

Comparison of Microhardness and Compressive Strength of Alkasite and Conventional Restorative Materials

Kunho Lee, Jongsoo Kim, Jisun Shin, Miran Han

Department of Pediatric Dentistry, College of Dentistry, Dankook University

Abstract

The aim of this study was to compare compressive strength and microhardness of recently introduced alkasite restorative materials with glass ionomer cement and flowable composite resin.

For each material, 20 samples were prepared respectively for compressive strength and Vickers microhardness test. The compressive strength was measured with universal testing machine at crosshead speed of 1 mm/min. And microhardness was measured using Vickers Micro hardness testing machine under 500 g load and 10 seconds dwelling time at 1 hour, 1 day, 7 days, 14 days, 21 days and 35 days.

The compressive strength was highest in composite resin, followed by alkasite, and glass ionomer cement. In microhardness test, composite resin, which had no change throughout experimental periods, showed highest microhardness in 1 hour, 1 day, and 7 days measurement. The glass ionomer cement showed increase in microhardness for 7 days and no difference was found with composite resin after 14 days measurement. For alkasite, maximum microhardness was measured on 14 days, but showed gradual decrease.

Key words : Alkasite, Composite resin, Glass ionomer cement, Compressive strength, Microhardness

I. 서 론

소아치과의 영역에서 수복치료는 매우 큰 비중을 차지하며, 특히 구치부의 수복 재료에 대한 연구와 발전이 끊임없이 이루어져 왔다. Wilson과 Kent에 의해 1969년 개발되어 1970년대 초반에 소개된 글라스아이오노머 시멘트는 치질과 화학적 결합을 하고 불소를 방출하며 생체적합성이 있다는 장점이 있으나, 용해도가 높고, 기계적 물성이 떨어져 교합력을 받는 부위에서는 그 사용이 제한된다는 한계가 있다[1,2]. 반면, 복합레진은 높은 기계적 물성을 보이지만 항우식작용이 부족하며 중합수축으로 인한 변연부 미세누출, 슬후 민감성, 이차우식에 취약할 수 있다

는 단점을 가진다[3]. 이러한 이유에서 이상적인 수복재를 찾기 위한 연구가 지속되고 있으며, 레진 강화형 글라스아이오노머 시멘트나 컴포머, 자이오머 등이 개발되었고, 최근 alkasite 계열의 새로운 composite이 소개되었다. Alkasite 수복재는 글라스아이오노머 시멘트와 같이 와동의 단일충전이 가능하며 불소를 유리하면서도 레진과 유사한 기계적 성질을 가지고 있다고 알려졌다[4], 현재 alkasite 수복재의 기계적 성질을 기존의 수복재료와 비교한 연구는 부족한 실정이다.

압축강도는 수복재가 응력을 크게 받는 부위에서 주로 나타나는 수직응력에 대해 저항할 수 있는 성질을 나타낸다[5]. 경도는 재료가 압입이나 관통에 저항할 수 있는 성질로 정의할 수 있

Corresponding author : Miran Han

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

Tel: +82-41-550-0223 / Fax: +82-41-550-0118 / E-mail: miranee@naver.com

Received April 8, 2020 / Revised May 13, 2020 / Accepted May 9, 2020

으며, 마모저항성, 강도, 단면수축률과도 연관되어 있는데, 그 중 비커스 미세경도는 얇은 물체의 작은 부분에 대한 경도를 측정하기에 적합하다[6,7].

이 연구에서는 최근 소개된 alkasite 수복재와 기존의 수복재인 글라스아이오노머 시멘트 및 복합레진의 압축강도를 비교하고, 각 재료들의 시간의 경과에 따른 미세경도의 변화와 각 시점에서 재료 간의 미세경도의 차이를 비교하여 구치부 수복재로서의 효용성을 평가하고자 하였다.

II. 연구 재료 및 방법

1. 연구재료

1군으로 글라스아이오노머 시멘트인 Fuji IX GP (GC Co, Tokyo, Japan)를 사용하였고, 2군으로 alkasite 수복재인 Cention N (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein)을, 3군으로 유동성 복합레진인 Filtek™ Z350XT (3M ESPE, St. Paul, USA)를 사용하여 각 군마다 20개의 시편을 제작하였다(Table 1).

2. 연구방법

1) 압축강도 비교

(1) 시편 제작

직경 3.0 mm, 높이 4.0 mm의 아크릴 주형을 사용하여 시편을 제작하였다. 글라스아이오노머 시멘트와 alkasite 수복재의 경우 유리판 위에 주형을 위치시키고 각 재료를 제조사의 지시대로 혼합하여 충전한 후, Mylar strip을 덮고 가볍게 압력을 가해 잉여 재료를 제거하였다. 복합레진의 경우 시편의 상, 하면에 각각 20 초씩 B&LiteS (B&L Biotech, Ansan, Korea)를 사용하여 광중합을 시행하였다.

(2) 열순환

시편 제작 1시간 후 열순환 기계 (Thermocycling machine, 東京技研, Japan) 수조의 온도를 5°C와 55°C로 설정하고 수중 침적

시간을 30초, 계류시간 10초로 설정하여 열순환을 5000번 시행하였다.

(3) 압축강도 측정

만능 시험기 (Kyung-Sung Testing Machine Co., Korea)를 이용하여 1 mm/min의 속도로 압축 하중을 가하여 시편이 파절된 시점의 최대값을 기록하였으며 이 시점의 강도(kgf)를 시편의 단면적(cm²)으로 나누어 단위면적당 압축강도인 MPa로 환산하였다.

2) 미세경도 비교

(1) 시편 제작

직경 10.0 mm, 높이 2.0 mm의 철판 주형을 사용하여 압축강도를 위한 시편과 동일한 방법으로 각 재료마다 20개의 시편을 제작하였다.

(2) 미세경도 측정

마이크로 비커스 미세경도기(Micro hardness testing machine, Mitutoyo, Japan)를 이용하여 보압 시간(dwelling time) 10초, 500 g의 하중 조건하에서 각 시편당 1 mm 이상 떨어진 3곳의 측정 지점을 선택하여 미세경도를 측정 후 평균값을 산출하였다.

시편 제작 1시간 후에 미세경도를 측정 후, 시간의 경과에 따른 미세경도의 변화를 조사하기 위하여 1일, 7일, 14일, 21일, 35일 후 동일한 방법으로 측정하였으며, 매 측정 후 10 mL의 탈이온수에 밀봉하여 37.0 ± 1.0°C 항온기에서 보관하였다.

3) 통계 분석

측정된 압축강도와 미세경도는 SPSS 21.0(SPSS Inc, Chicago, IL, USA) 프로그램을 이용하여 통계 처리하였다. 압축강도 및 미세경도를 비교하기 위하여 Kruskal-Wallis test로 세 군 사이의 유의성을 검정하였으며, Mann-Whitney test를 이용하여 두 군씩 크기를 비교한 후, Bonferroni's method에 의해 보정된 유의수준을 이용하였다.

Table 1. Materials used in this study and sample grouping

Group	Materials	n	Category	Manufacturer
I	Fuji IX GP	20	Glass ionomer cement	GC Co., Japan
II	Cention N	20	Alakasite	Ivoclar Vivadent, Liechtenstein
III	Filtek™ Z350XT	20	Composite resin	3M ESPE, USA

III. 연구 성적

1. 압축강도 측정 결과

Table 2는 각 군의 압축강도 측정 결과를 나타낸 것이다. III군이 400.40 ± 51.07 MPa로 가장 높은 압축강도를 보였으며($p = 0.00$), II군이 326.76 ± 29.31 MPa로 133.48 ± 25.93 MPa를 보인 I군보다 높은 압축강도를 보였다($p = 0.00$).

2. 미세경도 측정 결과

Table 3은 각 군의 시간의 경과에 따른 미세경도의 변화를 나타낸 것이다. I군은 7일까지 미세경도가 증가하는 양상을 보였으며($p = 0.00$), 이후 연구 종료시점인 35일까지 변화가 없었다.

Table 2. Compressive strength values of each group

Group	Mean Value ± SD (MPa)	p value
I	133.48 ± 25.93 ^a	0.00
II	326.76 ± 29.31 ^b	
III	400.40 ± 51.07 ^c	

Group I : Fuji IX GP, Group II : Cention N, Group III : Filtek Z350XT
 a,b,c : Same letters in the columns indicate non significantly different by the Mann-Whitney test.
 p value from Kruskal-Wallis test.

Table 3. Changes of microhardness values of each group according to experimental period

Experimental Period	Microhardness (Mean ± SD)		
	Group I	Group II	Group III
1 hour	54.67 ± 5.07 ^A	56.52 ± 9.59 ^a	79.55 ± 11.97 ^α
1 st day	69.62 ± 4.96 ^B	65.47 ± 8.38 ^b	79.53 ± 11.96 ^α
7 th day	80.25 ± 5.69 ^C	68.81 ± 10.12 ^{bc}	79.93 ± 11.86 ^α
14 th day	80.91 ± 6.19 ^C	72.79 ± 11.67 ^c	76.49 ± 21.68 ^α
21 st day	82.45 ± 6.41 ^{CD}	67.28 ± 12.09 ^{bc}	76.89 ± 18.27 ^α
35 th day	85.77 ± 5.28 ^D	63.45 ± 8.10 ^b	76.43 ± 14.68 ^α
p value	0.000	0.000	0.770

Group I : Fuji IX GP, Group II : Cention N, Group III : Filtek Z350XT
 A,B,C : Same letters in the columns indicate non significantly different by the Mann-Whitney test.
 a,b,c : Same letters in the columns indicate non significantly different by the Mann-Whitney test.
 α,β,γ : Same letters in the columns indicate non significantly different by the Mann-Whitney test.
 p value from Kruskal-Wallis test.

II군의 미세경도는 1일까지 급격히 증가한 후($p = 0.01$), 14일까지 증가했으나 이후 미세경도가 감소하여 연구 35일에는 14일 측정 시보다 미세경도가 감소하였다($p = 0.01$). III군의 경우 모든 측정 기간에서 유의한 변화를 보이지 않았다.

각 측정 시점에서의 재료간 미세경도 비교의 결과는 Table 4에 나타나 있다. 시편 제작 1시간 후와 1일의 측정에서 III군이 가장 높았으며($p < 0.05$) II군과 I군 사이에는 차이가 없었다($p = 0.99$). 7일에서는 I군과 III군이 II군과 비교하여 높은 미세경도를 보였으며($p < 0.05$), 14일에서는 세 군간의 차이가 없었다($p > 0.05$). 그러나 35일의 측정에서는 다시 I군과 III군이 II군과 비교하여 높은 미세경도를 보였다($p < 0.05$).

IV. 총괄 및 고찰

직접 수복에 사용될 수 있는 재료의 개발은 글라스아이오노머 시멘트와 복합레진 모두의 강점을 살리고 단점을 줄이는 방향으로 개발되어 왔다[8]. 최근 소개된 alkasite 수복재는 구성성분으로 powder에 Barium aluminum silicate glass, Ytterbium trifluoride, Isofiller, Calcium Barium Aluminum fluorosilicate glass, Calcium fluorosilicate glass를 필러로 포함하고 있고 liquid에 가

Table 4. Comparison of microhardness values at each experimental period

Experimental Period	Microhardness (Mean ± SD)			p value
	Group I	Group II	Group III	
1 hour	54.67 ± 5.07 ^a	56.52 ± 9.59 ^a	79.55 ± 11.97 ^b	0.000
1 st day	69.62 ± 4.96 ^A	65.47 ± 8.38 ^A	79.53 ± 11.96 ^B	0.000
7 th day	80.25 ± 5.69 ^α	68.81 ± 10.12 ^β	79.93 ± 11.86 ^α	0.000
14 th day	80.91 ± 6.19 ^a	72.79 ± 11.67 ^a	76.49 ± 21.68 ^a	0.058
21 st day	82.45 ± 6.41 ^A	67.28 ± 12.09 ^B	76.89 ± 18.27 ^{AB}	0.002
35 th day	85.77 ± 5.28 ^α	63.45 ± 8.10 ^β	76.43 ± 14.68 ^α	0.000

Group I : Fuji IX GP, Group II : Cention N, Group III : Filtek Z350XT
 a,b,c : Same letters in the row indicate non significantly different by the Mann-Whitney test.
 A,B,C : Same letters in the row indicate non significantly different by the Mann-Whitney test.
 α,β,γ : Same letters in the columns indicate non significantly different by the Mann-Whitney test.
 p value from Kruskal-Wallis test.

장 주된 단량체 기질인 urethane dimethacrylate(UDMA)와 추가적으로 Tricyclodecan-dimethanol dimethacrylate(DCP), Tetramethyl-xylene-diurethane dimethacrylate(Aromatic aliphatic-UDMA), Polyethylene glycol 400 dimethacrylate(PEG-400 DMA)이 포함되어 있다. 이 alkasite 수복재는 컴포머나 자이오머와 같은 이전의 modified composite과는 다르게 alkaline glass filler를 함유하고 있어 불소이온 이외에도 칼슘이온과 수산화이온을 방출할 수 있으며, 상아질 접착 시스템 없이도 사용할 수 있는 것으로 알려졌다[4]. Alkasite 수복재가 소개된 이후 불소 방출량이나 미세누출에 대한 연구가 발표되고 있으나[9,10] 재료 자체의 중요한 기계적 성질에 관한 연구는 부족한 상태이다.

이 연구에서는 재료의 기계적 성질 중 압축강도와 미세경도를 평가하였다. 압축강도가 높은 재료의 경우 임상적으로 적용되었을 때, 수직응력인 저작력에 만족스럽게 저항할 수 있다[11]. 치과 수복재료는 시간의 경과에 따라 재료의 물성이 달라질 수 있으며, 이 연구에서는 이를 평가하기 위해 압축강도를 측정하기 전 열순환 5000회를 시행하였고, 이는 약 6개월의 구강환경의 온도변화에 노출된 것과 유사하다[12]. 연구 결과 III군인 Filtek™ Z350XT는 가장 높은 압축강도를 보였으며($p = 0.00$), II군인 Cention N은 I군인 Fuji IX GP 보다 높은 압축강도를 보였다($p = 0.00$). 글라스아이오노머 시멘트와 alkasite 수복재의 압축강도를 비교한 이전의 연구에서도 글라스아이오노머 시멘트보다 alkasite 수복재의 압축강도가 높게 나와 이 연구와 같은 결과를 보였다[13]. Kaur 등[14]은 글라스아이오노머 시멘트, alkasite 수복재, 복합레진의 압축 강도를 비교한 연구에서 alkasite 수복재와 복합레진이 글라스아이오노머 시멘트보다 높은 압축강도를 가지며 alkasite 수복재와 복합레진 사이에는 차이가 없다고 발표하였다. 이 연구에서는 alkasite 수복재보다 복합레진이 더 높은 압축강도를 보였다. 열순환의 시행여부가 압축강도에 미치는 영향에 대한 연구에 따르면 레진 기질의 친수성기 함유 여부에 따라 수분 흡수율이 달라지며 이에 따라 열순환 후 기계적 물성저하의 양상이 다르게 나타날 수 있다고 하였다[12]. 또한 barium glass는 quartz보다 수중에서 가수분해가 용이하기 때문에 barium glass를 포함하는 composite은 quartz를 포함하는 것보다 수중에서 더 약해진다[15]. Alkasite 수복재는 PEG-400 DMA라는 친수성 모노머와 함께 불소 방출을 위한 친수성 필러가 포함되어 있으며 barium이 포함된 glass 필러 또한 포함되어 있으므로 열순환의 영향을 복합레진보다 많이 받았을 것으로 예상되며 이로 인해 이전의 연구와 달리 복합레진이 alkasite 수복재보다 높은 압축강도를 가진 것으로 생각해 볼 수 있으나 이에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

미세경도는 구강 내에서 음식물을 저작하면서 또는 대합치와

의 교합접촉에 의하여 발생할 수 있는 재료의 국소적이고 부분적인 교합면 마모에 대한 중요한 정보를 제공한다. 미세경도가 낮은 재료일수록 교합면 마모가 발생하기 쉬우며, 이는 수복물의 조기 실패로 이어질 수 있다[16,17]. 이 연구에서는 각 재료의 중합 이후 시간경과에 따른 미세경도 변화와 측정 시점에서의 재료간 비교를 통하여 구강 내 수복 이후 초기에 얼마나 효과적으로 교합면 마모에 저항할 수 있는지를 예측해보고자 하였다. 글라스아이오노머 시멘트는 중합의 초기반응 시 calcium polyalkenoate를 생성하고, 이후 aluminium alkenoate로 대체되는 후기반응이 일어나 초기 24시간동안 기계적 성질의 변화를 일으키는데[18] 이는 중합 1일 이후 측정에서의 급격한 미세경도의 증가를 설명한다. 또한 이 연구에서 7일차까지 미세경도가 증가하였으며 이후 연구 종료시점까지 큰 변화가 없었는데 이는 글라스아이오노머 시멘트의 미세경도가 1주일까지 증가한 후 6개월까지 일정했다고 발표한 이전의 연구와 일치한다[19]. Alkasite 수복재의 경우 미세경도가 증가하다가 14일차 측정 이후 감소하는 양상을 보였는데, 다양한 종류의 글라스아이오노머 시멘트를 이용한 미세경도 연구에서도 일부 글라스아이오노머 시멘트를 탈이온수에 보관하였을 때 초기 경화에 도달한 뒤 단기간 미세경도가 증가하다가 감소가 일어남을 보고한 바 있으며 이의 원인으로 수중의 환경에 의한 표면 기질의 가수분해 혹은 글라스아이오노머 시멘트의 후기반응이 적절히 일어나지 않는 것으로부터 기인할 수 있다고 하였다[20]. 또한 UDMA를 기질로 사용한 복합레진의 경우 인공타액에 다양한 성분이 누출되며 이로 인해 물리적 성질에 영향을 미칠 수 있다[21]는 보고가 있으나, 이번 연구에서 나타난 결과의 원인에 대하여는 좀 더 연구가 필요할 것으로 사료된다. 복합레진의 미세경도는 측정기간동안 유의미한 변화가 없었으며 이는 이전의 연구와 유사한 결과이다[22].

이번 연구의 압축강도와 미세경도를 함께 고려해보면, alkasite 수복재가 압축강도에서는 비교적 우수한 결과를 보였으나, 미세경도는 전반적으로 글라스아이오노머 시멘트와 복합레진에 비해 부족한 결과를 나타내었다. 압축강도와 미세경도의 1년간의 변화와 표면 이온구성의 변화를 연구한 Shiozawa[19]등은 재료 표면에서의 특정이온의 감소가 압축강도와 미세경도의 감소에 차별적으로 영향을 미칠 수 있으며 특히 규소이온이 감소할 경우 압축강도와는 상관관계가 없으나 미세경도의 감소와 큰 상관관계를 갖는다고 하였다. 또한 Dupuis 등[23]은 재료 표면에서는 연화가 일어나 미세경도가 감소할 수 있으나 재료의 심부에서는 지속적으로 중합반응이 일어나기 때문에 강도는 증가할 수 있다고 보고하였다. Alkasite 수복재의 구성 성분과 경화과정 이전 연구의 재료들과 차이가 있어 직접적인 비교는 불가능하지만 이러한 선행 연구의 결과는 이 연구에서 alkasite 수복재가 압

축강도는 높은 결과값을 보이면서도 미세경도는 낮은 결과값을 보인 것에 대한 단서가 될 수 있겠으며 alkasite 수복재의 중합과정에서 수분이 미치는 영향과 재료 심부의 미세경도에 대한 후속연구가 필요할 것으로 생각된다.

V. 결 론

이 연구는 글라스아이오노머 시멘트인 Fuji IX GP, alkasite 수복재인 Cention N, 복합레진인 Filtek™ Z350XT의 압축강도와 시간의 경과에 따른 미세경도의 변화를 비교한 것으로 다음과 같은 결론을 얻었다.

압축강도는 Filtek™ Z350XT가 가장 높았으며, Cention N, Fuji IX GP 순으로 나타났다. 시간경과에 따른 미세경도를 측정, 비교한 결과 Fuji IX GP는 첫 7일동안 지속적으로 증가한 후 35일 까지 일정하였고, Cention N은 14일까지 증가하다가 이후 감소하는 양상을 보였으며, Filtek™ Z350XT은 연구 종료시점까지 일정한 미세경도를 보였다. 1시간 및 1일 후의 미세경도는 Filtek™ Z350XT이 가장 높았고 Cention N과 Fuji IX GP 사이에는 유의한 차이가 없었다. 14일, 21일에는 세 군간 미세경도의 유의한 차이가 없었으나, 35일 측정에서는 Cention N의 미세경도가 유의하게 낮았다.

Alkasite계열의 수복재인 Cention N은 복합레진보다는 낮지만 기존의 글라스아이오노머 시멘트보다 높은 압축강도를 보였으나, 시간 경과에 따른 미세경도가 복합레진과 글라스아이오노머 시멘트에 비해 낮게 나타나 이를 위한 보완 연구가 필요할 것으로 사료된다.

Authors' Information

Kunho Lee <https://orcid.org/0000-0002-6975-9328>
 Jongsoo Kim <https://orcid.org/0000-0001-8752-332X>
 Jisun Shin <https://orcid.org/0000-0003-2147-5163>
 Miran Han <https://orcid.org/0000-0003-0312-6023>

References

1. Croll TP, Nicholson JW : Glass ionomer cement cements in pediatric dentistry: review of the literature. *Pediatr Dent*, 24:423-429, 2002.
2. Kim KC, Kim S, Choi YC, *et al.* : Pediatric dentistry, 5th ed. Dental wisdom, Seoul, 352-354, 2014.
3. Swapna MU, Koshy S, Nainan MT, *et al.* : Comparing marginal microleakage of three bulk fill composites in Class II cavities using confocal microscope: An in vitro study. *J Conserv Dent*, 18:409-413, 2015.
4. Todd JC : Scientific documentation: Cention N. Schaan, Liechtenstein: Ivoclar Vivadent Press, 2016.
5. Kim YG, Kim JS, Yoo SH : Comparison of polymerization shrinkage and strain stress of several composite resins using strain gauge. *J Korean Acad Pediatr Dent*, 31:516-526, 2004.
6. Silva RC, Zuanon ACC, Machado JS, *et al.* : In vitro microhardness of glass ionomer cement cements. *J Mater Sci Mater Med*, 18:139-142, 2007.
7. Anusavice KJ, Shen C, Rawls HR : Phillips' science of dental materials, 12th ed. Elsevier, 2012.
8. Berg JH : The continuum of restorative materials in pediatric dentistry - a review for the clinician. *Pediatr Dent*, 20:93-100, 1998.
9. Gupta N, Jaiswal S, Bansal P, *et al.* : Comparison of fluoride ion release and alkalizing potential of a new bulk-fill alka-site. *J Conserv Dent*, 22:296-299, 2019.
10. Kini A, Shetty S, Bhat R, Shetty P : Microleakage evaluation of an alkasite restorative material: An In Vitro dye penetration study. *J Contemp Dent Pract*, 20:1315-1318, 2019.
11. Della Bona A, Benetti P, Borba M, Cecchetti D : Flexural and diametral tensile strength of composite resins. *Braz Oral Res*, 22:84-89, 2008.
12. Yoon M, Kim JS, Yoo SH : Changes of compressive strength and microhardness of composite resin, giomer, and compomer after thermocycling treatment. *J Korean Acad Pediatr Dent*, 37:438-444, 2010.
13. Iftikhar N, Devashish, Rashi-Singh, *et al.* : A comparative evaluation of mechanical properties of four different restorative materials: An In vitro study. *Int J Clin Pediatr Dent*, 12:47-49, 2019.
14. Kaur M, Mann NS, Jhamb A, Batra D : A comparative evaluation of compressive strength of Cention N with glass ionomer cement cement: An in-vitro study. *Int J Appl Dent Sci*, 5:5-9, 2019.
15. Calais JG, Soderholm KJ : Influence of filler type and water exposure on flexural strength of experimental composite resins. *J Dent Res*, 67:836-840, 1988.
16. Yap AU, Chung SM, Rong Y, Tsai KT : Effects of aging on mechanical properties of composite restoratives: a depth-sensing microindentation approach. *Oper Dent*, 29:547-553, 2004.

17. Ruschel VC, Bona VS, Baratieri LN, Maia HP : Effect of surface sealants and polishing time on composite surface roughness and microhardness. *Oper Dent*, 43:408-415, 2018.
18. Zoergiebel J, Ilie N : Evaluation of a conventional glass ionomer cement cement with new zinc formulation: effect of coating, aging and storage agents. *Clin Oral Investig*, 17:619-626, 2013.
19. Shiozawa M, Takahashi H, Iwasaki N : Fluoride release and mechanical properties after 1-year water storage of recent restorative glass ionomer cement cements. *Clin Oral Investig*, 18:1053-1060, 2014.
20. De Moor RJ, Verbeeck RM : Changes in surface hardness of conventional restorative glass ionomer cement cements. *Biomaterials*, 19:2269-2275, 1998.
21. Jeong NJ, Kim JW, Lee SH : A study on change of compressive strength and flexural strength of dental composite resin after water storage. *J Korean Acad Pediatr Dent*, 28:146-158, 2001.
22. Kim SM, Park HW, Lee JH, Seo HY : Fluoride release and microhardness of giomer according to time. *J Korean Acad Pediatr Dent*, 37:429-437, 2010.
23. Dupuis V, Moya F, Payan J, Bartala M : Depth microhardness of glass ionomer cement cements. *Biomaterials*, 17:71-71, 1996.

국문초록

Alkasite와 기존의 수복 재료의 압축강도 및 미세경도 비교

이건호 · 김종수 · 신지선 · 한미란

단국대학교 치과대학 소아치과학교실

이 연구의 목적은 최근 소개된 alkasite 수복재료의 압축강도와 미세경도를 글라스아이오노머 시멘트와 유동성 복합레진과 비교하여 alkasite 수복재의 물성을 예측하는 것이었다.

압축강도와 비커스 미세경도 측정을 위해 각 재료당 20개의 시편을 제작하였다. 만능시험기를 사용하여 초 당 1 mm 횡단 속도 하에서 압축강도를 측정하였으며, 미세경도는 비커스 미세경도 측정기를 사용하여 보압 시간(dwelling time) 10초 조건 하에서 500 g의 힘을 가해 시편 제작 1시간, 1일, 7일, 14일, 21일, 35일 후에 측정하였다.

연구결과 압축강도는 복합레진이 가장 높았으며 alkasite, 글라스아이오노머 시멘트 순이었다. 미세경도 측정 결과 복합레진은 연구 기간동안 미세경도의 변화가 없었으며 시편제작 1시간 후, 1일차, 7일차 측정까지 가장 높은 미세경도를 보였다. 글라스아이오노머 시멘트의 경우 7일차까지 미세경도가 증가하여 복합레진과 차이가 없어진 반면, alkasite는 14일차까지 서서히 미세경도가 증가하다가 이후 다시 감소하는 양상이 관찰되었다.