-197.
9. Kiyomura M(1987). Bonding strength to bovine dentin with 4-META/MMA-TBB resin:long term stability and influence of water. *J Jpn Soc Dent Mater Dev* 6:860-872.
 10. Lopes GC, Baratieri LN, Andrade MAC, Vieira LCC(2002). Dental adhesion: Present state of the art and future Perspective. *Quintessence International* 33:213-224.
 11. Marshall Jr GW, Marshall SJ, Kinney JH(1994). The dentin substrate: Structure and properties related to bonding. *Journal of Esthetic Dentistry* 6:227-44.
 12. Marshall GW, Marshall SJ, Kinney JH, Balooch M(1997). The dentine substrate: structure and properties related to bonding. *J of Dentistry*, 25:441-458.
 13. Nakabayashi N(1982). Resin reinforced dentine due to infiltration of monomers into dentine at the adhesive interface. *Japanese J of Dental Materials* 1:78-81.
 14. Nakabayashi N, et al(1982). The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrate. *Journal of Biomedical Material Research* 16:265-73.
 15. Nakajima M, Sano H, Burrow MF, Tagami J, Yoshiyama M, Ebisu S, Ciucchi B, Russell CM, Pashley DH(1995). Tensile bond strength and SEM evaluation of caries-affected dentin using dentin adhesives. *J Dent Res* 74:1679-1688.
 16. Paul SJ, Welter DA, et al(1999). Nanoleakage at the dentin adhesive interface vs microtensile bond strength. *Operative Dentistry* 24:181-188.
 17. Pashley DH, Ciucchi B, Sano H, Horner JA(1993). Permeability

- of dentin to adhesive agents. *Quintessence International* 24: 618-631.
18. Pashley DH, Horner JA, Brewer PD(1992). Interactions of conditioners on the dentin surface. *Oper Dent* 17(5):137-150.
 19. Perdigao J, Lopes L, Lambrechts P, Leitao J, Meerbeek BV(1997). Effects of a self-etching primer on enamel shear bond strengths and SEM morphology. *Am J Dent* 10(3):141-146.
 20. Perdigao J, Swift EJ, Denehy GE, Wefel JS, Donly KJ(1994). In vitro bond strength and SEM evaluation of dentin bonding systems to different dentin substrates. *J Dent Res* 73:44-55.
 21. Phrikkanon S, Burrow MF, Tyas MJ(1999). The effect of dentine location and tubule orientation on the bond strengths between resin and dentine. *J of Dentistry* 27:265-274.
 22. Prukkanon S, Burrow MF, Tyas MJ(1999). The effect of dentine location and tubule orientation on the bond strengths between resin and dentine. *Journal of Dentistry* 27:265-74.
 23. Sano H, Shono T, Takatsu T & Hosoda H(1994). Microporous dentin zone beneath resin-impregnated layer. *Oper Dent* 19:59-64.
 24. Sano H, Takatsu T, Ciucchi B, Horner JA, Matthews WG, Pashley DH(1995). Nanoleakage: leakage within the hybrid layer. *Oper Dent* 20:18-25.
 25. Sano H, Yoshikawa T, Pereira PNR(1999). Long-term durability of dentin bonds made with a self-etching primer in vivo. *Journal of Dental Research* 78:906-11.
 26. Tay FR, Gwinnett AJ, Pang KM, Wei S(1994). Structural evidence of a seals tissue interfere with a total etch wet bonding

- technique *in vivo*. *J Dent Res* 73:629-636.
27. Tay ER, Gwinnett AJ, Pang KM, Wei S(1995). Variability in microleakage observed in a total-etch wet-bonding technique under different handling conditions. *J Dent Res* 74:1168-78.
28. Van Meerbeck B, Yoshida Y, Snauwaert J(1999). Hybridization effectiveness of two step versus three step layer removing adhesive material examined corelatively by TEM and AFM. *Journal of Adhesive dentistry* 1:7-23.
29. Watanabe I, Nakabayashi N, Pashley DH(1994). Bonding to ground to dentin by a phenyl-P self-etching primer. *Journal of Dental Research* 73(6):1212-1220.

감사의 글

지도교수님이신 고영무 교수님과 최한철 교수님, 실험을 도와주신 조교 선생님들
께 감사드립니다.

박명진