

pH가 glass ionomer cement의 불소이온 용출량과 용해성에 미치는 영향 관한 실험적 연구

경희대학교 치과대학 치과보존학 교실

이광희 · 최호영

목 차

- I. 서론
- II. 실험 재료 및 방법
- III. 실험 성적
- IV. 총괄 및 고안
- V. 결론
- 참고 문헌
- 영문 초록

I. 서 론

최근 치경부의 마모 및 우식의 충전에 널리 사용되고 있는 glass ionomer cement는 Wilson과 Kent^{1,2)}에 의해 1970년대초에 개발되었으며, 규산염시멘트와 유사하게 불소가 함유된 calcium aluminosilicate glass의 미세한 분말입자와 5% tartaric acid, itaconic acid의 copolymer와 40~50%의 polyacrylic산의 수용액으로 구성되어 있다³⁾. 분말과 액을 혼합하면 polyacrylic acid의 카복실기가 이온화되어 카복실레이트의 음이온을 형성하고 수소이온을 유리하게 된다. 이 수소이온이 분말의 표면으로 침투해 들어가 silicious hydrogel을 형성하고 이때 분말에서는 칼슘이온과 킬레이트를 형성하여 calcium polyacrylate와 aluminium polyacrylate로 경화반응이 일어난다⁴⁻¹²⁾.

glass ionomer cement는 치아의 법랑질과 상아질에 물리 화학적으로 결합하고 표면 처리

된 백금과 금합금등에도 결합하므로 접착용으로도 사용이 가능하며 복합레진과의 결합능력도 우수하여 이장재로도 사용된다¹³⁻¹⁵⁾. Tobias등¹⁶⁾과 Kawaha등¹⁷⁾ 그리고 Pameijer등¹⁸⁾은 glass ionomer cement의 치수에 대한 반응을 연구한 바 polycarboxylate cement에 대한 치수반응과 유사하며, 조직배양과 동물실험에서 치수반응이 미약하였고 안전한 생체적 합성을 갖는다고 보고하였다.

glass ionomer cement의 장점은 불소를 유리하는 항우식효과에 대한 연구보고 중 Forsten¹⁹⁾에 의하면 glass ionomer cement와 silicate cement에서 불소 유리량을 비교 측정 한 바 glass ionomer cement에서 더 많은 불소 유리를 관찰 하였으며 초기 2주 동안에서 유리량이 많았다고 보고하였다. Wesenberg와 Hals²⁰⁾는 glass ionomer cement구성 성분중 불소와 알루미늄은 법랑질보다 상아질에서 더 깊게 침투 되었음을 관찰하였고 Swartz등²¹⁾은 1년 동안 glass ionomer cement의 불소 유리양상을 관찰하였으며 김과 김²²⁾은 접착용 글라스아이오노머 시멘트의 용해도에 관한 보고에서 불소의 유리는 시멘트의 표면적에 비례하여 증가하고 용해도 관찰용 산의 농도가 0.01mol의 경우가 0.001mol의 경우보다 더 높은 용해도를 나타냈으며 7일간 침지시간까지는 시간의 제곱근에 비례하여 증가 됨을 관찰하였다.

또한 glass ionomer cement의 단점은 용해성이 큰것이며 McCabe등²³⁾은 glass ionomer cement의 산에 의한 부식성에 대해 연구 보고

하였고 Mesu²⁴⁾는 접착용 시멘트의 붕괴에 대한 연구에서 수소 이온이 용해성과 관련이 있다고 보고하였고 Beech와 Bandyopadhyay²⁵⁾는 구강상태와 유사한 실험조건에서 치과용 시멘트의 용해성과 침식도의 비교연구에서 glass ionomer cement가 다른 cement에 비하여 낮은 용해성과 침식을 관찰하였다. 임과 김²⁶⁾은 glass ionomer cement는 구연산 용액에서 가장 높은 용해성을 나타냈으며 증류수보다 산성 용액내에서 용해량이 증가됨을 보고하였으며 Setchell등²⁷⁾은 4종의 glass ionomer cement의 용해성에 대해 연구하였고 Fukazawa등²⁸⁾은 glass ionomer cement의 산완충용액내에서의 침식기전을 연구하여 용해량은 산완충용액내 침지시간의 제곱근에 비례하며 표면적에 의해 좌우된다고 보고하였다. Earl과 Ibbetson²⁹⁾은 glass ionomer cement의 구강내 용해성에 대해 연구 보고한 바 있다.

이상의 연구 보고에서 glass ionomer cement의 불소이온 용출량과 용해량은 증류수보다 산성용액내에서 더 많이 나타나고 시간의 제곱근에 비례한다는 연구를 토대로 저자는 수소이온농도 변화에 따른 충전용 glass ionomer cement의 불소이온 용출량과 용해량을 시간 경과에 따라 관찰하여 다소의 의미있는 결과를 관찰하였기에 이에 보고하는 바이다.

II. 실험재료 및 방법

가. 실험재료

본 실험에서는 충전용 glass ionomer cement인 GC FujiII와 pH4.0 lactic acid, 증류수 및 pH10.0 KOH용액이 사용되었다. 사용한 재료 및 용액은 Table 1과 같다.

나. 실험방법

(1) 시편제작

내경 20.0mm, 높이 1.5mm 주형에 제조회사의 지시에 따라 혼합한 glass ionomer cement

Table 1. Experimental procedures

Material :	glass ionomer cement type II (GC Fuji II: G-C Dental Industrial Corp.)
dissolution-soln. :	85% lactic acid (pH 4.0) distilled water (pH 7.0) 85% KOH (pH 10.0)
experimental period :	1, 7, 14, 28 days

를 주입하고 유리판을 덮어 평탄하게 하여 여분의 시멘트를 제거하고 5분이 경과한 후 주형에서 시편을 분리하여 상대습도 100%에서 24시간 동안 보관하였다. 시편은 각 실험 용액당, 기간당 8개씩 총 96개를 제작하였다.

(2) 불소이온 용출량 측정

제작된 96개의 시편을 상기의 pH4.0 lactic acid, pH7.0 증류수 및 pH10.0 KOH용액 각 50ml에 1일, 7일, 14일 및 28일간 침지시킨 후 시편을 제거한 용액을 TISABIII 완충용액으로 이온강도를 증가시킨후 Orion Research/Ionalyzer model 407 A에 불소이온 측정전극과 표준전극을 연결하여 불소이온 용출량을 측정하였다.

(3) 용해량 측정

상기 불소이온 용출량 측정에 사용된 시편을 용액에 침지하기전 0.1mg단위까지 측정 가능한 전자천평(Sartorius, West Germany)을 이용하여 원래 시편의 무게를 측정하고, 각 용액에 1일, 7일, 14일 및 28일간 침지시킨 후 제거하여 건조기에서 24시간동안 건조한 다음 무게를 측정하여 무게감량을 얻고 원래 시편의 무게에 대한 백분율을 용해량으로 정하였다. 용해량을 공식으로 나타내면 다음과 같다.

$$\frac{\text{원래 시편의 무게} - \text{건조후 시편의 무게}}{\text{원래 시편의 무게}} \times 100 = \text{용해량}(\%)$$

III. 실험성적

가. 불소이온 용출량

수소이온 농도 변화에 따른 즉 pH4.0의 lactic acid, pH7.0의 증류수 pH10.0의 KOH 용액내에 1일, 7일, 14일 및 28일간 glass ionomer cement를 침지 시켰을때 나타난 불소이온의 용출량은 Table 2와 같다.

용액내 침지후 1일에서의 불소이온 용출량은 pH4.0용액에서 $24.44\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 이었고 pH7.0용액에서 $11.23\mu\text{g}/\text{cm}^2$, pH10.0용액에서 $4.42\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 로 pH가 증가할 수록 즉 수소이온 농도가 낮을수록 불소이온 용출량이 감소했으며 각 pH에 따른 불소이온 용출량간에는 통계학적으로 큰 유의성을 나타내었고($p < 0.0005$), 7일, 14일 및 28일에서도 동일한 양상을 나타내었다.

침지시간에 따른 불소이온 용출량은 pH4.0용액에 침지 1일 경과후 $24.44\mu\text{g}/\text{cm}^2$, 7일 경과후 $28.30\mu\text{g}/\text{cm}^2$, 14일에 $45.49\mu\text{g}/\text{cm}^2$, 28일 경과후 $65.80\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 로 점차 증가함을 나타내었고 pH7.0용액과 pH10.0용액에서도 동일한 양상을 나타내었으며 Fig. 1에서 보면 시간의 제곱근에 거의 비례하여 불소이온 용출량이 증가함을 알 수 있다($p < 0.0005$, Table 3참조).

나. 용해량

상기 시편의 lactic acid, 증류수 및 KOH용액내에서 나타난 용해량은 Table 4에 나타나 있다. 즉 pH 4.0용액에 1일 침지후 3.47% pH7.0용액에 1일 침지후 3.41%, pH10.0용액에 1일 침지후 3.38%로 1일 침지의 경우 수소이온 농도의 변화에는 큰 차이가 없었으나 7일, 14일 및 28일 경과후 모든 시편의 용해도는 급격히 감소하는 것으로 나타났다(Fig. 2참조). 용액의 수소이온 농도 변화에 따른 용해량의 차이는 통계학적인 유의성이 없었으나 시간 경과에 따른 용해량의 차이는 통계학적인 유의성이 있었다($p < 0.0005$, Table 5참조).

Table 2. Fluoride release from glass ionomer cement into three pH media according to the immersion days (unit: $\mu\text{g}/\text{cm}^2$)

Days	pH	No. of Sample	Mean \pm S.D.
1	4	8	24.44 ± 2.91
	7	8	$11.23 \pm 2.32^{***}$
	10	8	$4.42 \pm 0.70^{***}$
7	4	8	28.30 ± 3.30
	7	8	$22.22 \pm 2.15^{***}$
	10	8	$16.32 \pm 1.55^{***}$
14	4	8	45.49 ± 6.04
	7	8	$31.25 \pm 5.92^{***}$
	10	8	$17.46 \pm 2.46^{***}$
28	4	8	65.80 ± 6.03
	7	8	$43.75 \pm 5.41^{***}$
	10	8	$26.65 \pm 3.09^{***}$

Note; pH4: Lactic acid pH7: Distilled water

pH10: KOH

***: $P < 0.0005$

pH7: pH10; $P < 0.0005$

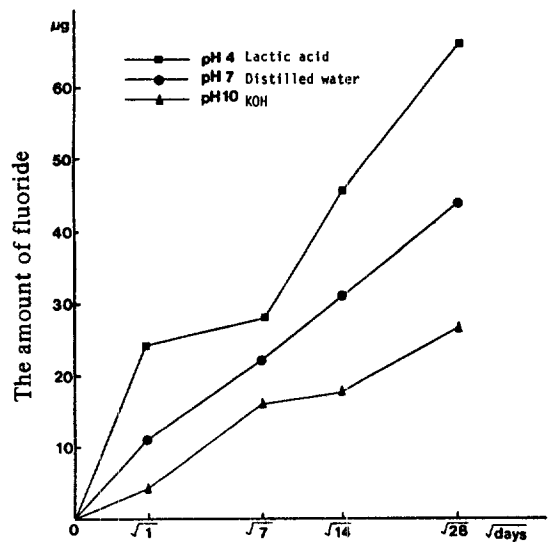


Fig. 1. The amount of fluoride release from glass ionomer cement plotted against the square root of immersion days.

Table 3. Statistical analysis (Student's t-test) of fluoride release from glass ionomer cement by duration

	Days	No. of Sample	Mean \pm S.D.
pH4	1	8	24.44 \pm 2.91
	7	8	28.30 \pm 3.30**
	14	8	45.49 \pm 6.04***
	28	8	65.80 \pm 6.03***
pH7	1	8	11.23 \pm 2.32
	7	8	22.22 \pm 2.15***
	14	8	31.25 \pm 5.92***
	28	8	43.75 \pm 5.41***
pH10	1	8	4.42 \pm 0.70
	7	8	16.32 \pm 1.55***
	14	8	17.46 \pm 2.46***
	28	8	26.65 \pm 3.09***

Note; pH4: Lactic acid pH7: Distilled water
 pH10: KOH
 **: P < 0.01
 ***: P < 0.0005

Table 4. The solubility of glass ionomer cement in three pH media (% W/W)

Days	pH	No. of Sample	Mean \pm S.D.
1	4	8	3.47 \pm 0.37
	7	8	3.41 \pm 0.32*
	10	8	3.38 \pm 0.12*
7	4	8	1.15 \pm 0.13
	7	8	1.05 \pm 0.20*
	10	8	1.02 \pm 0.11**
14	4	8	1.19 \pm 0.13
	7	8	1.09 \pm 0.13*
	10	8	1.06 \pm 0.10***
28	4	8	1.45 \pm 0.33
	7	8	1.38 \pm 0.20*
	10	8	1.13 \pm 0.29**

Note; pH4: Lactic acid pH7: Distilled water
 pH10: KOH
 *: Non-significant
 **: P < 0.05
 ***: P < 0.025
 pH7: pH10; non-significant

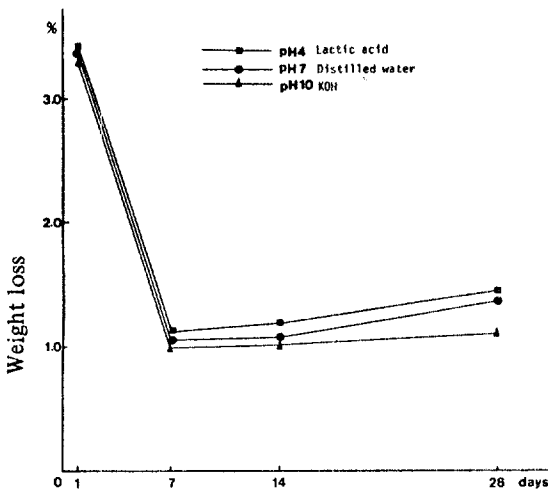


Fig. 2. Change in weight of glass ionomer cement with time lapse.

IV. 총괄 및 고안

심미적 치아 수복 재료는 투명하고 치아와 유사한 색조를 지니며 견고하고 마모저항성을 갖고 열팽창계수는 낮아야하며 하중을 받으면 쉽게 변형되지 않아야 하고, 또한 생물학적으로 무해해야하며 치질과 강한 물리화학적 결합을 하고 항우식성이 있어야 이상적인 수복재료로 할 수 있다. 그러나 치질과의 접착의 불충분, 파절, 마모, 변색 및 이차우식증의 발생과 치수병변등의 실패가 종종 나타난다³⁰⁾.

전치부의 3급 및 5급와동 수복시 많이 사용되는 glass ionomer cement는 치아의 법랑질과 상아질에 물리화학적으로 결합이 가능해 Hotz

Table 5. Statistical analysis (Student's t-test) of solubility of glass ionomer cement by duration

	Days	No. of Sample	Mean \pm S.D.
pH4	1	8	3.47 \pm 0.37
	7	8	1.15 \pm 0.13***
	14	8	1.19 \pm 0.13***
	28	8	1.45 \pm 0.33***
pH7	1	8	3.41 \pm 0.32
	7	8	1.05 \pm 0.20***
	14	8	1.09 \pm 0.13***
	28	8	1.38 \pm 0.20***
pH10	1	8	3.38 \pm 0.12
	7	8	1.02 \pm 0.11***
	14	8	1.06 \pm 0.10***
	28	8	1.13 \pm 0.29***

Note; pH4: Lactic acid

pH7: Distilled water

pH10: KOH

***: $P < 0.0005$

등¹³⁾과 Maldonado등¹⁴⁾은 기계적인 유지형태를 형성치 않고 치질과의 결합이 가능하다고 보고 하였으며 Wilson과 Kent²⁾는 수복초기의 산도는 높으나 polyacrylic acid의 수소이온이 기질의 polyelectrolyte chain과 결합해 분자량이 커져 상아세관을 통해 화학적 자극이 침투될 가능성이 적기때문에 치수에 영향을 미치지 않는다고 보고한 바 있다.

McLean³⁰⁾은 glass ionomer cement는 복합 레진과 달리 경화중이나 경화후에도 타액 및 치질간에 이온 교환이 일어난다. 이런 결과로 상아질에 대한 접착력이 향상되고 금속이온이 시멘트와 치질간의 공간을 결합시키기 때문에 시간이 경과함에 따라 결합이 증가한다고 보고 하였으며 glass ionomer cement표면에서는 증류수, 산성pH 및 염기성pH내에서 불소를 포함한 Silica, 나트륨, 칼슘, 알루미늄이온들이 용해된다고 알려져 있다^{9,31,32)}.

본 연구에서는 Beech 와 Bandyopadhyay²⁵⁾의 연구보고에서 세균이 당분에 작용하여 치태를 형성할 때 나타나는 가장 낮은 pH가 4인 산성 용액이라고 보고한 것을 토대로 pH4.0의 Lactic acid를 이용하였으며 증류수를 중성용액으로 알칼리성 용액으로는 pH10.0의 KOH 용액을 이용하여 1, 7, 14 및 28일간 glass ionomer cement로 부터 유리되는 불소이온 용출량과 용해량을 관찰하였다.

glass ionomer cement의 분말 성분중 유리 입자에 포함되어 있는 불소는 용합의 온도를 낮추고 조작용이 하게 하며 경화된 시멘트의 강도를 증가시키고 투명도를 향상시키며 장기간 유리되어 치료효과를 높인다는 장점을 가지고 있다^{1,33)}.

Maldonado등¹⁴⁾에 의하면 glass ionomer cement 기질은 calcium fluoride로 싸인 droplets을 함유하고 있어서 주위의 치아 법랑질로 불소이온을 유리한다고 한다. 이렇게 유리되는 불소는 치질내로 침투되는데 알루미늄과 함께 법랑질보다는 상아질에 더 깊게 침투한다고 보고 한 바 있으며²⁰⁾ 유리된 불소이온은 법랑질의 용해성을 감소시켜 치아의 우식증을 억제한다고 보고 하였으며^{14,34)} 또한 Kidd³⁵⁾는 인위적인 우식 부위에서 glass ionomer cement의 항우식효과를 증명하였다.

Swartz등³⁶⁾은 발거한 치아에 glass ionomer cement로 수복한 후 수복부위로부터 1mm, 3mm 떨어진 부위의 법랑질의 불소함유량을 측정 한 결과 1mm부위에서가 3mm부위보다 불소함유량이 많았으나 불소유리량은 6개월까지 증가하다가 그후 점차 감소하였다고 보고하였다. 즉 glass ionomer cement로 수복한 경우 수복물주위 뿐만아니라 수복초기엔 해당치아 전체에 항우식효과를 나타낼을 알 수 있다.

본 연구에서는 산성용액 즉 pH가 낮을때 불소이온 용출량이 현저하게 많았으며 알칼리성 용액에서 가장 적게 나타났는데 이런 결과는 Crisp³¹⁾의 연구 결과와 유사하였으며 또한 시간 경과에 따라서 불소이온 농도가 증가하였는데 이것은 시간의 제곱근에 비례한다는 Crisp 등³²⁾의 연구와 일치하였다.

Setcheil등²⁷⁾은 glass ionomer cement는 시간이 경과함에 따라 치질과의 결합은 증가하므로 탈락의 위험성은 감소하게 되고 불소로 인해 이차우식증도 감소되지만 침식과 용해성 및 마모에 대한 문제점이 나타나게 된다고 보고한 바 있는데, 이는 경화반응 초기에는 수분 흡수 경향이 있어 시멘트의 기질이 취약해져 침식에 대한 저항력이 매우 감소하게 되고 또 Earl과 Ibbetson²⁹⁾은 경화하는 동안 수분을 잃게 되면 건조한 상태가 되어 표면에 crack을 유발하기 때문에 표면을 적어도 24시간 동안 수분으로부터 차단시켜 주어 용해성과 붕괴를 감소시켜 주어야 한다고 주장한 바 있다.

Crisp³¹⁾은 침식작용은 용액내로 시멘트가 용해되거나 용해되지않고 붕괴되는 것을 함께 관찰하였는데 glass ionomer cement의 용해율은 실험 첫날 가장 높았으며 수분흡수도 초기 24시간내에 가장 많았다고 보고하였으며 이와 같이 glass ionomer cement가 초기 용해성이 높게 나타나는 것은 기질형성 음이온과 수용성염을 형성하는 나트륨을 함유하고 있고, 또한 알루미늄이온이 기질형성 음이온과 결합이 늦어 그 전에 수분에 용해되기 쉽기 때문이며 일단 기질에 알루미늄이온이 결합되면 산성용액에서도 용해되기 어렵기 때문이라고 했다.

또한 시멘트의 무게변화는 이온의 용출로 인한 무게감량보다는 수분 흡수여부에 많이 좌우된다고 하였으며 glass ionomer cement에서의 초기 수분흡수는 Silica gel이 형성되면서 수분을 흡수하는 경향이 있으며 주 기질형성 양이온의 하나인 알루미늄이 수화물을 형성하게 되기 때문이며, 이때 수분은 loose water와 tight water로 구분되며 loose water는 건조시 제거되지만 tight water는 시멘트구조와 결합되어 있어 건조하여도 제거되지 않는다. 시멘트내에 결합되어 있는 수분은 Silica gel이나 미반응 카복실산과 카복실레이트 금속염 그리고 기질내의 다른 비용해성염과 관련되어 있다고 보고된 바 있다³²⁾.

본 연구에서 1일후에 용해량이 가장 많았으며 7일후에는 오히려 감소하였고 14일, 28일후에는 조금씩 증가하는 양상을 보였으나 큰 차

이는 없었는데 이것은 Crisp등^{31,32)}의 보고를 토대로 볼때 glass ionomer cement가 완전히 경화되는 48시간 동안에 수분 흡수에 의해 가장 큰 양향을 받으며 loose water가 많아서 건조되면서 무게감량이 되었기 때문으로 사료되며 시간이 경과함에 따라 칼슘, 알루미늄등의 이온용출이 정지되고 loose water 보다는 tight water가 증가함에 따라 건조에 의한 무게감량이 오히려 7일후 더 낮게 나타난것으로 사료되나 본 실험에서 사용 용액을 매일 교환해 주었다면 결과는 다른 양상을 나타냈으리라 여겨진다.

Mesu²⁴⁾는 시멘트의 붕괴는 흡수, 붕괴 그리고 용해의 일련의 과정에 의해 나타난다고 하였으며, 붕괴속도를 결정하는 요인은 경화된 시멘트내 형성된 기공을 통해 수분이 고형물질속으로 확산해 들어가는 정도에 좌우되며 시멘트 표면에 수소이온의 역할보다는 polyacrylic acids의 음이온이 알루미늄이온과 복합물을 형성하는 정도가 보다 관련성이 크다고 하였으며 이런 복합체는 pH4 완충용액에서보다 pH5용액에서 더 잘 형성된다고 한다. 따라서 붕괴 속도에 영향을 미치는 요인은 시멘트의 표면적과 분자량 그리고 용액의 pH등이라고 사료된다.

Fukazawa등²⁸⁾은 산완충용액에서의 glass ionomer cement의 침식기전에 대한 연구에서 용해는 시멘트 표면과 용액간의 이온농도 차에 의한 이온의 이동에 의해 이루어 진다고 보고하고 있다. 경화된 시멘트를 용액에 침지시킨 후 건조시켰을때 표면에 많은 cracks이 형성되는데 이것은 표면으로부터 용액이 시멘트내에 침투되어 matrix gel이 이로인해 부풀었기 때문이라고 여겨진다.

본 실험에서는 수소이온 농도를 달리 했을때 glass ionomer cement의 불소이온 용출량과 용해량을 관찰하는데 있어서 용액의 상태가 구강환경과 달리 정적 상태이며 마모요소가 없었기 때문에 용출 및 용해성을 평가하는데 있어서 제한성을 가지지만 시간 경과에 따라 용해량은 거의 차이가 없으나 불소이온 용출량은 증가하므로 glass ionomer cement의 임상에서

의 사용은 수복초기에는 항우식효과를 나타낼 수 있으리라 사료된다.

V. 결 론

저자는 수소이온 농도가 충전용 glass ionomer cement의 불소이온 용출량과 용해성에 미치는 영향에 관해 관찰하기 위하여 pH4.0의 lactic acid, pH7.0 증류수 및 pH10.0 KOH용액내에 GC Fuji II discs(직경 20.0 mm, 두께 1.5mm)를 1일, 7일, 14일 및 28일간 침지시킨 후 불소이온 용출량과 용해량을 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 1일, 7일, 14일 및 28일간 침지시킨 후 불소이온 용출량은 수소이온 농도가 높을수록 많았다.

2. pH4.0, pH7.0, pH10.0 용액에서 침지 시간 경과에 따라 불소이온 용출량도 증가하였다.

3. 용해량은 침지 1일에서 3.38%(pH10.0), 3.41%(pH7.0), 3.47%(pH4.0)로 가장 많았으며 28일, 14일, 7일의 순으로 감소하였다.

4. 1일, 7일, 14일 및 28일간 침지시킨 후 수소이온 농도가 높을수록 용해량이 많았다.

REFERENCES

- Wilson, A.D. and Kent, B.E.: The glass-ionomer cement, a new translucent dental filling material. *J. Appl. Chem. Biotechnol.*, 21:313, 1971.
- Wilson, A.D. and Kent, B.E.: A new translucent cement for dentistry: The glass ionomer cement. *Brit. Dent. J.*, 132:133-135, 1972.
- Phillips, S. and Bishop, B.M.: An in vitro study of the effect of moisture on glass-ionomer cement. *Quintessence Int.*, 16:175-177, 1985.
- Barry, T.I., Clinton, D.J. and Wilson, A.D.: The structure of a glass-ionomer cement and its relationship to the setting process. *J. Dent. Res.*, 58:1072-1079, 1979.
- Kent, B.E., Lewis, B.G. and Wilson, A.D.: The properties of glass ionomer cement. *Brit. Dent. J.*, 135:322-326, 1973.
- McLean, J.W. and Wilson, A.D.: The clinical development of the glass-ionomer cements: I. Formulations and properties. *Aust. Dent. J.*, 22:31-36, 1977.
- Wilson, A.D.: Alumino-silicate polyacrylic acid and related cements. *Brit. Polym. J.*, 6:165-179, 1974.
- Council on dental materials and devices: Status report on the glass ionomer cements. *J. Am. Dent. Assoc.*, 99:221-226, 1979.
- Crisp, S. and Wilson, A.D.: Reactions in glass ionomer cements: I. Decomposition of the powder. *J. Dent. Res.*, 53:1408-1413, 1974.
- Crisp, S., Pringuer, M.A., Wardleworth, D. and Wilson, A.D.: Reactions in glass ionomer cements: II. An infrared spectroscopic study. *J. Dent. Res.*, 53:1414-1419, 1974.
- Crisp, S. and Wilson, A.D.: Reactions in glass ionomer cements: III. The precipitation reaction. *J. Dent. Res.*, 53:1420-1424, 1974.
- Wilson, A.D., Crisp, S. and Ferner, A.J.: Reactions in glass-ionomer cements: IV. Effect of chelating comonomers on setting behavior. *J. Dent. Res.*, 55:489-495, 1976.
- Hotz, P., McLean, J.W., Sced, I. and Wilson, A.D.: The bonding of glass ionomer cements to metal and tooth substrates. *Brit. Dent. J.*, 142:41-47, 1977.
- Maldonado, A., Swartz, M.L. and Phillips, R.W.: An in vitro study of certain properties of a glass ionomer cement. *J. Am. Dent. Assoc.*, 96:785-791, 1978.
- McLean, J.W., Prosser, H.J. and Wilson,

- A.D.: The use of glass-ionomer cements in bonding composite resins to dentine. *Brit. Dent. J.*, 158:410-414, 1985.
16. Tobias, R.S., Browne, R.M., Plant, C.G. and Ingram, D.V.: Pulpal response to a glass ionomer cement. *Brit. Dent. J.*, 144:345-350, 1978.
 17. Kawahara, H., Imanishi, Y. and Oshima, H.: Biological evaluation on glass ionomer cement. *J. Dent. Res.*, 58:1080-1086, 1979.
 18. Pameijer, C.H., Segal, E. and Richardson, J.: Pulpal responses to a glass-ionomer cement in primates. *J. Prosthet. Dent.*, 46:36-40, 1981.
 19. Forsten, L.: Fluoride release from a glass ionomer cement. *Scand. J. Dent. Res.*, 85:503-504, 1977.
 20. Wesenberg, G. and Hals, E.: The in vitro effect of a glass ionomer cement on dentine and enamel walls. *J. Oral Rehabil.*, 7:35-42, 1980.
 21. Swartz, M.L., Phillips, R.W. and Clark, H.E.: Long-term F release from glass ionomer cements. *J. Dent. Res.*, 63:158-160, 1984.
 22. 김용준, 김철위 : 접착용 글라스아이오노머 시멘트의 용해도에 관한 연구. 대한치과기재학회, 15(1) : 73-82, 1988.
 23. McCabe, J.F., Jones, P.A. and Wilson, H.J.: Some properties of a glass ionomer cement. *Brit. Dent. J.*, 146:279-281, 1979.
 24. Mesu, F.P.: Degradation of luting cements measured in vitro. *J. Dent. Res.*, 61:665-672, 1982.
 25. Beech, D.R. and Bandyopadhyay, S.: A new laboratory method for the evaluating the relative solubility and erosion of dental cements. *J. Oral Rehabil.*, 10:57-63, 1983.
 26. 임호남, 김철위 : 접착용 Glass ionomer 시멘트의 특성에 관한 비교 연구. 대한치과기재학회지, 10(1) : 31-39, 1983.
 27. Setchell, D.J., Teo, C.K. and Khun, A.T.: The relative solubilities of four modern glass ionomer cements. *Brit. Dent. J.*, 158:220-222, 1985.
 28. Fukazawa, M., Matsuya, S. and Yamane, M.: Mechanism for erosion of glass-ionomer cements in an acidic buffer solution. *J. Dent. Res.*, 66:1770-1774, 1987.
 29. Earl, M.S.A. and Ibbetson, R.J.: The clinical disintegration of a glass-ionomer cement. *Brit. Dent. J.*, 161:287-291, 1986.
 30. McLean, J.W.: The future of restorative materials. *J. Prosthet. Dent.*, 42:154-158, 1979.
 31. Crisp, S., Lewis, B.G. and Wilson, A.D.: Characterization of glass-ionomer cements: 6. A study of erosion and water absorption in both neutral and acidic media. *J. Dent.*, 8:68-74, 1980.
 32. Crisp, S., Lewia, B.G. and Wilson, A.D.: Glass ionomer cements: Chemistry of erosion. *J. Dent. Res.*, 55:1032-1041, 1976.
 33. Kent, B.E., Lewis, B.G. and Wilson, A.D.: Glass ionomer cement formulations: I. The preparation of novel fluoroaluminosilicate glasses high in fluorine. *J. Dent. Res.*, 58:1607-1619, 1979.
 34. Norman, R.D., Phillips, R.W. and Swartz, M.L.: Fluoride uptake by enamel from certain dental materials. *J. Dent. Res.*, 39:11-16, 1960.
 35. Kidd, E.A.: Cavity sealing ability of composite and glass ionomer cement restorations. An assessment in vitro. *Brit. Dent. J.*, 144:139-142, 1978.
 36. Swartz, M.L., Phillips, R.W., Clark, H.E., Norman, R.D. and Potter, R.: Fluoride distribution in teeth using a silicate model. *J. Dent. Res.*, 59:1596-1603, 1980.

– ABSTRACT –

THE EFFECT OF pH MEDIA ON THE FLUORIDE RELEASE AND SOLUBILITY OF GLASS IONOMER CEMENT

Gwang Hee Lee, D.M.D., Ho Young Choi, D.D.S., M.S.D.

Dept. of Conservative Dentistry, College of Dentistry, Kyung Hee University

The purpose of this study was to investigate the fluoride release and solubility of glass ionomer cement associated with three pH media.

For this study, GC Fuji II discs (20.0mm in diameter x 1.5mm thick) were immersed in pH 4.0 lactic acid, pH 7.0 distilled water and pH 10.0 KOH solutions for 1,7,14 and 28 days.

The amount of fluoride release from the cement into three pH media were measured by fluoride specific ion electrode and the solubility was measured by weight loss of discs.

The results were as follows:

1. The lower was the pH of media, the more was the amount of release of fluoride.
2. The amount of fluoride release was increased with time lapse.
3. After 1 day, the solubility was the highest, and after 7 days that was the least.
4. The lower was the pH of media, the more was the solubility, but there was no statistical difference in solubility according to the pH change.