

## 치아보관방법에 따른 우치 법랑질의 표면변화

정승화<sup>1,2</sup>, 권호근<sup>1,2</sup>, 김백일<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>연세대학교 치과대학 예방치과학교실, <sup>2</sup>구강악안면경조직재생연구센터

### Influence on enamel surface by the various tooth storage methods

Seung-Hwa Jeong<sup>1,2</sup>, Ho-Keun Kwon<sup>1,2</sup>, Baek-Il Kim<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Department of Preventive Dentistry & Public Oral Health, Yonsei University College of Dentistry, <sup>2</sup>Research Center for Orofacial Hard Tissue Regeneration, Yonsei University College of Dentistry

**Objectives.** The aim of this study was to assess the influence of storage methods on the enamel specimen.

**Methods.** Each enamel specimen (3 mm in diameter) from bovine anterior teeth was stored in 5 mL of 6 kinds of media which were saline, distilled water, thymol solution (0.1%), Hank's balanced salts solution (HBSS), ethanol (70%) and frozen at  $-20^{\circ}\text{C}$  for 25 and 125 days. In order to evaluate effects of each storage method, surface micro hardness (VHN) of enamel surface was measured before and after storage of specimens. Also, confocal laser scanning microscope (CLSM) and polarized light microscope (PLM) were used to observe the sagittal section of the enamel specimen.

**Results.** After storage for 25 days in the saline, distilled water, 0.1% thymol solution and HBSS media, the micro hardness of the enamel surface have decreased significantly ( $p < 0.01$ ). In contrast, storing teeth in 70% ethanol and freezing at  $-20^{\circ}\text{C}$  did not have significant difference in the micro hardness before and after storage. After storage for 125 days, only freezing at  $-20^{\circ}\text{C}$  showed no storage effect to the enamel surface.

**Conclusions.** It was concluded that 70% ethanol and freezing at  $-20^{\circ}\text{C}$  with no surface contact of water could be proper methods for storage of teeth in micro hardness study. So, we recommend that extracted teeth and tooth specimens should be shortly stored in the 70% ethanol for disinfection process, and then be stored with freezing temperature of  $-20^{\circ}\text{C}$  with no surface contact of water.

**Key Words:** bovine enamel surface, demineralized depth, microhardness, tooth storage method,  $-20^{\circ}\text{C}$ , 70% ethanol

**색인:** 미세경도, 우치 법랑질, 치아보관방법, 탈회깊이,  $-20^{\circ}\text{C}$ , 70% 에탄올

### 서론

치아우식학 연구 분야에서는 불소와 같은 재광화 유도 물질의 평가를 위해 발거된 사람 치아 및 소의 치아를

이용하여 실험실 상에서 치아우식증을 재현한다. 이러한 실험실 상에서의 치아의 탈회와 재광화를 평가하기 위해서는 특별한 시편 준비가 필요하다<sup>1-4)</sup>. 시편 제작을 위해서는 발거된 사람 또는 동물의 치아를 수거한 뒤, 실험을 위한 시편을 준비할 때까지 일정기간 동안 치아

투고일자: 2010. 12. 1, 심사일자: 2010. 12. 1, 게재확정일자: 2010. 12. 13

책임저자: 김백일, 연세대학교 치과대학 예방사회치과학교실, (120-752) 서울시 서대문구 성산로 250

Tel: 02-2228-3070, Fax: 02-392-2926, E-mail: drkbi@yuhs.ac

\*이 논문은 2010년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(R13-2003-013-05002-0).

를 보관하게 된다. 이때 보관하는 방법은 각 문헌에 따라 다양하게 나타나 있으며, 그러한 방법을 사용하는 근거는 아직 정립되지 않았다.<sup>5,6)</sup>

치아 또는 시편을 보관하는 과정은 보관 직전의 물리적 특성을 그대로 유지하거나 그것의 변화를 최소화하여야 한다. 이를 위해서 발거된 치아는 소독 또는 멸균의 과정을 거치기도 하고 체내 환경과 비슷한 환경에서 보관된다. 지금까지 알려진 보관 방법 중에 소독 및 멸균을 주된 목적으로 하는 보관 방법에는 autoclave, ethylene oxide, 감마 방사선, NaOCl, 0.01~0.1% chloramine, 70% ethanol, 10% formalin, 0.05% to 0.1% thymol 등이 있으며 세균 및 치아조직의 활성을 감소시키기 위해 냉동 보관하기도 한다. 또한 체내와 비슷한 환경에서 보관하기 위해 사용하는 방법에는 생리식염수, Hank's balanced salts solution (HBSS), 인공타액 등이 있으며, 실험실 상에서 편의를 위해 수돗물, 증류수에 보관하거나 상온에서 밀폐된 상태로 보관하기도 한다.<sup>7,8)</sup>

이러한 보관 방법의 특성, 보관용액의 화학적 특성, pH, 보관 기간 등에 따라 치아는 용해되거나 탈회 또는 재광화될 수 있기 때문에, 많은 연구자들이 치아에 대한 보관방법의 영향을 연구하였다<sup>7)</sup>. 하지만 보관 방법이 상아질의 투과도 및 결합강도에 미치는 영향을 평가한 논문이 대부분이며, 치아의 재광화 연구에서 주로 사용하는 법랑질에 미치는 영향에 대해 평가한 논문은 많지 않다. Habelitz 등<sup>9)</sup>은 치아보관용액이 법랑질과 상아질에 미치는 영향을 평가하기 위해 deionized water, CaCl<sub>2</sub> buffered saline solution, HBSS에 0, 1, 7, 14일 동안 보관하면서 Atomic force microscopy based nano-indentation을 평가하였지만, 치아보관기간이 짧고, 오직 3가지의 보관용액 만을 비교했다는 한계가 있다. 또한, Francescut 등<sup>8)</sup>은 4°C 하에서의 1% chloramine, 10% formalin, 0.02% thymol solution과 -20°C에서 발거된 치아를 2년 동안 보관하면서 일정시간 간격으로 Diagnodent를 이용하여 치아의 변화를 관찰하였다. 그러나 이 연구에 사용했던 장비는 미생물의 부산물인 phophyrin에 대한 상대적인 반응 수치였기 때문에 치아 표면에서 나타나는 미세한 광물질의 변화를 파악할 수는 없었다.

따라서 본 연구에서는 각종 치아보관방법과 기간이 치아의 법랑질 표면에 미치는 영향을 알아보고자 하였다. 이를 위해, 치아우식학 연구에서 주로 이용되는 다양

한 치아보관방법(식염수, 증류수, thymol, HBSS, ethanol, 냉동)을 이용하여 우치 법랑질 시편을 125일 동안 보관하였으며, 시편 표면에 미치는 영향을 미세경도와 편광현미경, 공초점레이저주사현미경을 이용하여 평가하였다. 따라서 본 연구의 최종 목적은 발거된 치아를 치아우식 실험에서 이용할 때, 치아의 원래 성질에 영향을 가장 덜 미치는 보관방법을 제안하는 것이다.

## 연구대상 및 방법

### 1. 치아시편의 준비

치아가 포함된 소의 상악을 수거한 후, 시편을 만들 때까지 부패방지를 위해 냉동 보관하였다. 맹출된 우전치의 치관 부위를 황으로 절단한 후, 3 mm 내부 직경의 홀이 있는 다이아몬드 드릴을 이용하여 치관의 협면으로부터 직경 3 mm의 법랑질 시편을 얻었다. 그리고 난 후, 아크릴릭 봉에 레진을 이용하여 법랑질 시편을 고정한 후 미세연마지와 회전연마기를 이용하여 법랑질 표면을 1,200 grit까지 편평하고 매끄럽게 연마하였다<sup>1)</sup>. 3 mm 시편을 채취하는 동안에는 증류수를 이용하였고 연마하는 동안에는 수돗물을 이용하였다. 최종적으로 96개의 치아 시편이 준비되었으며 각 군당 16개의 시편을 배분하였다.

### 2. 치아시편의 보관

본 연구에서 치아 시편의 보관을 위해서 치아우식학 연구분야에서 주로 사용되는 6가지 방법을 선정하였다 (Table 1). 이 중 5가지 방법은 보관용액에 침적 후, 4°C에서 냉장 보관하는 방법이었으며, 나머지 1가지 방법은 시편 그대로 -20°C에서 냉동 보관하는 방법이었다. 각각의 보관 방법에 따라 16개의 치아시편을 보관하였으며, 보관용액 80 mL에 16개의 시편을 동시에 침적하였다. 각 보관 방법에서 처음 25일 동안 보관한 후, 시편을 꺼내어 표면미세경도를 변화를 관찰하였으며, 이 시편들을 원래 보관 용액이 아닌 새로운 보관용액 80 mL에 100일 동안 보관하였다. 따라서, 각 군의 시편들은 최종적으로 125일 동안 보관되었다.

### 3. 시편의 변화 평가

보관 방법에 따른 시편의 변화를 관찰하기 위하여, 표

**Table 1.** Storage method used in this study

Groups	Storage methods	pH	Temperature
Saline	0.9% NaCl solution, CLEAN-2 <sup>®</sup> , Choongwae Pharma corp., South Korea	5.7	4°C
Distilled water	Milli Q <sup>®</sup> , Millipore Co., USA	5.7	4°C
0.1% thymol	Thymol, minimum 99.5% (C <sub>10</sub> H <sub>14</sub> O), Sigma-aldrich <sup>®</sup> , SIGMA-ALDRICH Inc., USA	7.1	4°C
HBSS	Hank's balanced salt solution with NaHCO <sub>3</sub> , Sigma <sup>®</sup> , SIGMA-ALDRICH COMPANY, UK	7.5	4°C
70% ethanol	Ethanol, absolute, 200 proof, 99.5% (C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O), Sigma-aldrich <sup>®</sup> , SIGMA-ALDRICH Inc., USA	7.6	4°C
Frozen	Refrigerator & freezer (SR-4384), Samsung Co., Korea		-20°C

**Table 2.** Vickers hardness number (VHN) values of each storage method (N=96)

Groups	N	Baseline	After 25 days		After 125 days		p-value*
			VHN	Delta %	VHN	Delta %	
Saline	16	309.1±26.2	198.7±31.8 <sup>a</sup>	35.7	81.3±18.6 <sup>A</sup>	73.7	0.000
HBSS	16	312.3±22.3	273.0±31.7 <sup>c</sup>	12.6	98.7±63.9 <sup>AB</sup>	68.4	0.000
Distilled water	16	313.6±22.8	221.2±26.1 <sup>b</sup>	29.5	110.9±24.2 <sup>BC</sup>	64.6	0.000
Thymol	16	307.1±29.6	216.3±28.1 <sup>ab</sup>	29.6	128.1±24.3 <sup>C</sup>	58.3	0.000
Ethanol	16	310.6±24.3	307.5±21.5 <sup>d</sup>	1.0	275.4±20.3 <sup>D</sup>	11.3	0.000
Frozen	16	304.4±35.5	312.5±38.8 <sup>d</sup>	-2.7	298.0±35.9 <sup>D</sup>	2.1	0.012

ABCD, abcd<sup>†</sup>The same character indicates no significant different at  $\alpha=0.05$  by one way ANOVA with Duncan's post hoc test  
 delta %: decreasing rate of VHN for baseline.

\*one way repeated measure ANOVA.

면미세경도기(Microhardness tester, MMT-3, JT Toshi Inc., Japan)와 공초점레이저주사현미경(Confocal laser scanning microscopy, CLSM, LSM 510 ver. 3, Carl Zeiss, Germany), 편광현미경(Polarized light microscopy, PLM, BX50F-3, Olympus, Japan)을 이용하였다. 법랑질 표면의 비커스 미세경도(Vickers hardness number, VHN)는 보관 직전, 25일 보관 후, 그리고 125일 보관 후에 각각 측정되었다. 시편 중앙에 대해서 상, 하, 좌, 우 4부위의 경도를 측정 후, 평균값을 시편의 대표 경도값으로 처리하였다.

CLSM과 PLM 관찰을 위해 125일 동안 보관한 시편 중 하나를 선택하여 시편을 수직으로 얇게 절단한 후, 연마지를 이용하여 약 100  $\mu$ m의 두께로 제작하였다. 우선 PLM을 이용하여 관찰한 후, 동일한 시편을 0.1% Rodamine B 용액을 이용하여 1시간 동안 염색한 후 CLSM을 이용하여 관찰하였다.

#### 4. 데이터 분석

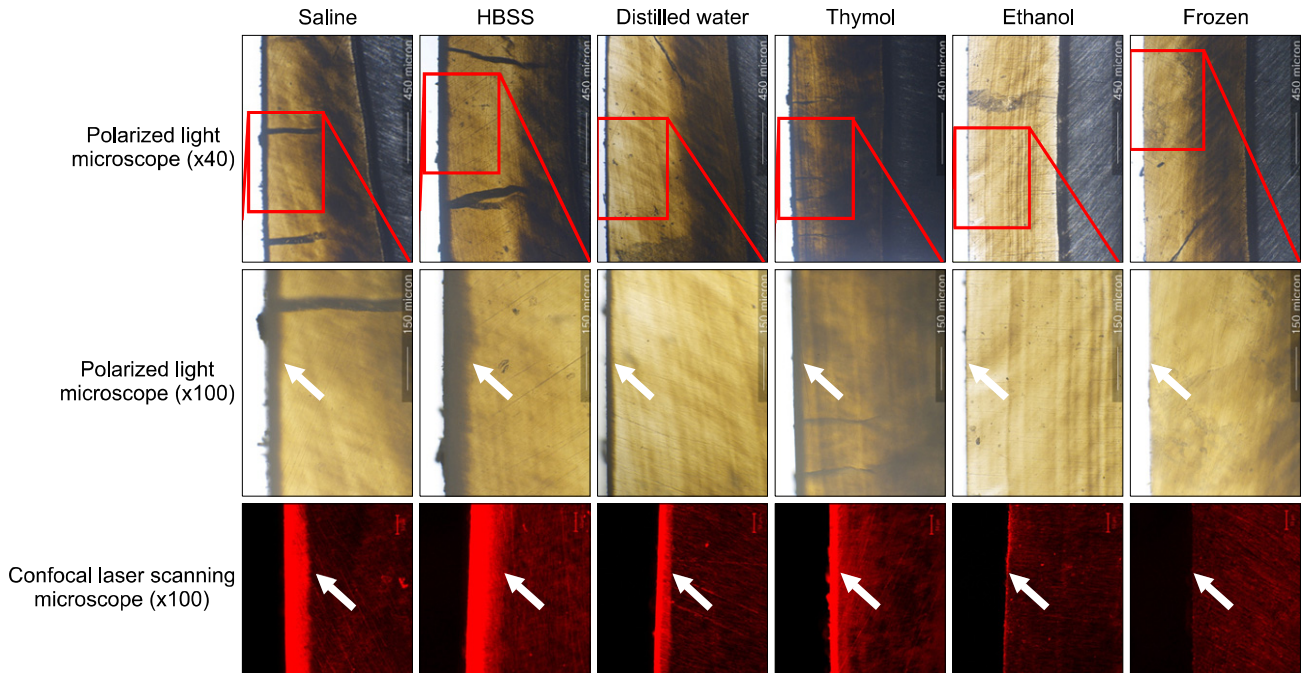
각 보관 방법에 따른 각 보관 기간에서의 시편의 미세

경도의 변화 차이를 평가하기 위하여 분산분석(ANOVA)을 시행하였으며, 보관 기간에 따른 차이를 평가하기 위하여 단일요인 반복측정 분산분석(one-way repeated measure ANOVA)을 시행하였다. 모든 통계분석은 SPSS 통계 패키지 프로그램(SPSS ver. 12.0, SPSS Inc., USA)을 이용하였다.

#### 연구성적

각 군에서의 초기 미세경도인 평균 VHN은 304.4에서 313.6 사이에 분포하였으며 각 군에서의 통계적인 차이는 없었다.

각 보관 방법에서 일정기간 동안 보관 후의 치아표면 미세경도의 측정값과 초기경도 대비 변화율은 **Table 2**와 같았다. 초기경도, 25일, 125일 보관 후 경도의 변화량을 일요인 반복측정 분산분석을 이용하여 보관기간에 따른 경도의 변화량을 분석한 결과 모든 보관방법에서 통계적으로 유의한 경도의 차이를 나타내었으며, 보관 기간이 증가함에 따라 치아의 물리적 성질은 변화하였다.



**Fig. 1.** Images of PLM (×40, ×100) & CLSM (×200) of slice sections of tooth specimen which was stored during 125 days (The white arrow means demineralized area of enamel).

각 보관 방법에서의 차이를 분석한 결과, 25일 동안 보관 후에 가장 큰 미세경도의 변화를 보인 것은 식염수였으며, 그 다음으로 thymol, 증류수, HBSS가 그 뒤를 따랐으며, 초기경도 대비 감소율은 각각 35.7%, 29.6%, 29.5%, 12.6%로 나타났다. 반면에 ethanol과 -20°C에서 보관한 경우에는 미세경도의 감소율은 1.0%, -2.7%로 나타났으며 두 군 간의 통계적인 차이는 없었다.

각 보관 방법에서 25일 동안 보관된 시편에 대해 경도를 평가한 후, 새로운 보관용액에 100일 동안 추가로 보관한 뒤 미세경도를 재평가한 결과 모든 보관방법에서 미세경도는 더욱 감소하였다. 특히 초기 경도 대비 감소율은 식염수, HBSS, 증류수, thymol에서 각각 73.7%, 68.4%, 64.6%, 58.3%로 급격히 증가하였다. 특히, 25일 보관 동안에는 경도의 변화를 나타내지 않았던 ethanol에서조차도 11.3%의 감소율을 나타냈다. 하지만 -20°C에서 보관한 경우에는 초기 경도 대비 감소율은 2.1%로 가장 작게 나타났다. 이들 시편 중 일부 시편의 수직단면을 CLSM과 PLM을 이용하여 관찰한 결과, 경도가 많이 감소한 식염수, HBSS, 증류수, thymol 보관 집단과 경도의 변화가 적었던 ethanol, -20°C 냉동 보관 집단과 탈회된 깊이의 차이가 존재함을 확인할 수 있었다(Fig. 1).

## 고안

발거된 치아의 보관방법을 선택할 때 우선 고려해야 할 점은 발거 전의 구강 내 치아의 상태를 그대로 유지할 수 있는 환경인지 여부이다. 지금까지 제안된 보관방법은 주로 치아의 멸균 및 고정, 습윤 조건 등의 이유로 특정 용액 속에 보관하는 것이었다. 하지만, 용액 보관시 치아와 주변 용액과의 무기질 이온 교환으로 인해 치아가 탈회될 수 있기 때문에, 치아를 장기간 보관할 때에는 보관방법에 의한 치아의 변화에 특히 주의하여야 한다. 또한 실험과정 중에도 치아 시편을 보관하게 되는데, 이때에도 표면의 물성은 보관방법과 기간에 따라 변할 수 있다.

치아보관 방법에 있어 수분과 무기질 이온의 역할은 매우 중요한 것으로 알려져 있다. 탈수(dehydration)는 상아질의 brittleness와 toughness를 감소시키고 인장 및 압축 강도를 증가시킬 뿐만 아니라 백악질의 경도와 탄성계수(elastic modulus)를 변화시킨다<sup>10)</sup>. 탈이온수 또한 법랑질과 상아질의 탄성계수와 경도를 보관 1일 만에 각각 20%와 30%를 감소시키며 1주일 후에는 50%까지 감소시

킨다<sup>9)</sup>. 또한 보관용액 속의 특정 성분 역시 치아의 물리적 성질을 변화시킬 수 있다. 10% 포르말린 용액에 2주 동안 보관한 후의 우식치아의 형광 정도는 thymol saline 보다 1.5배 증가하는 것으로 알려져 있으며<sup>11)</sup>, saline과 NaOCl에 24시간 동안 보관한 후의 우식치아의 형광 정도는 각각 77, 20% 감소시킨다고 알려져 있다<sup>8)</sup>.

치아보관방법이 법랑질, 상아질, 백악질의 물성에 미치는 영향을 평가한 연구는 다양하게 보고된 바 있다. 그러한 연구들에서 사용된 보관방법으로는 다양한 농도의 Miltons (NaOCl), ethanol, formalin, thymol, chloraime solution과 HBSS, saline, deionized water, distilled water, tap water, 그리고 건조, 냉동(-20°C) 보관 등이었으며, 보관 전후의 치아의 변화를 평가하는 방법은 미세경도, 탄성계수, 형광소실도, 상아질 투과도, 수복물과의 결합강도, 미세누출 정도 등으로 연구에 따라 다양하게 나타났다<sup>5-14)</sup>. 각 연구에서 제안하는 치아보관방법은 연구의 목적과 방법에 따라 상이하게 나타나기 때문에, 아직까지 가장 추천되는 보관방법은 없다.

치아는 구강 내에서 타액과 항상 접촉하고 있기 때문에 발거된 치아도 수분 유지를 위해 용액 속에 보관하는 것이 일반적으로 추천된다<sup>15)</sup>. 하지만 치아의 구성성분인 수산화인회석은 용액과 만났을 때, 칼슘, 인산, 수산화이온으로 용해되는 성질이 있기 때문에 보관 동안에 치아의 탈회 진행될 수 있다<sup>16,17)</sup>. 본 연구에 사용된 보관방법 중 5가지 방법은 용액에 보관하는 것이었으며, 25일과 125일 후에 경도를 측정한 결과 모든 용액에서 경도가 감소하였다. 이것은 수분과 치아가 접촉하였을 때, 수분에 의해서 수산화인회석 결정이 용해, 확산된 결과이며, 현미경 관찰 결과 치아 표면 하방으로부터의 미세랄 소실이 관찰되었다.

하지만 70% ethanol의 경우에는 초기 25일 보관 후까지는 경도의 유의한 변화가 나타나지 않았는데, 이것은 ethanol의 소독(disinfection), 고정(fixation), 탈수(dehydration) 성질에 의해 법랑질 표면의 유기물이 안정되어 치아의 무기질 교환이 적었기 때문으로 사료된다<sup>18)</sup>. 보관기간이 증가함에 따라 경도는 더 감소하였지만 다른 보관용액에 비해 그 감소정도는 현저하게 작았다. 이것은 용액 속의 무기질 이온의 포화도, 용액의 pH, 주요 구성성분의 작용 등 여러 가지 원인이 복합적으로 작용한 것으로 사료되며, ethanol이 보관용액으로 적절하다는 선

행연구<sup>7)</sup>의 결과와 크게 차이가 나지 않는다. 따라서 보관용액 중 ethanol이 치아의 법랑질 변화에 가장 덜 민감하며, 세균의 소독 기능을 함께 가지고 있기 때문에 치아 발거 후 주변조직 소독과 초기 보관에 적합한 것으로 사료된다.

또한, 수분과 접촉하지 않은 상태에서 냉동 보관된 법랑질의 경우에는 단기간, 장기간 보관 후에도 경도의 유의한 변화가 관찰되지 않았다. 본 결과는 -20°C가 치아 보관방법으로 적합하다고 보고한 선행 연구 결과<sup>8)</sup>를 뒷받침한다. 냉동 보관은 수분의 접촉이 없기 때문에 치아의 무기질 이온의 교환 가능성이 없으며, 냉동 보관으로 인해 치아 구조가 안정화되었고 외부의 활성 물질과의 접촉이 차단되었기 때문으로 사료된다. 일반적으로 -20°C는 특정 미생물의 배양을 보존하기 위해서 실험실에서 주로 사용하며, 정균(bacteriostatic) 효과가 있는 것으로 알려져 있다<sup>19)</sup>.

각 보관방법에서 125일 동안 보관된 치아 중 임의의 시편을 선정하여 약 100 μm 이하의 두께의 수직절단 시편을 만든 후, 편광현미경과 CLSM을 이용하여 법랑질의 탈회 깊이를 평가하였다. 경도가 가장 많이 감소한 HBSS와 식염수에 보관된 시편은 탈회 깊이가 크게 나타났으며, 경도의 변화가 가장 작은 70% ethanol, -20°C에 보관된 시편은 탈회 정도가 매우 작거나 전혀 나타나지 않았다. 따라서 보관방법은 시편의 표면 경도와 탈회깊이에 영향을 끼침을 알 수 있다.

임상 또는 실험실 환경에서는 발거된 치아 보관을 위해 편의적으로 식염수와 증류수를 사용하거나, 발거된 치아의 소독과 고정 효과를 위해 thymol 용액에 보관하는 경우가 많다. 하지만 이러한 용액에는 무기질 이온이 전혀 존재하지 않기 때문에 치아의 무기질 소실을 초래하여 치아의 무기질 함량을 변화시킬 수 있으므로 사용시 주의가 요구된다. HBSS는 세포의 생리적 삼투압과 유사하게 조절된 용액으로 세포의 단기간 기능유지에 적합하여, 치아 탈구 후 재이식 전까지의 임시보관 방법으로 추천되지만, 무기질 이온이 전혀 존재하지 않기 때문에 장기간의 치아보관에는 부적절하다고 사료된다.

본 연구의 제한점은 발거된 치아 그대로의 상태에서 표면경도를 측정할 수 없기 때문에 법랑질을 레진에 포매한 뒤 매끄럽게 연마한 시편을 실험에 사용하였다는 점이다. 비록 법랑질 시편과 발거된 자연치아와의 물

리적 특성의 차이가 존재할 수 있더라도, 편평하고 매끈한 법랑질 시편은 법랑질의 미세경도를 측정하는 것을 용이하게 하기 때문에 연구 디자인상 적절한 방법으로 판단되었다. 본 연구에 사용된 보관 용액 중 saline, HBSS는 시판되는 제품을 사용하였으며 70% ethanol, 0.1% thymol은 증류수를 용매로 하여 제조하였다. 이때 각 보관 용액에 대하여 pH를 동일하게 맞추지 않았기 때문에 치아의 탈회가 pH의 영향을 받았을 가능성이 있다. 하지만 각 보관용액의 pH는 그 용액의 고유특성이며 각 용액의 pH는 법랑질의 탈회가 시작되는 임계 pH인 5.5보다 높았기 때문에 낮은 pH에 의한 탈회는 우려되지 않았다. 또한 pH 조정 없이 사용하는 것이 일반적이기 때문에 본 연구에서는 그대로 사용하였다.

본 연구는 치아우식학 연구에서 주로 사용하는 치아 시편과 평가도구를 이용하여 6가지 보관방법에서 125일 동안 장기적으로 평가하였기 때문에 이전 연구보다 치아보관을 위한 실질적인 방법을 제공하였다고 사료된다. 처음 25일 동안에는 70% ethanol과 냉동 보관이 치아의 법랑질 표면에 미치는 영향이 없었으며, 125일 장기 보관 동안에는 냉동 보관만이 치아의 법랑질 표면에 미치는 영향이 없음을 확인하였다. 따라서 발거된 치아의 세척과 소독 효과를 위해 70% ethanol에서 단기간동안 보관하고, 이후 장기 보관을 위해서는  $-20^{\circ}\text{C}$  하에서 냉동 보관할 것을 권장한다.

## 결론

본 연구에서는 치아의 법랑질 표면의 물성에 가장 적은 영향을 미치는 치아보관 방법을 탐색하기 위해 치아우식학 분야에서 주로 이용되는 대표적인 치아보관방법 6가지를 선정하였으며, 표면미세경도, CLSM, PLM을 이용하여 보관 전후의 법랑질 표면의 변화를 단기간과 장기간으로 나누어 평가하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 각 보관방법에서 25일 동안 단기 보관한 뒤 법랑질 표면의 변화를 관찰한 결과, 70% ethanol 용액과  $-20^{\circ}\text{C}$  하에서 냉동 보관한 방법만이 법랑질 표면의 미세경도의 변화에 영향을 미치지 않았다.

2. 각 보관방법에서 125일 동안 장기 보관한 뒤, 법랑질 표면의 변화를 관찰한 결과,  $-20^{\circ}\text{C}$  하에서 냉동 보관한 방법만이 법랑질 표면의 미세경도와 CLSM, PLM 상

에 나타난 표면깊이의 변화에 영향을 미치지 않았다.

3. 식염수, 증류수, HBSS, thymol 용액을 이용한 치아보관방법은 25일 침적 후, 법랑질 표면의 미세경도를 유의하게 감소시키는 것으로 나타났다.

결론적으로, 발거된 치아의 보관을 위해서는 70% ethanol을 사용하여 세척과 소독을 시행한 뒤,  $-20^{\circ}\text{C}$  하에서의 냉동보관이 치아의 물성을 보존하는 가장 적합한 방법으로 사료되었다.

## 참고문헌

1. 홍석진, 박기철, Stookey GK. 인공우식 법랑질에 대한 불소함유 치약의 효과. 대한구강보건학회지 1996;20(1):1-10.
2. Silverstone LM. The effect of fluoride in the remineralization of enamel caries and caries-like lesions in vitro. J Public Health Dent 1982;42(1):42-53.
3. Nelson DG, Coote GE, Shariati M, Featherstone JD. High resolution fluoride profiles of artificial in vitro lesions treated with fluoride dentifrices and mouthrinses during pH cycling conditions. Caries Res 1992;26(4):254-262.
4. De Kloet HJ, Exterkate RA, Rempt HE, Ten Cate JM. *In vivo* bovine enamel remineralization and fluoride uptake from two dentifrices containing different fluoride concentrations. J Dent Res 1986;65(12):1410-1414.
5. Goodis HE, Marshall GW Jr, White JM, Gee L, Hornberger B, Marshall SJ. Storage effects on dentin permeability and shear bond strengths. Dent Mater 1993;9(2):79-84.
6. Haller B, Hofmann N, Klaiber B, Bloching U. Effect of storage media on microleakage of five dentin bonding agents. Dent Mater 1993;9(3):191-197.
7. Malek S, Darendeliler MA, Rex T, Kharbanda OP, Srivicharnkul P, Swain MV, et al. Physical properties of root cementum: part 2. Effect of different storage methods. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2003;124(5):561-570.
8. Francescut P, Zimmerli B, Lussi A. Influence of different storage methods on laser fluorescence values: a two-year study. Caries Res 2006;40(3):181-185.
9. Habelitz S, Marshall GW Jr, Balooch M, Marshall SJ. Nanoindentation and storage of teeth. J Biomech 2002;35(7):995-998.
10. Huang TJ, Schilder H, Nathanson D. Effects of moisture content and endodontic treatment on some mechanical properties of human dentin. J Endod 1992;18(5):209-215.
11. Shi XQ, Tranaeus S, Angmar-Månsson B. Validation of DIAGNOdent for quantification of smooth-surface caries: an in vitro study. Acta Odontol Scand 2001;59(2):74-78.
12. Rautiola CA, Craig RG. The micro-hardness of cementum and underlying dentine of normal teeth and teeth exposed to periodontal disease. J Periodontol 1961;32:113-123.
13. Clark GJ. An analysis of the physical properties of human dental cementum of premolar teeth using micro-indentation [thesis]. Sydney, Australia: University of Sydney; 1997.
14. Strawn SE, White JM, Marshall GW, Gee L, Goodis HE, Marshall SJ. Spectroscopic changes in human dentine exposed to

- various storage solutions-short term. J Dent 1996;24(6):417-423.
15. Jameson MW, Tidmarsh BG, Hood JA. Effect of storage media on subsequent water loss and regain by human and bovine dentine and on mechanical properties of human dentine *in vitro*. Arch Oral Biol 1994;39:759-767.
  16. Mika H, Bell LC, Kruger BJ. The role of surface reactions in the dissolution of stoichiometric hydroxyapatite. Arch Oral Biol 1976;21:697-701.
  17. Neiders ME, Weiss L, Cudney TL. An electrokinetic characterization of human tooth surfaces. Arch Oral Biol 1970;15:135-151.
  18. Moorer WR. Antiviral activity of alcohol for surface disinfection. Int J Dent Hyg 2003;1(3):138-142.
  19. Nolte WA. Oral Microbiology with Basic Microbiology and Immunology: Sterilization and disinfection. 4th ed. St Louis: Mosby Co;1982:55-87.