

Shear Bond Strengths of Dentin Bonding Agent containing 0.2% Chlorhexidine

Jinhyock Kim, Kiseob Kim, Jongsoo Kim, Jongbin Kim

Department of Pediatric Dentistry, College of Dentistry, Dankook University

Abstract

The purpose of this study is to investigate shear bond strengths of Peak[®] Universal Bond (Ultradent, USA) containing 0.2% chlorhexidine in bovine dentin.

Total of 30 bovine teeth were divided into three groups, 10 teeth each. Before comparing and evaluating shear bond strength, in group I, Adper[™] Single Bond Universal (3M ESPE, USA) was applied, in group II, processing with Consepsis[®] (Ultradent, USA) was followed by applying Adper[™] Single Bond Universal, and in group III, Peak[®] Universal Bond was applied and filled with Filtek[™] Z-350 XT (3M/ESPE, USA) shade B3.

As a result, processing with Consepsis[®] after acid etching showed no statistically significant influence on shear bond strength of dentin ($p > 0.05$). The shear bond strength of with or without Consepsis[®] on Adper[™] Single Bond Universal and that of Peak[®] Universal Bond showed statistically significant difference ($p < 0.05$).

Key words : Chlorhexidine, Matrix metalloproteinase, Shear bond strength, 3D-printed molds

I. 서 론

소아 및 청소년의 수복치료에서 보존적인 와동의 형성은 중요한 요소이며 이를 위해 접착성 수복 재료의 활용이 더욱 필요하게 되었다. 복합레진은 이런 요구를 잘 반영할 수 있는 재료로 많이 사용되고 있으나 수복 시 동통과 치수 감염이 드물게 보고되었다. 그 기전으로 수복물 자체보다는 우식 치질의 불완전한 삭제 혹은 미세누출이 원인이 되어 이차 우식 또는 치수 자극으로 인한 염증이 발생하는 것으로 알려져 있다^{1,2)}. 이러한 부작용을 줄이기 위해 와동 형성시 감염 상아질을 모두 제거하여 세균이 존재하지 않도록 하는 것을 추천한다³⁾.

우식에 이환된 상아질을 탐지하기 위해 사용되는 방법은 주로 시진, 촉진, 방사선 검사 등이다. 그러나 이러한 방법만으로는 감염 상아질을 완전히 제거하기는 힘들어 이를 정확하게 탐지하기 위한 여러 가지 방법들이 연구되어왔다. 그 중에는 DIAGNOdent (Kavo, Germany), Caries indicator dyes 등이 있다^{4,5)}.

그러나 이러한 방법을 사용하여도 상아질 우식 내의 박테리아를 완전히 제거하는 것은 어렵다. 와동형성 이후에도 박테리아를 완전하게 제거하기 위하여 다른 부가적인 방법이 필요한데 그 방법 중의 하나로 와동형성 이후에 와동 세척제를 사용하는 것이다. 이것은 남아있는 세균 수를 줄일 수 있으며 이차 우식의 발생과 술후 민감성을 줄이는데 도움을 줄 수 있다⁶⁾.

와동 세척제로 다양한 항균제가 사용되어 왔는데 일반적으로 클로르헥시딘이 가장 많이 사용되어 왔다. 클로르헥시딘은 광범위한 항균작용 및 항균 지속성을 나타내는 약제로 치태 침착이나 치은 염증을 줄이기 위해 빈번하게 사용된다^{7,8)}. 그리고 생체적합성이 있어 구강세정제로도 사용되고 있으며 근관 내에 적용하였을 때 세균의 수를 감소시키며 *Actinomyces israelii*를 제거하는 효과도 보인다^{3,9)}. 또한 항균작용 외에 단백분해 효소인 Matrix metalloproteinases (MMPs)를 억제하는 기능이 있어 산부식 이후 적용 시 상아질의 결합강도를 높일 수 있다¹⁰⁾. 하지만 다른 연구에 의하면 클로르헥시딘을 상아질에 적용하였을 때 상아질 표면과 세관 내에 잔사가 남아 복합레진의 상아질

Corresponding author : Jongbin Kim

Department of Pediatric Dentistry, College of Dentistry, Dankook University, 119, Dandae-ro, Dongnam-gu, 31116, Republic of Korea

Tel: +82-41-550-1921 / E-mail: jbkim0222@dankook.ac.kr

Received September 20, 2016 / Revised October 19, 2016 / Accepted October 18, 2016

결합강도를 저하 시킬 수 있다고도 하였다¹¹⁾.

본 연구의 목적은 이를 통해 클로르헥시딘의 적용 가능성을 알아보는 것이다. 이를 위해 0.2% 클로르헥시딘을 함유하는 상아질 결합제의 전단결합강도와 기존의 상아질 결합제에 2% 클로르헥시딘을 산부식 이전에 적용한 것과 적용하지 않은 것의 전단결합강도를 비교 분석하였다.

II. 연구 재료 및 방법

1. 연구 재료

대조군인 I군은 상아질 접착 시 Scotchbond™ Universal Etchant(3M ESPE, USA)와 Adper™ Single Bond Universal(3M ESPE, USA)을 이용하였고 II군은 Scotchbond™ Etchant 사용 후 2% 클로르헥시딘을 함유한 Consepsis®(Ultradent, USA)를 사용하였고 나머지 과정은 I군과 동일하게 진행하였다. 실험군인 III군은 Ultra-Etch®(Ultradent, USA)와 Peak® Universal Bond(Ultradent, USA)를 사용하였다.

사용된 복합레진은 Filtek™ Z-350 XT(3M/ESPE, USA) B3 shade 이며, 광중합기는 Elipar Trilight(3M ESPE, USA)을 사용하였다(Table 1). 광중합기는 광중합 10회마다 Radiometer(dentAmerica, USA)를 사용하여 광량을 확인하였다.

2. 시편 제작

1) 우치 시편의 준비

발거 후 1개월이 경과하지 않은 상태로 -20℃ 이하에서 냉동 보관된 소의 하악 전치를 발거한 이후 표면을 깨끗이 하고 치근 부분을 고속 시편 절단기(RB 205 METSAW-HS, R&B, KOREA)로 절단한 이후 0.1% thymol 용액에 보관하였다. 이 과정에서 우식이 있거나 균열이 있는 치아는 제외하였다.

2) 우치 시편의 제작

123Design(Autodesk®, USA) 프로그램을 이용하여 주형을 디자인하고 이미지를 DELTA KIT 250(S3D, KOREA)를 이용해 PLA(Poly Lactic Acid) 필라멘트로 3D 프린트 하였다(Fig. 1, 2). 주형 제작 후 우치의 순면이 보이게 레진으로 매몰하였다. 매몰 시 발생하는 열을 방지하고 상아질의 습윤 상태를 유지하기 위해 매몰 직후에는 증류수를 적신 gauze로 덮어놓았으며 초기 경화 이후에는 차가운 증류수에 30분간 보관하였다. 매몰 이후 시편을 고속 시편 절단기로 절단하여 순면 상아질을 노출시켰다. 노출된 상아질을 불소가 없는 pumice를 이용하여 저속 핸드피스에서 10초간 치면 세마하고 320, 600 grit 실리콘 카바이드 연마지로 연마하고, 이후 1200, 2400 grit 실리콘 카바이드로 연마하였다.

Table 1. Materials used in this study

Material	Products	Manufacturers
Cavity disinfectant	Consepsis®	Ultradent, USA
Dentin bonding agent	Adper™ Single Bond Universal Peak® universal bond	3M/ESPE, USA Ultradent, USA
Etchant	Scotchbond™ Universal Etchant Ultra-Etch®	3M/ESPE, USA Ultradent, USA
Composite resin	Filtek™ Z-350 XT B3 shade	3M/ESPE, USA
Curing light	Elipar Trilight	3M/ESPE, USA

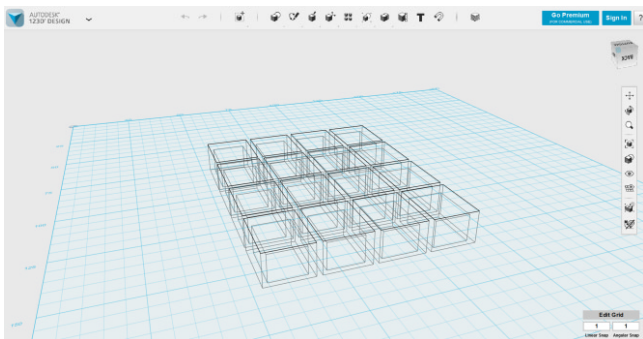


Fig. 1. Mold designed with 123Design.



Fig. 2. Poly Lactic Acid mold.

Table 2. Application protocol in this study

Group (n=10)	Etching	Rinsing/Dry	Disinfectant/Rinsing	Adhesive	Light Curing
I	Etchant (15s)	Rinse (15s) / Dry (3s)	No disinfectant	dry (5s)	10s
II	Etchant (15s)	Rinse (15s) / Dry (3s)	Disinfectant (20s)	dry (5s)	10s
III	Etchant (20s)	Rinse (5s) / Dry (3s)	No rinse No disinfectant	10s wait 10s dry	10s

3) 상아질 접착제 및 복합레진 충전

내경 4.5 mm, 높이 2.0 mm의 플라스틱 주형을 준비하여 우치 표면에 고정시키고 제조사의 지시에 따라 각 군의 우치 표면을 처리하였다. 이 때, II군에서 2% 클로르헥시딘은 산부식 이후 적용하였다. 플라스틱 주형 내에 Filtek™ Z-350 XT B3 shade을 테플론이 피복된 충전기구를 이용하여 충전하고 100 g의 추를 5초간 올려두어 동일한 압력이 가해지도록 한 후에 중합하였다(Table 2).

4) 열 순환 및 보관

각 시편을 열순환기(Thermocycling machine, 東京技研, Japan)를 이용하여 5℃와 55℃에서 각각 30초동안 500회의 열순환을 시행하였다. 열순환 시행 후 24시간 동안 상온의 증류수에 보관하였다.

3. 전단 결합 강도 측정

만능 시험기(Kyung-Sung Testing Machine Co., KOEA)를 이용하여 상아질 면과 수복재 사이의 접착 계면이 crosshead의 장축과 평행이 되도록 chisel을 위치시켰다. 그 후에 50 kgF load cell을 사용하여 cross-head speed 1 mm/min의 조건하에 각 시편의 전단 결합강도를 측정하였다(Fig. 3).

4. 통계 분석

만능 시험기를 사용하여 측정된 전단 결합 강도 차이를 알아

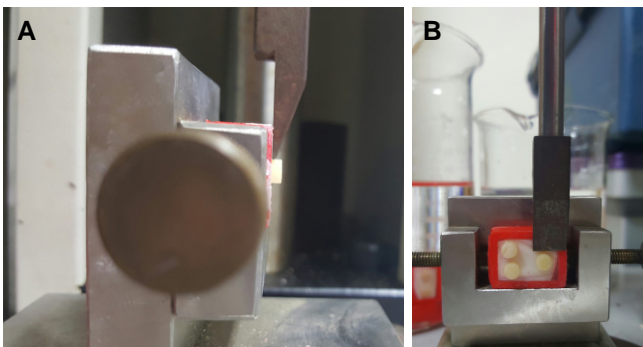


Fig. 3. Testing machine for measuring the shear bond strength of specimen.

보기 위해 Kruskal-Wallis test로 세 군 간의 유의성 검증 후 Mann-Whitney test로 사후 검정을 시행하였다($p < 0.05$). 통계처리는 SPSS 프로그램(Version 17.0, SPSS Inc., USA)을 사용하였다.

Ⅲ. 연구 성적

1. 전단결합강도 측정

만능 시험기에 의해서 측정된 각 군의 전단결합강도의 평균 값 및 표준편차는 Table 3과 같았으며, 각 군의 box-plot 도표는 Fig. 4과 같다. 평균값은 II군, I군, III군 순으로 높았다.

Table 3. Shear bond strength values of each group

Material	Sample Number	Mean ± SD (MPa)
SB	10	3.51 ± 0.98
CHX + SB	10	4.32 ± 1.19
PUB	10	2.37 ± 0.28

SB = Adper™ Single Bond Universal, CHX + SB = Consepsis® + Adper™ Single Bond Universal, PUB = Peak® Universal Bond

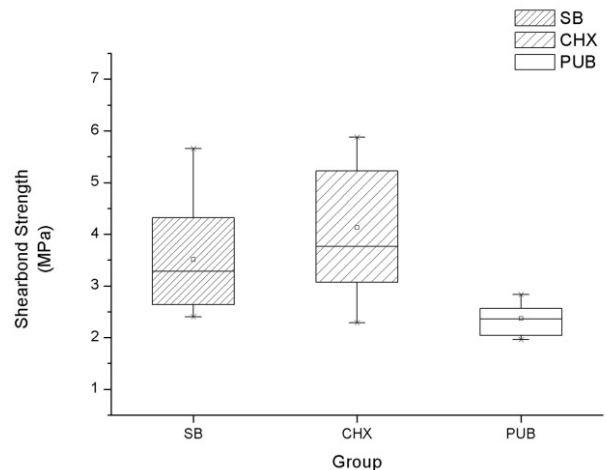


Fig. 4. Box plot of each group.

2. 통계 분석 결과

I군과 II군 사이에는 통계학적 유의한 차이가 없었으나($p > 0.05$) I군과 III군, 그리고 II군과 III군 사이에는 통계학적 유의한 차이를 보였다($p < 0.05$).

IV. 총괄 및 고찰

본 연구의 목적은 수복을 위한 와동형성 후 잔존 상아질에 존재할 수 있는 세균 감염을 줄여주는 시도로 클로르헥시딘의 유용성을 알아보는 것이다. 복합레진 수복 시 최소한의 삭제를 기반으로 한 보존적인 형태의 치아 삭제가 요구되며 물성이 개선된 접착성 수복재료가 개발되고 있다¹². 수복물의 수명을 연장시키기 위해 보존적인 치아 삭제가 요구되지만 박테리아의 미세누출로 인한 이차우식이나 치수 자극 등을 방지하기 위해 감염 상아질을 완전히 제거하는 것은 매우 중요하다¹³.

치아 삭제 시 감염 상아질을 완전히 제거하여 박테리아의 수를 줄이기 위한 방법으로 DIAGNOdent와 Caries indicator dye를 사용할 수 있다⁴. 초기 우식 진단 장비인 DIAGNOdent는 치아 우식증의 조기진단에도 사용될 수 있지만 치아의 탈회 정도가 아닌 세균을 감지하는 것으로 와동 형성 시 감염 상아질을 구분할 때도 사용할 수 있다. Caries indicator dyes 또한 감염 상아질을 제거하는데 효율적으로 사용할 수 있다. 하지만 Boston과 Graver¹⁴은 Caries indicator dyes를 이용하여 상아질 우식을 제거한 이후 25%에서 세균이 발견되었다고 하였다. 다른 연구에 의하면 Caries indicator dyes는 세균수가 10,000 CFU/mg 이하일 경우에 염색되지 않아 제거 후에도 세균이 잔존하는 경우가 있다고 하였다¹⁵. 또한 DIAGNOdent는 세균 그 자체보다 세균의 부산물을 주로 인식하기 때문에 세균의 완전한 제거가 어렵고 부가적인 와동 세척제의 사용이 필요하다⁵.

와동 형성 이후 박테리아 수를 감소시키기 위해 사용되는 와동세척제로는 과산화수소, 불화나트륨, EDTA, 차아염소산나트륨 등이 있다^{16,17}. 그 중 클로르헥시딘이 광범위한 항균작용과 생체적합성으로 가장 빈번하게 사용되는 와동세척제이다. 클로르헥시딘은 양극을 나타내고 세균의 세포벽은 음극을 나타내기 때문에 서로 반응하여 클로르헥시딘이 세포 내로 침투하고 세균을 사멸하게 된다. 최근에는 primer 사용 전에 클로르헥시딘을 사용하도록 권장하는데 그 것은 표면의 자유 에너지를 높여 젖음성을 증가시키고 primer가 잘 부착되도록 하여 결합강도를 높일 수 있다고 하였다¹⁸.

복합레진의 수복 이후 상아질의 접착 실패는 시간이 지남에 따른 hybrid layer의 붕괴에 기인한다고 하며 그 것은 주로 MMPs라는 단백질분해효소에 의해 일어나게 된다¹⁹. MMPs는 세포의 기질 내 단백질을 분해하는 효소로 심혈관 질환, 암 발생, 치주질환 등의 여러 가지 문제를 일으킬 수 있다²⁰. 또한 상아질의 접착 술식에서 산의 적용 시 유리되어 결합력을 저하시킨다고 하였으며 특히 그 중에서 MMP-8(collagenase)은 일

차적으로 콜라겐을 분해한 이후 MMP-2(gelatinase)와 MMP-9(gelatinase)가 단계적으로 분해하는 작용이 있고 MMP-20(enamelysin)은 법랑질 표층의 amelogenine을 분해하는 작용이 있다. 상아질의 단백질 기질은 90%가 콜라겐 단백질이고 10%가 콜라겐이 아닌 단백질이기 때문에 상아질 접착에 있어 MMPs를 억제하는 것은 매우 중요하다²¹. 클로르헥시딘에는 광범위한 항균작용 외에도 MMPs를 억제하는 기능이 있어 산부식 이후 적용 시 상아질의 결합강도를 높일 수 있다²².

그러나 복합레진 접착 시에 클로르헥시딘의 적용이 어떤 결과를 나타내는지에 대해서는 상반된 여러 연구들이 있다. Dalli 등²²은 1% 클로르헥시딘을 산부식 전후에 상아질에 적용하는 것은 전단결합강도에 악영향을 끼치지 않는다고 하였고, Jang 등²³과 Soares 등²⁴은 2% 클로르헥시딘의 적용은 복합레진의 미세인장강도에 영향을 주지 않는다고 하였다. Gurgan 등²⁵은 2% 클로르헥시딘을 산부식 전후에 적용하는 것은 오히려 전단결합강도의 약화를 일으킬 수 있으나 수세할 경우에는 영향을 주지 않는다고 하였다. Viera²⁶ 또한 2% 클로르헥시딘의 와동 세척제를 모든 접착술식 이전에 사용하였을 때 전단결합강도를 저하시킨다고 하였다.

2% 클로르헥시딘의 처리와 미세누출에 관한 연구도 있었는데 산부식 방법에 따라 상반된 결과를 보였다. Total-etch의 경우 2% 클로르헥시딘이 상아질 결합제에서의 미세누출을 증가시키지 않았지만 자가 산부식의 경우 미세누출이 증가하였다. 미세누출이 증가한 이유는 클로르헥시딘이 상아질 표면에 결합하여 산에 저항할 수 있게 하는데 자가 산부식의 경우 total-etch에 비해 산의 농도가 적어 충분히 탈회시키지 못하였기 때문이라고 하였다^{27,28}.

이 연구에서 보관용액으로는 0.1% thymol을 선택하였고 그 이전까지는 발거 직후 -20℃ 이하에서 냉동 보관되었고 한 달이 지나지 않은 소의 하악 전치를 실험에 사용하였다. 치아를 시편으로 사용할 때 가장 좋은 것은 발거 직후 실험을 하는 것이나 시편 제작과정과 열순환 등의 과정을 거쳐야 하므로 가장 실험에 영향을 적게 미치는 것을 사용하는 것이 중요하다. 정 등²⁹에 의하면 -20℃ 이하에서 냉동 보관할 경우 다른 보관방법에 비해 가장 치아의 물성에 영향을 적게 준다고 하였다. 보관용액으로 많이 사용하는 증류수나 생리식염수는 항균작용이 없지만 0.1% thymol은 항균작용 뿐만 아니라 상아질의 습윤 상태를 유지할 수 있기 때문에 이 연구에서 사용하였다³⁰. Santana 등³¹에 의하면 0.2% thymol 용액을 보관용액으로 사용하였을 때 보관 기간이 6개월 이상 지나야 상아질의 결합력에 영향을 끼칠 수 있다고 하였다.

본 연구에서는 2% 클로르헥시딘을 상아질에 산부식 이전에 적용하였을 때 상아질의 전단결합강도는 적용하지 않은 것의 그것과 유의한 차이가 없었다. 이것은 다른 연구결과와 유사하게 2% 클로르헥시딘은 상아질의 전단결합강도에 악영향을 주지 않는 것으로 보인다. 하지만 0.2% 클로르헥시딘이 함유되어 있는 PUB를 상아질에 적용하였을 때는 유의하게 상아질 전

단결합강도가 저하된 결과를 보이고 있었다. 클로르헥시딘이 결합력에 영향을 준 것인지 재료 자체의 결합력 차이 때문인지는 더 많은 시편을 이용한 연구가 필요할 것으로 보인다. 이전에도 클로르헥시딘을 산부식제에 첨가하는 시도가 있었는데 Viera 등²⁶⁾은 2% 클로르헥시딘을 함유한 산부식제를 유치 상아질에 적용하여 전단결합강도를 비교한 결과 기존의 산부식을 이용한 것과 유의한 차이가 없었다고 하였다.

이번 연구에서의 상아질의 전단결합강도는 각각 I군에서 3.51 ± 0.98 MPa, II군에서 4.32 ± 1.19 MPa, III군에서 2.37 ± 0.28 MPa를 나타내었는데 이 수치는 다른 연구들에 비해 상대적으로 낮은 값을 보이고 있다. 법랑질에 비해 상아질은 실험 조건에 따른 다양한 범위의 값들이 보고되고 있다³²⁻³³⁾. 이번 연구에서 다소 낮은 수치를 보이는 것은 사람의 치아가 아닌 우치를 사용하였다는 점과 접착 과정에서 wet-bonding 방법에 차이 및 다른 실험 조건상의 차이로 인한 것으로 사료된다.

2% 클로르헥시딘 적용 시 산부식 이전에 시행한 연구들도 있고 산부식 이후에 시행한 연구들도 있으나 산부식 이후에 적용하는 것이 MMPs를 억제하고 상아질의 구조를 잘 유지하여 결합력 향상을 기대할 수 있기 때문에 산부식 이후에 적용하였다.

PUB에는 0.2% 클로르헥시딘이 함유되어 있었는데 Nagase 등³⁴⁾에 의하면 0.02% 클로르헥시딘에서도 완전히 MMPs를 억제하는 효과가 있었다고 보고 하였다.

본 연구에서는 시편으로 구하기 쉽고 크기 때문에 사용이 용이한 우치의 치관 상아질을 사용하였는데 Schilke 등³⁵⁾은 우치의 치관 상아질은 사람의 상아질과 상아세관의 수나 직경에서 차이가 없어 사람의 치아를 대신하여 실험에 유용하게 사용될 수 있다고 하였다.

법랑질에 대한 복합레진의 전단결합강도는 비교적 균일하게 나타나는 반면에 상아질은 실험 조건에 따라 매우 다양한 범위 값들이 보고되고 있다^{33,36-37)}.

전단결합강도 측정 과정에서 생길 수 있는 실험 오차들 중에서 시편을 기계에 정확히 고정하는 것이 어려운 점도 중요한 기여 인자가 된다. 이를 줄이기 위해 본 연구에서는 시편 제작과정에서 3D 프린터로 만든 주형을 사용하여 기기와 시편의 수직각을 맞추는 것이 쉬워졌고 시편을 보다 단단히 잡아 줄 수 있었다.

클로르헥시딘의 MMPs의 억제 효과는 단기간이 아닌 장기간에 걸쳐서 발생하므로 장기간의 연구가 필요할 것으로 보이며 PUB의 자가 산부식형에 대해서도 여러 가지 연구가 필요할 것으로 사료된다.

V. 결 론

본 연구는 클로르헥시딘이 함유된 PUB(III군)와 SB에 2% 클로르헥시딘을 함유한 Consepsis[®]를 적용한 것과 적용하지 않은 것(I, II군)의 전단결합강도를 평가한 것으로써 다음과 같

은 결론을 얻었다.

산부식 후 Consepsis[®]를 사용하는 것은 상아질의 전단결합강도에 있어 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았다($p > 0.05$). SB에 Consepsis를 적용하거나 적용하지 않은 것의 상아질에서의 전단결합강도와 PUB의 전단결합강도는 통계학적으로 유의한 차이를 보였다($p < 0.05$).

References

1. Cox CF, Keall CL, Keall HJ, et al. : Biocompatibility of surface-sealed dental materials against exposed pulps. *J Prosthet Dent*, 57:1-8.
2. Say EC, Koray F, Tarim B, et al. : In vitro effect of cavity disinfectants on the bond strength of dentin bonding systems. *Quintessence Int*, 35:56-60, 2004.
3. Brannstrom M, Nyborg H : Cavity treatment with a microbicidal fluoride solution: growth of bacteria and effect on the pulp. *J Prosthet Dent*, 30:303-310, 1973.
4. Fasihinia H, Khalesi M, Gholami L : Dental Caries Diagnostic Methods. *AVICENNA J Dent Res*, 2:1-12, 2011.
5. Ástvaldsdóttir Á, Tranæus S, Karlsson L, et al. : DIAGNOdent measurements of cultures of selected oral bacteria and demineralized enamel. *Acta Odontol Scandi*, 68:148-153, 2010.
6. Meiers J, Kresin J : Cavity disinfectants and dentin bonding. *Oper Dent*, 21:153-159, 1996.
7. Sodhi R, Grad H, Smith D : Examination by X-ray photoelectron spectroscopy of the adsorption of chlorhexidine on hydroxyapatite. *J Dent Res*, 71:1493-1497, 1992.
8. Vaughan M, Garnick J : The effect of a 0.125% chlorhexidine rinse on inflammation after periodontal surgery. *J Periodontol*, 60:704-708, 1989.
9. Mohammadi Z, Abbott PV : The properties and applications of chlorhexidine in endodontics. *Int Endod J*, 42:288-302, 2009.
10. Gendron R, Grenier D, Sorsa T, et al. : Inhibition of the activities of matrix metalloproteinases 2, 8, and 9 by chlorhexidine. *Clin Diagn Lab Immunol*, 6:437-439, 1999.
11. Perdigo J, Denehy G, Swift EJ : Effects of chlorhexidine on dentin surfaces and shear bond strengths. *Am J Dent*, 7:81-84, 1994.
12. Leinfelder KF : A conservative approach to placing posterior composite resin restorations. *J Am Dent Assoc*, 127:743-748, 1996.

13. Brannstrom M, Vojinovic O : Response of the dental pulp to invasion of bacteria around three filling materials. *ASDC J Dent Child*, 43:83-89, 1976.
14. Boston DW, Graver HT : Histological study of an acid red caries-disclosing dye. *Oper Dent*, 14:186-192, 1989.
15. Anderson MH, Loesche WJ, Charbeneau GT : Bacteriologic study of a basic fuchsin caries-disclosing dye. *J Prosthet Dent*, 54:51-55, 1985.
16. Leidal Ti, Eriksen H : A scanning electron microscopic study of the effect of various cleansing agents on cavity walls in vitro. *Scand J Dent Res*, 87:443-449, 1979.
17. Ercan E, Erdemir A, Zorba YO, *et al.* : Effect of different cavity disinfectants on shear bond strength of composite resin to dentin. *J Adhes Dent*, 11:343-346, 2009.
18. Perdok J, Van der Mei H, Genet M, *et al.* : Elemental surface concentration ratios and surface free energies of human enamel after application of chlorhexidine and adsorption of salivary constituents. *Caries Res*, 23:297-302, 1989.
19. Hashimoto M, Ohno H, Sano H, *et al.* : In vitro degradation of resin-dentin bonds analyzed by microtensile bond test, scanning and transmission electron microscopy. *Biomaterials*, 24:3795-3803, 2003.
20. Nemeth JA, Yousif R, Herzog M, *et al.* : Matrix metalloproteinase activity, bone matrix turnover, and tumor cell proliferation in prostate cancer bone metastasis. *J Natl Cancer Inst*, 94:17-25, 2002.
21. Moon PC, Weaver J, Brooks CN: Review of matrix metalloproteinases' effect on the hybrid dentin bond layer stability and chlorhexidine clinical use to prevent bond failure. *Open Dent J*, 4, 2010.
22. Dalli M, Ercan E, Zorba YO, *et al.* : Effect of 1% chlorhexidine gel on the bonding strength to dentin. *J Dent Sci*, 5:8-13, 2010.
29. Jang SH, Hur B, Kim HC, *et al.* : Effect of 2% chlorhexidine application on microtensile bond strength of resin composite to dentin using one-step self-etch adhesives. *J Kor Acad Cons Dent*, 35:486-491, 2010.
24. Soares C, Pereira C, Pereira J, *et al.* : Effect of chlorhexidine application on microtensile bond strength to dentin. *Oper Dent*, 33:183-188, 2008.
25. Grgan S, Bolay S : Effect of disinfectant application methods on the bond strength of composite to dentin. *J Oral Rehabil*, 26:836-840, 1999.
26. de Sousa Vieira R, Da Silva I : Bond strength to primary tooth dentin following disinfection with a chlorhexidine solution: an in vitro study. *Pediatr Dent*, 25:49-52, 2003.
27. Singla M, Aggarwal V, Kumar N : Effect of chlorhexidine cavity disinfection on microleakage in cavities restored with composite using a self-etching single bottle adhesive. *J Conservative Dent*, 14:374-377, 2011.
28. Tulunoglu O, Ayhan H, Olmez A, *et al.* : The effect of cavity disinfectants on microleakage in dentin bonding systems. *J Clin Pediatr Dent*, 22:299-305, 1997.
29. Jeong SH, Kwon HK, Kim BI : Influence on enamel surface by the various tooth storage methods. *J Korean Acad Oral Health*, 34:621-627, 2010.
30. DeWald JP : The use of extracted teeth for in vitro bonding studies: a review of infection control considerations. *Dent Mater*, 13:74-81, 1997.
31. Santana FR, Pereira JC, Pereira CA, *et al.* : Influence of method and period of storage on the microtensile bond strength of indirect composite resin restorations to dentine. *Braz Oral Res*, 22:352-357, 2008.
32. Park HJ, Kim JS, Yoo SH: Study on the bond strength of all-in-one dentin bonding system. *J Korean Acad Pediatr Dent*, 33:661-672, 2006
33. Vargas MA, Cobb DS, Denehy GE : Interfacial micromorphology and shear bond strength of single-bottle primer/adhesives. *Dent Mater*, 13:316-324, 1997
34. Nagase H, Visse R, Murphy G : Structure and function of matrix metalloproteinases and TIMPs. *Cardiovasc Res*, 69:562-573, 2006.
35. Schilke R, Lisso JA, Qeurtzen W, *et al.* : Comparison of the number and diameter of dentinal tubules in human and bovine dentine by scanning electron microscopic Investigation. *Arch Oral Biol*, 45:355-61, 2000
36. Hannig M, Reinhardt K, Bott B : Self-etching primer vs phosphoric acid: an alternative concept for composite-to-enamel bonding. *Oper Dent*, 24:172-180, 1999.
37. Ernest C, Holzmeier M, Willershausen B : In vitro shear bond strength of self-etching adhesives in comparison to 4th and 5th generation adhesives. *J Adhes Dent*, 6:293-299, 2003.

국문초록

클로르헥시딘을 함유한 상아질 결합제의 전단결합강도

김진혁 · 김기섭 · 김종수 · 김종빈

단국대학교 치과대학 소아치과학교실

본 연구의 목적은 0.2% 클로르헥시딘이 함유된 Peak® Universal Bond (PUB)의 우치 상아질에서의 전단결합강도를 알아보는 것이다.

30개 우치의 상아질 시편을 10개씩 세 군으로 나누어 I군에는 Adper™ Single Bond Universal (SB)를 적용하였고 II군에는 Consepsis®를 처리한 이후 SB를 적용하였고 III군에는 PUB를 적용하고 Filtek™ Z-350 XT B3 shade를 충전후 각각의 전단결합강도를 비교 평가하였다.

그 결과 산부식 후 Consepsis®를 사용하는 것은 상아질의 전단결합강도에 있어 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았다($p > 0.05$). SB에 Consepsis®를 적용하거나 적용하지 않은 것의 전단결합강도와 PUB의 전단결합강도는 통계학적으로 유의한 차이를 보였다($p < 0.05$).

주요어: Chlorhexidine, Matrix metalloproteinase, 전단결합강도, 3D-printed mold