

## 연옥이 첨가된 콘택트렌즈 보관용기의 항아메바 효과 Amoebicidal Effect of Nephrite-containing Contact Lens Storage Case

정재우<sup>1</sup> · 이종헌<sup>1</sup> · 박성희<sup>2</sup> · 유학선<sup>2</sup> · 김윤경<sup>3</sup> · 이지은<sup>1,4</sup>

Jae Woo Jung, MD<sup>1</sup>, Jong Heon Lee, MD<sup>1</sup>, Sung Hee Park, BS<sup>2</sup>, Hak Sun Yu, PhD<sup>2</sup>,  
Yoon Kyung Kim, PhD<sup>3</sup>, Ji-Eun Lee, MD, PhD<sup>1,4</sup>

부산대학교 의학전문대학원 양산부산대학교병원 안과학교실<sup>1</sup>, 부산대학교 의학전문대학원 기생충학교실<sup>2</sup>, 부산여자대학교 안경광학과<sup>3</sup>,  
부산대학교 의학전문대학원 양산부산대학교병원 의생명융합연구소<sup>4</sup>

Department of Ophthalmology, Pusan National University Yangsan Hospital, Pusan National University School of Medicine<sup>1</sup>, Yangsan, Korea

Department of Parasitology, Pusan National University School of Medicine<sup>2</sup>, Yangsan, Korea

Department of Optometry, Busan Women's College<sup>3</sup>, Busan, Korea

Research Institute for Convergence of Biomedical Science and Technology, Pusan National University Yangsan Hospital, Pusan National University School of Medicine<sup>4</sup>, Yangsan, Korea

**Purpose:** To compare the amoebicidal effects of nephrite containing contact lens (CL) storage cases with conventional CL storage cases.

**Methods:** *Acanthamoeba lugdunensis* were inoculated onto 5% nephrite containing CL storage cases as well as conventional CL storage cases both with and without silicone hydrogel contact lenses (SHCLs). Then the amount of *Acanthamoeba* proliferation on CL storage cases and the number of adherent *Acanthamoeba* on SHCLs were determined and compared. The effects of multipurpose solution (MPS) with and without 1% or 5% nephrite solution on *Acanthamoeba* adhesion were analyzed.

**Results:** Nephrite containing CL storage cases showed more inhibitory effects on *Acanthamoeba* proliferation ( $p = 0.02$ ) and significantly reduced the number of adherent *Acanthamoeba* on SHCLs compared with conventional CL storage cases, regardless of SHCLs generation ( $p = 0.001$ ,  $p = 0.001$  and  $p < 0.001$ , respectively). The number of adherent *Acanthamoeba* on the first generation of SHCLs was significantly reduced by MPS with 1% and 5% nephrite solutions ( $p = 0.03$  and  $p = 0.004$ , respectively), but the numbers for the second and third generation SHCLs were not.

**Conclusions:** Nephrite could be used as a new additive component for CL storage cases and multipurpose solutions to improve the disinfection effects on *Acanthamoeba*.

J Korean Ophthalmol Soc 2017;58(5):509-515

**Keywords:** *Acanthamoeba*, Contact lens storage case, Multipurpose solution, Nephrite

가시아메바각막염은 드물게 발생하는 질환이었으나, 전 세계적으로 콘택트렌즈 사용이 보편화되면서 발생빈도가

급격하게 증가하게 되었다.<sup>1,2</sup> 가시아메바각막염은 모든 종류의 콘택트렌즈 사용자에서 발생할 수 있으며, 심각한 통증을 동반할 뿐만 아니라 시력 상실을 초래할 수 있는 심각한 감염성 안질환으로,<sup>3,4</sup> 감염 초기에 적절한 진단과 효과적인 치료가 매우 중요하다.

가시아메바에 의한 콘택트렌즈의 오염은 렌즈보관용기와 보존액 등의 부적절한 관리로 인해 소독이 충분히 이루어지지 않아 발생하게 되는데,<sup>5</sup> 소독액으로 살충되지 않은 가시아메바가 보관용기 안에서 콘택트렌즈에 부착된 후 렌

■ Received: 2017. 2. 2.      ■ Revised: 2017. 2. 28.

■ Accepted: 2017. 4. 18.

■ Address reprint requests to Ji-Eun Lee, MD, PhD

Department of Ophthalmology, Pusan National University  
Yangsan Hospital, #20 Geumo-ro, Mulgeum-eup, Yangsan  
50612, Korea

Tel: 82-55-360-2590, Fax: 82-55-360-2161

E-mail: Jiel75@hanmail.net

즈 착용 시 각막에 침투하여 감염성 각막염을 일으키는 것으로 알려져 있다.<sup>6</sup> 특히 감염에 노출될 수 있는 콘택트렌즈의 반복적 착용은 가시아메바각막염의 발생빈도를 높일 수 있게 되므로,<sup>7</sup> 이러한 감염 발생을 줄이기 위한 노력으로 살충효과를 가지는 보관용기 및 보존액을 개발 제작하여 제품화하고자 하는 연구들이 보고되고 있다. 국외에서는 보관용기의 제품화 과정에서 자체적인 항균효과를 가지게 하여 사용자의 안전성뿐 아니라 편의성을 확보할 수 있도록 한 연구들이 진행되고 있는데, 특히 은(Ag)은 광범위한 항균작용과 포유류의 세포에 독성이 적은 장점을 가지고 있어,<sup>8-10</sup> 은이 포함된 콘택트렌즈 보관용기의 효과를 보고한 바 있으나,<sup>11,12</sup> 국내에서는 이에 대한 연구가 전무한 실정이다. 보존액의 경우 최근 사용자의 편의를 극대화하면서 살균효과를 가진 다목적용액(multipurpose contact lens care solutions, MPSs)이 보편적으로 사용되고 있으나,<sup>13-15</sup> 여러 보고에서 다목적용액을 사용했음에도 불구하고 잠재적 감염 가능성을 제시한 바 있어, 이에 대한 사용자의 주의가 여전히 필요한 실정이다.<sup>16</sup>

옥(jade)은 경옥(jadeite)과 연옥(nephrite)으로 구별할 수 있는데 특히 연옥의 경우 인체에 유익한 3가지 광물 즉, 칼슘, 철분, 마그네슘 등을 주성분으로 하고 있어 연옥 착용 시 고혈압, 당뇨병 등의 심혈관계 질환에서 유익할 수 있음이 밝혀져 있고,<sup>17</sup> 연옥수와 연옥분을 이용한 실험에서 염증 유발 생체 인자들의 유전자 발현을 억제하는 약리효과가 보고된 바 있다.<sup>18</sup> 특히 세균성 내독소인 lipopolysaccharide (LPS)로 유발된 염증에서 유도되는 IL-1B, TNF- $\alpha$ , COX-2 및 iNOS 유전자 발현을 모두 현저하게 억제하는 효과는 연옥을 콘택트렌즈 보관용기나 다목적용액에 첨가하였을 때 광범위한 항균효과가 더해짐을 기대해 볼 수 있게 한다.<sup>18</sup>

이에 본 연구에서는 국내에서 최초로 구입이 비교적 용이하고 가공하기 쉬우며 인체에 무해한 것으로 알려진 연옥(nephrite)이 콘택트렌즈 보관용기와 보존액의 항균첨가물로서 가능성이 있는지에 대해 알아보고자 하였다.

## 대상과 방법

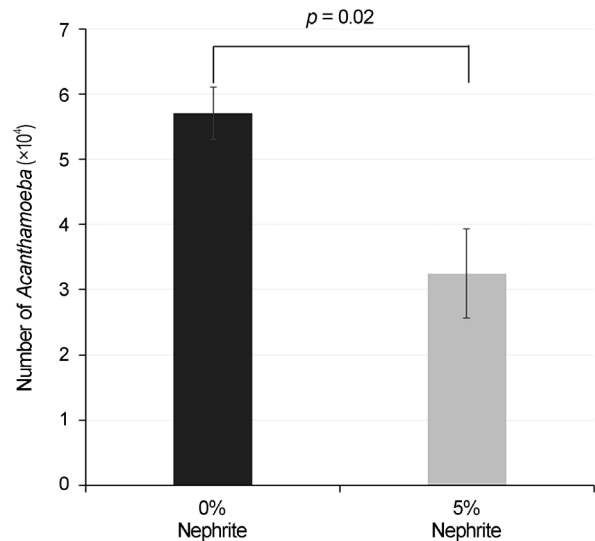
콘택트렌즈 보관용기는 전통적인 폴리에틸렌 재질의 보관용기를 사용하였으며, 전체 무게의 5%의 연옥이 균질하게 포함되게 보관용기를 제작하여 비교하였다. 콘택트렌즈는 1세대(Air Optix<sup>®</sup>, Alcon, Fort Worth, TX, USA), 2세대(Acuvue Oasys<sup>®</sup>, Johnson & Johnson, Jacksonville, FL, USA) 및 3세대(Biofinity<sup>®</sup>, Cooper vision, Southampton, UK) 실리콘하이드로겔렌즈를 구분하여 사용하였다. 다목적용액은 Opti-Free Express<sup>®</sup> (Alcon, Fort Worth, TX, USA)를 이용하

였으며, 이와 비교를 위한 연옥수는 나노 크기의 미세입자로 가공한 연옥분을 phosphate buffer saline (PBS)에 100 mg/mL 농도로 준비하여 pH 7.2로 보정한 후 24시간 보관하고, 이후 2,500 rpm에서 5분간 원심분리하여 얻은 상층액을 취한 후 1% 및 5%로 각각 희석된 용액을 만들었다.

가시아메바 각막염의 가장 흔한 균종으로 *Acanthamoeba castellanii* 및 *A. polyphaga*가 보고되어 있지만,<sup>8</sup> 국내에서는 *A. lugdunensis*가 콘택트렌즈 보관 용액에서 가장 흔히 발견되는 균종이므로 이를 사용하였다.<sup>9</sup> 콘택트렌즈 사용으로 인해 발생한 가시아메바각막염 환자에서 배양된 *A. lugdunensis*를 이용하여 Riboprinting 및 18S rDNA sequence analyses 방법으로 균주를 확인한 후,<sup>9-12</sup> 실온에서 peptone-yeast extract/glucose (PYG) 배지가 든 플라스크에서 배양하였다.

연옥이 포함된 용기와 일반 콘택트렌즈 보관용기에서 가시아메바 접종 후 증식 정도를 비교하기 위하여 균주  $1 \times 10^4$ /mL가 포함된 PBS 용액 2 mL를 각 보관용기에 접종한 후, 실온에서 24시간 동안 배양시켰다. 배양 후 상층액을 제거하였으며, 보관용기의 바닥에 부착된 가시아메바를 PBS 1 mL를 분주하여 떼어낸 후 혈구계산판(hemocytometer)을 이용하여 그 수를 측정하였다.

가시아메바가 콘택트렌즈에 부착되는 정도를 비교하기 위해, 각각의 보관용기에 1, 2 및 3세대 렌즈를 위치시킨 후, 2 mL PBS를 채워 넣고  $1 \times 10^4$ /mL의 가시아메바를 분주하였다. 실온에서 18시간 동안 배양된 렌즈를 PBS로 세척한 뒤 각 렌즈를 위상차현미경을 이용하여 16군데 촬영한 후 렌즈에 부착된 가시아메바 수를 측정하였다.



**Figure 1.** Number of *Acanthamoeba* on contact lens (CL) storage cases. CL storage cases containing 5% nephrite significantly reduced the numbers of *Acanthamoeba* compared with traditional CL storage cases.

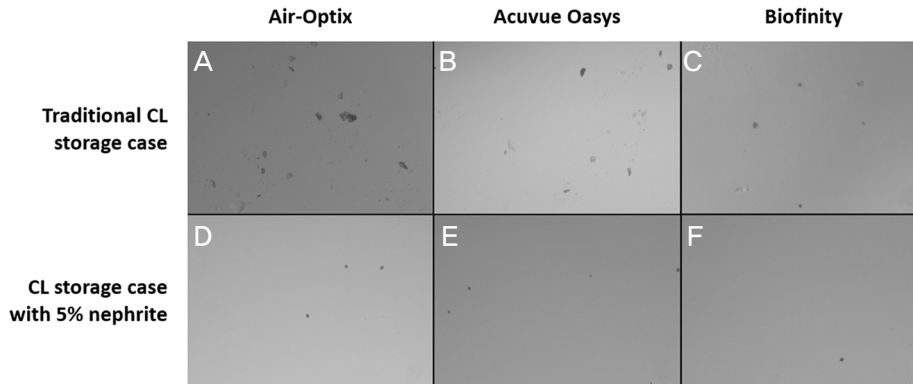
연옥수를 포함한 다목적용액과 기존의 다목적용액의 항아메바 효과를 비교하기 위해 각각의 용액을 기존의 콘택트렌즈 보관용기에 2 mL씩 채운 후 각각의 용기에 1, 2 및 3세대 렌즈를 넣고  $1 \times 10^4$ /mL의 가시아메바를 분주하였다. 실온에서 6시간 동안 배양한 후, 상기와 동일한 방법으로 렌즈에 부착된 가시아메바의 수를 비교하였다.

통계처리는 SPSS 18.0 for Windows (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) 통계 프로그램을 이용하였으며, 가시아메바의 개

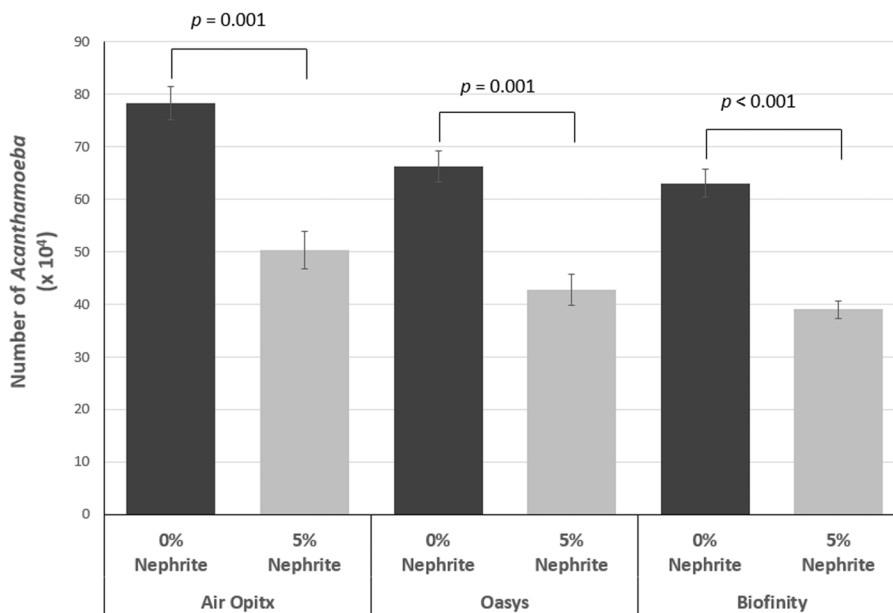
체수를  $t$  검정방법 및 analysis of variance (ANOVA) with the Scheffe test를 이용하여 비교하였다. 유의도는  $p$ 값이 0.05 미만인 경우를 통계학적으로 유의한 것으로 간주하였다.

## 결 과

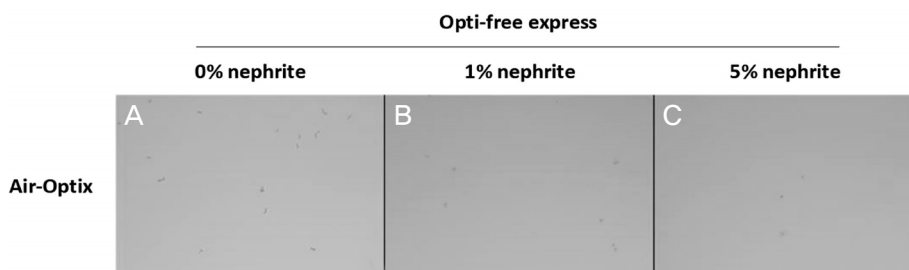
실온에서 24시간 동안 배양한 결과, 5% 연옥이 포함된 보관용기에서 일반 콘택트렌즈 보관용기보다 가시아메바 수가



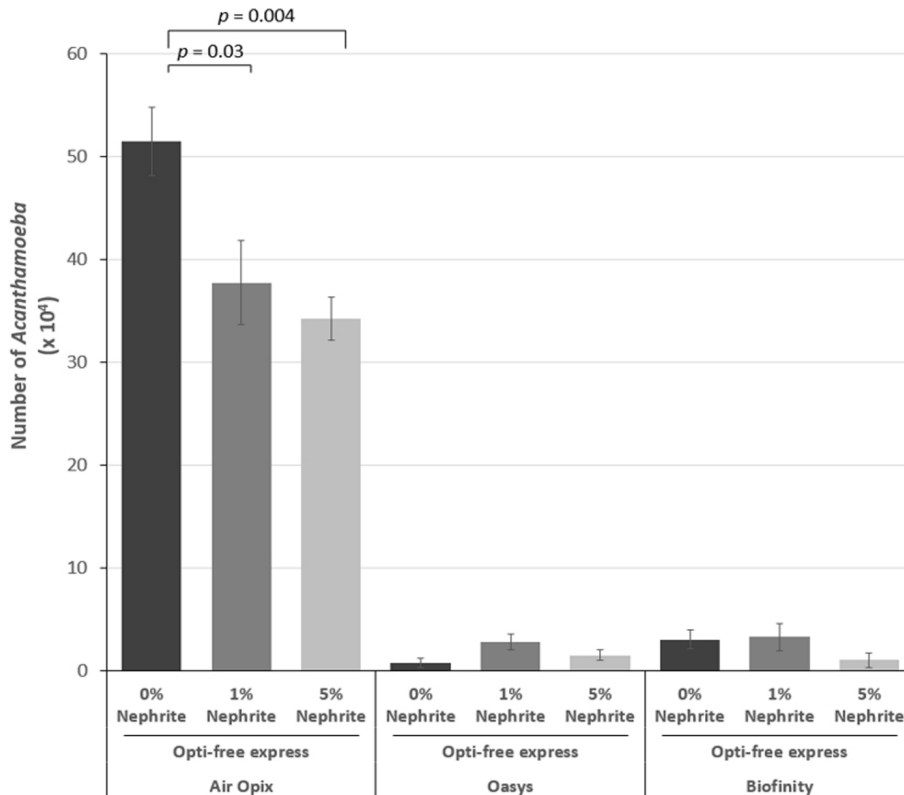
**Figure 2.** Phase contrast microscopic images of adherent *Acanthamoeba* trophozoites. (A-F) These pictures show the decreased number of *Acanthamoeba* adhering to all generations of silicone hydrogel contact lenses in contact lens (CL) storage cases containing 5% nephrite.



**Figure 3.** The number of *Acanthamoeba* adhering to contact lenses. The number of *Acanthamoeba* adhering to contact lenses in contact lens storage case containing 5% nephrite was significantly reduced compared with traditional contact lens storage case regardless of the generation of silicone hydrogel contact lenses.



**Figure 4.** Phase contrast microscopic images of adherent *Acanthamoeba* trophozoites. (A-C) The Opti-free express containing 1% or 5% nephrite solutions significantly reduced the adherence of *Acanthamoeba* trophozoites on Air-Optix compared with Opti-free express only.



**Figure 5.** Relationship of *Acanthamoeba* trophozoites adherence among contact lenses treated with multipurpose solution with and without 1% or 5% nephrite solution. In case of Air Optix, the effect of Opti-free express containing nephrite solutions on disinfection in terms of *Acanthamoeba* trophozoites were superior to that of Opti-free express only. *Acanthamoeba* trophozoite did not adhere to Oasys and Biofinity regardless of multipurpose solution with and without nephrite solutions.

유의하게 더 감소하였다(Fig. 1,  $p=0.02$ ). 각각의 보관용기에 1, 2 및 3세대 렌즈를 위치시킨 다음 가시아메바를 분주하여 배양한 결과, 일반 콘택트렌즈 보관용기보다(Fig. 2A-C) 5% 연옥이 포함된 보관용기에서(Fig. 2D-F) 콘택트렌즈에 부착된 가시아메바의 수가 낮게 측정되었다(Fig. 3, 각각  $p=0.001$ ,  $p=0.001$  및  $p<0.001$ ).

다목적용액을 처리한 콘택트렌즈 중 1세대 렌즈의 경우 1% 및 5% 연옥수를 포함한 다목적용액에서 기존의 다목적용액을 처리한 경우보다 부착된 가시아메바의 수가 각각 유의하게 낮은 수준으로 측정되었으며(Fig 4, 각각  $p=0.03$  및  $p=0.004$ ), 2세대(각각  $p=0.59$  및  $p=3.612$ ) 및 3세대(각각  $p=0.450$  및  $p=0.462$ ) 렌즈에서는 연옥수 포함여부에 관계없이 부착된 아메바 수가 적었고 유의한 차이는 관찰되지 않았다(Fig. 5).

## 고 찰

가시아메바각막염은 드물게 발생하는 질환이지만 외상이나 다른 원인이 없이도 콘택트렌즈 착용자에서 비교적 흔히 병발되고 있다.<sup>19</sup> 적절히 관리함에도 불구하고 살충되지 않은 가시아메바가 보관용기에 잔존해 있다가 콘택트렌즈에 흡착될 수 있으며, 이후 착용과정에서 각막내로 침투하여 각막염을 일으키게 되는데, 가시아메바각막염이 발생하게 되면 심한 통증과 눈부심이 발생하게 되고 적절한 시

기에 진단과 치료가 이루어지지 않으면 실명까지도 초래할 수 있다.<sup>3</sup> 콘택트렌즈 사용에 대한 교육과 세정 및 보관 용액의 발달로 이전에 비해 콘택트렌즈와 관련된 감염성각막염의 빈도는 현저하게 줄었으나, 콘택트렌즈 착용과 연관된 감염성 각막염은 여전히 보고되고 있고, 사용자가 적절한 방법으로 취급을 하더라도 콘택트렌즈 보관용기를 통한 감염에서 자유로워질 수 없음이 보고된 바 있다.<sup>20</sup>

가시아메바가 각막에 침투하는 가장 중요한 단계는 콘택트렌즈 표면에 가시아메바가 부착되는 과정으로, 렌즈에 부착될 수 있는 가시아메바를 미리 살충하거나 콘택트렌즈 표면처리를 통해 가시아메바 부착 정도를 낮출 수 있다면, 가시아메바각막염을 효과적으로 예방할 수 있을 것이다. 각막에 부착되는 가시아메바의 감염을 줄이기 위해 표면특성을 달리한 여러 세대의 실리콘하이드로겔렌즈가 개발되었는데, 2세대 및 3세대 렌즈가 1세대보다 함수율과 산소투과율이 높고, 부드러운 표면을 가지고 있어 가시아메바 영양형의 흡착이 유의하게 감소됨이 확인된 바 있다.<sup>21-25</sup> 보관용기에서도 은이 첨가된 보관용기가 상품화되어 영국에서는 2004년부터 사용되어 왔으며, 미국에서는 2005년부터 식품의약품처리의 승인을 받아서 판매되고 있는 실정이다. 그러나 국내에서는 살균효과를 위한 콘택트렌즈뿐 아니라 보관용기에 대한 연구는 전무한 실정므로, 본 연구에서는 기존에 항균효과가 보고된 바 있는 연옥을 콘택트렌즈 보

관용기에 일정농도로 균질하게 섞어 제작하여 그 항균 효과를 알아보았고 다목적용액에 첨가하여 항균효과가 극대화되는지를 비교해 보았다.

본 연구 결과, 연옥이 포함된 보관용기에서 가시아메바 증식 정도가 유의하게 감소되었을 뿐 아니라, 보관용기 내 1, 2 및 3세대 실리콘하이드로겔렌즈 모두에서 부착된 가시아메바 수가 통계적으로 유의하게 감소된 소견을 보였다. 콘택트렌즈 관련 감염성 각막염의 기전은 균이 렌즈에 부착되는 과정을 전제로 하므로,<sup>6</sup> 이러한 점을 고려한다면 렌즈에 부착되는 균의 개체수가 유의하게 감소된 소견은 콘택트렌즈 착용으로 인한 가시아메바각막염의 가능성을 현저히 낮춰줄 수 있는 소견으로 생각된다. 국외에서는 은을 첨가한 콘택트렌즈 보관용기를 통해 콘택트렌즈에 의한 감염성 각막염을 감소시켰다는 보고들이 있는데,<sup>11,12,26</sup> 대표적으로 MicroBlock<sup>®</sup> (CIBA Vision, Atlanta, GA, USA), i-clean<sup>®</sup> (Sauflon Pharmaceuticals Ltd., London, UK) 및 Nano-case<sup>®</sup> (Marietta Vision, Marietta, GA, USA)가 개발되어 상품화되어 있다. Dantam et al<sup>27</sup>은 이들의 항균효과를 비교한 연구에서 MicroBlock은 스테노트로포모나스 말토펠리아(*Stenotrophomonas maltophilia*)를 제외한 대부분의 그람음성균에서, i-clean은 황색포도상구균(*Staphylococcus aureus*)을 포함한 그람양성균에서, 그리고 Nano-case는 스테노트로포모나스 말토펠리아에서 뛰어난 항균효과를 보였다고 하였다.

콘택트렌즈에서의 가시아메바에 대한 살충효과는 습연 멸균을 통한 방법이 가장 효과적이며,<sup>28,29</sup> 과산화수소를 통한 방법도 효과적이라고 보고된 바 있지만,<sup>15,30</sup> 최근에는 구입이 용이하고 이용방법이 간단하고 편리한 다목적용액을 대부분 사용하고 있다. 다목적용액은 항균물질, 표면활성제, 완충성분, 점성유지물질, 킬레이트성분 등을 포함하고 있어 감염성 각막염을 낮출 수 있는 효과적인 성분으로 이루어져 있는데,<sup>31</sup> 최근에는 가시아메바 살충에 대한 효과들도 보고되고 있다.<sup>32-34</sup> Lee et al<sup>34</sup>은 실리콘하이드로겔렌즈에 다목적용액을 처리 후 2세대 및 3세대보다 1세대 렌즈에서 가시아메바 부착이 더 심했으며, 여러 종류의 다목적용액 중에서 myristamidopropyl dimethylamine (MAPD)을 포함한 Opti-Free Express가 polyhexamethylene biguanide (PHMB)나 4차암모늄중합물을 포함한 다목적용액들보다 콘택트렌즈에 부착되는 가시아메바 수를 탁월하게 감소시켰다고 보고하였다. 그러나 Opti-Free Express를 사용한 경우라 할지라도 1세대 렌즈에서는 여전히 콘택트렌즈에 부착되는 가시아메바의 수가 2세대 및 3세대 렌즈보다 유의하게 높았던 제한점이 있었으므로,<sup>34</sup> 본 연구에서는 다목적용액 중 가시아메바의 콘택트렌즈 부착 감소에 가장 효과

적이었던 Opti-Free Express를 사용하면서 연옥수를 첨가하여 1세대 렌즈에서 가시아메바 부착감소에 증대 효과가 있는지를 알아보았다. 1% 및 5% 연옥수가 포함된 경우 Opti-Free Express 단독사용보다 1세대 렌즈에 부착된 가시아메바 수가 의미있게 감소되었으며, 이는 향후 가시아메바 살충을 위한 다목적용액의 첨가성분으로서 연옥수의 가능성을 제시한 것으로 사료된다.

연옥은 각섬석군 광물의 변종인 acitinolite-tremolite 계열의 광물로서 조직이 치밀하고 강하지만 경옥보다 부드럽고 세공하기 쉬운 특성이 있다. 연옥분과 연옥수가 TNF- $\alpha$ , COX-2 및 iNOS 유전자 발현을 억제하여 염증반응을 줄여주고, 특히 1 mg/mL의 연옥은 세균성 내독소인 LPS로 유발된 염증에서 유도되는 IL-1B, TNF- $\alpha$ , COX-2 및 iNOS 유전자 발현을 모두 현저하게 억제하여 염증을 억제하는 효과가 있음이 보고된 바 있다.<sup>17,18</sup> 또한 Han et al<sup>35</sup>은 12-O-tetradecanoylphorbol-acetate (TPA)로 유발한 염증모델에서 10 mg 및 20 mg 농도의 연옥이 indomethacin (0.5 mg/20  $\mu$ L)과 유사한 염증억제효과를 보였으며 연옥의 농도가 증가할수록 높은 효능을 나타내고, 특히 10 mg 농도에서 가장 큰 염증억제 효능을 나타냄을 보고하였다. 이와 같은 연구를 통해 연옥이 각종 감염과 관련된 염증의 예방과 치료에 적용 가능할 것이며, 콘택트렌즈 보관용기나 보존액 등의 구성물질로서도 활용 가능할 것임을 기대해 볼 수 있겠다.

본 연구의 제한점으로는 현재까지 국내외에서 연옥의 가시아메바 살충효과에 대한 연구가 이루어진 바가 없어 연구결과에 대한 비교가 쉽지 않으며, 실리콘하이드로겔렌즈는 폴리머 중합체로서 다른 물질과 반응 시 그 물질을 흡수하거나 방출할 수 있는 것으로 알려져 있어 연옥 성분이 콘택트렌즈에 흡수될 경우 렌즈와 직접 맞닿는 각막상피세포의 안정성에 대한 평가가 이루어진 바가 없어 연옥의 안정성에 관한 후속연구가 진행되어야 할 것으로 사료된다.

결론적으로, 콘택트렌즈 사용자에서 빈번하게 발병하는 가시아메바각막염의 발생을 감소시키기 위한 방법으로 콘택트렌즈 보관용기 및 다목적용액에 연옥을 첨가할 경우 가시아메바의 증식 및 부착 정도를 감소시켜 가시아메바 살충효과가 증대됨을 확인할 수 있었다. 향후 각막상피세포에 대한 연옥의 안정성이 확보된다면, 연옥을 첨가한 콘택트렌즈 보관용기와 다목적용액을 통해 가시아메바각막염의 예방효과를 개선할 수 있을 것으로 사료된다.

## REFERENCES

- 1) Naginton J, Watson PG, Playfair TJ, et al. Amoebic infection of the

- eye. *Lancet* 1974;2:1537-40.
- 2) Wilhelmus KR. Introduction: the increasing importance of *Acanthamoeba*. *Rev Infect Dis* 1991;13 Suppl 5:S367-8.
- 3) Steinemann TL, Fletcher M, Bonny AE, et al. Over-the-counter decorative contact lenses: cosmetic or medical devices? A case series. *Eye Contact Lens* 2005;31:194-200.
- 4) Stehr-Green JK, Bailey TM, Visvesvara GS. The epidemiology of *Acanthamoeba* keratitis in the United States. *Am J Ophthalmol* 1989;107:331-6.
- 5) Lee SM, Choi YJ, Chung DI. Contamination of *Acanthamoeba* in contact lens care system. *J Korean Ophthalmol Soc* 1997;38:756-61.
- 6) Moore MB, Ubelaker J, Silvany R, et al. Scanning electron microscopy of *Acanthamoeba castellanii*: adherence to surface of new and used contact lenses and to human corneal button epithelium. *Rev Infect Dis* 1991;13 Suppl 5:S423.
- 7) Ramachandran L, Janakiraman D, Sharma S, Rao GN. Effect of time and washing on the adhesion of *Acanthamoeba* to extended wear disposable hydrogel contact lenses. *CLAO J* 1997;23:113-6.
- 8) Kanpolat A, Kalayci D, Arman D, Dürük K. Contamination in contact lens care systems. *CLAO J* 1992;18:105-7.
- 9) Radford CF, Woodward EG, Stapleton F. Contact lens hygiene compliance in a university population. *J Br Contact Lens Assoc* 1993;16:105-11.
- 10) Zhao G, Stevens SE Jr. Multiple parameters for the comprehensive evaluation of the susceptibility of *Escherichia coli* to the silver ion. *Biomaterials* 1998;19:27-32.
- 11) Amos CF, George MD. Clinical and laboratory testing of a silver-impregnated lens case. *Cont Lens Anterior Eye* 2006;29:247-55.
- 12) Vermeltfoort PB, Hooymans JM, Busscher HJ, van der Mei HC. Bacterial transmission from lens storage cases to contact lenses-Effects of lens care solutions and silver impregnation of cases. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2008;87:237-43.
- 13) Scheuer C, Zhao F, Erb T, Orsborn G. Multipurpose solutions and rates of biocidal efficacy. *Eye Contact Lens* 2009;35:88-91.
- 14) Imayasu M, Shimizu H, Shimada S, et al. Effects of multipurpose contact-lens care solutions on adhesion of *Pseudomonas aeruginosa* to corneal epithelial cells. *Eye Contact Lens* 2009;35:98-104.
- 15) Johnston SP, Sriram R, Qvarnstrom Y, et al. Resistance of *Acanthamoeba* cysts to disinfection in multiple contact lens solutions. *J Clin Microbiol* 2009;47:2040-5.
- 16) Kilvington S, Heaselgrave W, Lally JM, et al. Encystment of *Acanthamoeba* during incubation in multipurpose contact lens disinfectant solutions and experimental formulations. *Eye Contact Lens* 2008;34:133-9.
- 17) Lee JY, Seo BI, Lee IH, Park BJ. A mineralogical geochemical and oriental medical study on nephrite well waters. *J Science Education Kyungpook National University* 2001;25:43-52.
- 18) Yeom MJ, Choi BH, Han DO, et al. In vitro inhibition of pro-inflammatory mediator mRNA expression by nephrite in lipopolysaccharide-induced mouse macrophage cells. *Korean J Orient Physiol Pathol* 2004;18:1622-7.
- 19) Duguid IG, Dart JK, Morlet N, et al. Outcome of *acanthamoeba* keratitis treated with polyhexamethyl biguanide and propamidine. *Ophthalmology* 1997;104:1587-92.
- 20) Stapleton F, Dart JK, Seal DV, Matheson M. Epidemiology of *Pseudomonas aeruginosa* keratitis in contact lens wearers. *Epidemiol Infect* 1995;114:395-402.
- 21) Giraldez MJ, Serra C, Lira M, et al. Soft contact lens surface profile by atomic force microscopy. *Optom Vis Sci* 2010;87:E475-81.
- 22) Teichroeb JH, Forrest JA, Ngai V, et al. Imaging protein deposits on contact lens materials. *Optom Vis Sci* 2008;85:1151-64.
- 23) Beattie TK, Tomlinson A. The effect of surface treatment of silicone hydrogel contact lenses on the attachment of *Acanthamoeba castellanii* trophozoites. *Eye Contact Lens* 2009;35:316-9.
- 24) Omaña-Molina MA, González-Robles A, Salazar-Villatoro L, et al. Silicone hydrogel contact lenses surface promote *Acanthamoeba castellanii* trophozoites adherence: qualitative and quantitative analysis. *Eye Contact Lens* 2014;40:132-9.
- 25) Beattie TK, Tomlinson A, McFadyen AK. Attachment of *Acanthamoeba* to first- and second-generation silicone hydrogel contact lenses. *Ophthalmology* 2006;113:117-25.
- 26) Shayani Rad M, Khameneh B, Sabeti, et al. Antibacterial activity of silver nanoparticle-loaded soft contact lens materials: the effect of monomer composition. *Curr Eye Res* 2016;41:1286-93.
- 27) Dantam J, Zhu H, Stapleton F. Biocidal efficacy of silver-impregnated contact lens storage cases in vitro. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2011;52:51-7.
- 28) Kilvington S. Moist-heat disinfection of pathogenic *Acanthamoeba* cysts. *Lett Appl Microbiol* 1989;9:187-9.
- 29) Lindquist TD, Doughman DJ, Rubenstein JB, et al. *Acanthamoeba*-contaminated hydrogel contact lenses. Susceptibility to disinfection. *Cornea* 1988;7:300-3.
- 30) Hughes R, Kilvington S. Comparison of hydrogen peroxide contact lens disinfection systems and solutions against *Acanthamoeba polyphaga*. *Antimicrob Agents Chemother* 2001;45:2038-43.
- 31) Dutot M, Reveneau E, Pauloin T, et al. Multipurpose solutions and contact lens: modulation of cytotoxicity and apoptosis on the ocular surface. *Cornea* 2010;29:541-9.
- 32) Lee GH, Yu HS, Lee JE. Effects of multipurpose solutions on the adhesion of *Acanthamoeba* to rigid gas permeable contact lenses. *Ophthalmic Physiol Opt* 2016;36:93-9.
- 33) Moon EK, Park HR, Quan FS, Kong HH. Efficacy of Korean multipurpose contact lens disinfecting solutions against *Acanthamoeba castellanii*. *Korean J Parasitol* 2016;54:697.
- 34) Lee GH, Lee JE, Park MK, Yu HS. Adhesion of *Acanthamoeba* on silicone hydrogel contact lenses. *Cornea* 2016;35:663-8.
- 35) Han DO, Choi BH, Lee HJ, et al. In vivo studies on anti-inflammatory activity of nephrite. *Korean J Orient Physiol Pathol* 2005;19:977-81.

---

= 국문초록 =

## 연옥이 첨가된 콘택트렌즈 보관용기의 항아메바 효과

**목적:** 연옥이 첨가된 콘택트렌즈 보관용기의 항아메바 효과를 일반 콘택트렌즈 보관용기와 비교하였다.

**대상과 방법:** 5% 연옥을 첨가하여 제작된 콘택트렌즈 보관용기와 일반보관용기에서 가시아메바 증식 정도를 비교하였고, 각각의 보관용기에 실리콘하이드로겔렌즈를 보관한 후 가시아메바의 부착 정도를 비교하였으며, 1% 및 5% 연옥수를 포함한 다목적관리용액에 콘택트렌즈를 보관한 후 가시아메바의 부착 정도를 측정하여 다목적관리용액 단독에 보관한 경우와 비교하였다.

**결과:** 일반용기에 비해 연옥이 포함된 콘택트렌즈 보관용기에서 가시아메바의 개체수가 유의하게 감소하였고( $p=0.02$ ), 1, 2 및 3세대 렌즈를 보관했을 경우에도 콘택트렌즈에 부착된 가시아메바 수가 각각 유의하게 감소하였다(각각  $p=0.001$ ,  $p=0.001$ , 및  $p<0.001$ ). 1% 및 5% 연옥수를 포함한 다목적관리용액을 사용하였을 때 다목적관리용액 단독에 비해 1세대 렌즈의 경우 부착된 가시아메바 개체수가 유의하게 감소하였으나(각각  $p=0.03$  및  $p=0.004$ ), 2 및 3세대 렌즈에서는 유의한 차이를 보이지 않았다(각각  $p=0.59$  및  $p=3.612$ 와  $p=0.450$  및  $p=0.462$ ).

**결론:** 연옥이 포함된 콘택트렌즈 보관용기와 연옥수는 향후 실리콘하이드로겔렌즈에 의한 가시아메바 감염을 효과적으로 감소시킬 수 있는 차세대 물질로서 가능성이 있을 것으로 사료된다.

〈대한안과학회지 2017;58(5):509-515〉

---