

연옥이 첨가된 콘택트렌즈 보관용기의 항아메바 효과

Amoebicidal Effect of Nephrite-containing Contact Lens Storage Case

정재우¹ · 이종헌¹ · 박성희² · 유학선² · 김윤경³ · 이지은^{1,4}

Jae Woo Jung, MD¹, Jong Heon Lee, MD¹, Sung Hee Park, BS², Hak Sun Yu, PhD²,
Yoon Kyung Kim, PhD³, Ji-Eun Lee, MD, PhD^{1,4}

부산대학교 의학전문대학원 양산부산대학교병원 안과학교실¹, 부산대학교 의학전문대학원 기생충학교실², 부산여자대학교 안경광학과³,
부산대학교 의학전문대학원 양산부산대학교병원 의생명융합연구소⁴

Department of Ophthalmology, Pusan National University Yangsan Hospital, Pusan National University School of Medicine¹, Yangsan, Korea

Department of Parasitology, Pusan National University School of Medicine², Yangsan, Korea

Department of Optometry, Busan Women's College³, Busan, Korea

Research Institute for Convergence of Biomedical Science and Technology, Pusan National University Yangsan Hospital, Pusan National University School of Medicine⁴, 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.^{1,2} 가시아메바각막염은 모든 종류의 콘택트렌즈 사용자에서 발생할 수 있으며, 심각한 통증을 동반할 뿐만 아니라 시력 상실을 초래할 수 있는 심각한 감염성 안질환으로,^{3,4} 감염 초기에 적절한 진단과 효과적인 치료가 매우 중요하다.

가시아메바에 의한 콘택트렌즈의 오염은 렌즈보관용기와 보존액 등의 부적절한 관리로 인해 소독이 충분히 이루어지지 않아 발생하게 되는데,⁵ 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

© 2017 The Korean Ophthalmological Society

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

즈 착용 시 각막에 침투하여 감염성 각막염을 일으키는 것으로 알려져 있다.⁶ 특히 감염에 노출될 수 있는 콘택트렌즈의 반복적 착용은 가시아메바각막염의 발생빈도를 높일 수 있게 되므로,⁷ 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,⁸⁻¹⁰ 은이 포함된 콘택트렌즈 보관용기의 효과를 보고한 바 있으나,^{11,12} 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,¹³⁻¹⁵ 여러 보고에서 다목적용액을 사용했음에도 불구하고 잠재적 감염 가능성을 제시한 바 있어, 이에 대한 사용자의 주의가 여전히 필요한 실정이다.¹⁶

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,¹⁷ 연옥수와 연옥분을 이용한 실험에서 염증 유발 생체 인자들의 유전자 발현을 억제하는 약리효과가 보고된 바 있다.¹⁸ 특히 세균성 내독소인 lipopolysaccharide (LPS)로 유발된 염증에서 유도되는 IL-1B, TNF-a, COX-2 및 iNOS 유전자 발현을 모두 현저하게 억제하는 효과는 연옥을 콘택트렌즈 보관용기나 다목적용액에 첨가하였을 때 광범위한 항균효과가 더해짐을 기대해 볼 수 있게 한다.¹⁸

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

대상과 방법

콘택트렌즈 보관용기는 전통적인 폴리에틸렌 재질의 보관용기를 사용하였으며, 전체 무게의 5%의 연옥이 균질하게 포함되게 보관용기를 제작하여 비교하였다. 콘택트렌즈는 1세대(Air Optix[®], Alcon, Fort Worth, TX, USA), 2세대(Acuvue Oasys[®], Johnson & Johnson, Jacksonville, FL, USA) 및 3세대(Biofinity[®], Cooper vision, Southampton, UK) 실리콘하이드로겔렌즈를 구분하여 사용하였다. 다목적용액은 Opti-Free Express[®] (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,⁸ 국내에서는 *A. lugdunensis*가 콘택트렌즈 보관 용액에서 가장 흔히 발견되는 균종이므로 이를 사용하였다.⁹ 콘택트렌즈 사용으로 인해 발생한 가시아메바각막염 환자에서 배양된 *A. lugdunensis*를 이용하여 Ribotyping 및 18S rDNA sequence analyses 방법으로 균주를 확인한 후,^{9,12} 실온에서 peptone-yeast extract/glucose (PYG) 배지가 든 플라스크에서 배양하였다.

연옥이 포함된 용기와 일반 콘택트렌즈 보관용기에서 가시아메바 접종 후 증식 정도를 비교하기 위하여 균주 1×10^4 /mL 가 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 1×10^4 /mL의 가시아메바를 분주하였다. 실온에서 18시간 동안 배양된 렌즈를 PBS로 세척한 뒤 각 렌즈를 위상차현미경을 이용하여 16군데 촬영한 후 렌즈에 부착된 가시아메바 수를 측정하였다.

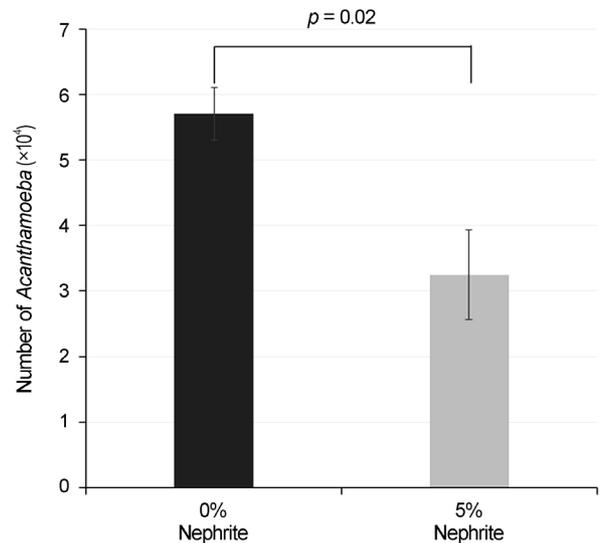


Figure 1. Number of *Acanthamoeba* on contact lens (CL) storage cases. CL storage cases containing 5% nephrite significantly reduced the numbers of *Acanthamoeba* compared with traditional CL storage cases.

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 1×10^4 /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

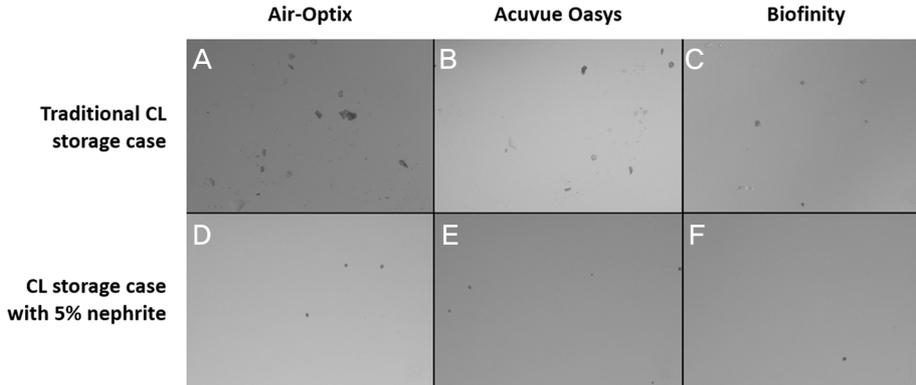


Figure 2. Phase contrast microscopic images of adherent *Acanthamoeba* trophozoites. (A-F) These pictures show the decreased number of *Acanthamoeba* adhering to all generations of silicone hydrogel contact lenses in contact lens (CL) storage cases containing 5% nephrite.

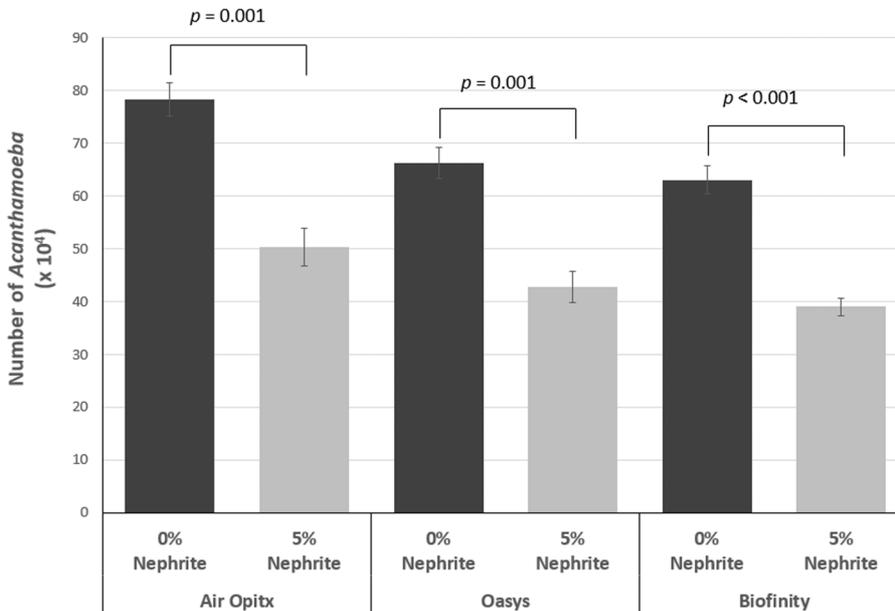


Figure 3. The number of *Acanthamoeba* adhering to contact lenses. The number of *Acanthamoeba* adhering to contact lenses in contact lens storage case containing 5% nephrite was significantly reduced compared with traditional contact lens storage case regardless of the generation of silicone hydrogel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

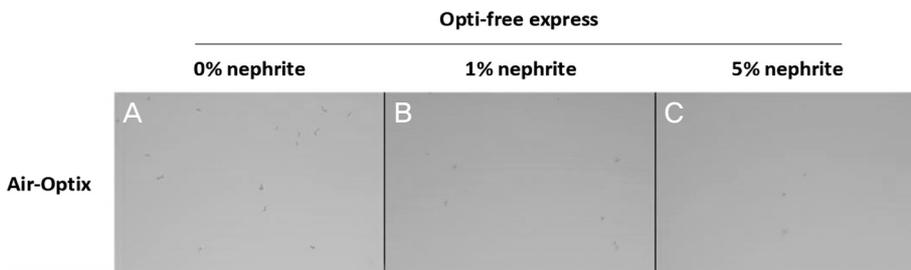


Figure 4. Phase contrast microscopic images of adherent *Acanthamoeba* trophozoites. (A-C) The Opti-free express containing 1% or 5% nephrite solutions significantly reduced the adherence of *Acanthamoeba* trophozoites on Air-Optix compared with Opti-free express only.

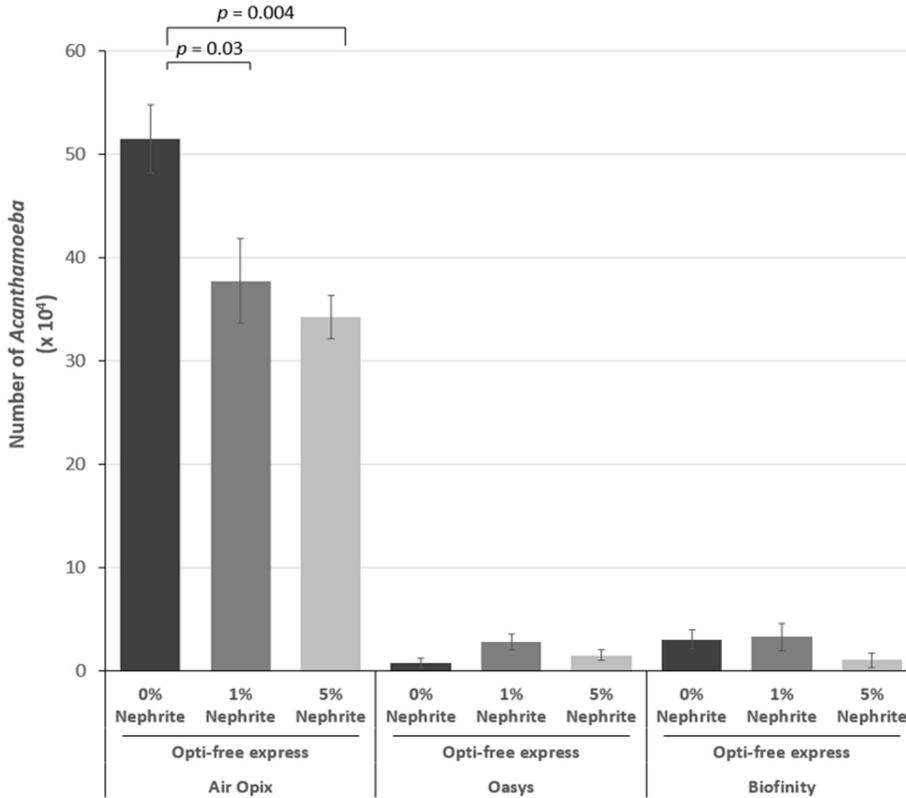


Figure 5. Relationship of *Acanthamoeba* trophozoites adherence among contact lenses treated with multipurpose solution with and without 1% or 5% nephrite solution. In case of Air Opitx, the effect of Opti-free express containing nephrite solutions on disinfection in terms of *Acanthamoeba* trophozoites 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 관계 없이 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.¹⁹ 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.³ 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.²⁰

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 산소 투과율이 높고, 부드러운 표면을 가지고 있어 가시아메바 영양형의 흡착이 유의하게 감소됨이 확인된 바 있다.²¹⁻²⁵ 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,⁶ 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,^{11,12,26} 대표적으로 MicroBlock[®] (CIBA Vision, Atlanta, GA, USA), i-clean[®] (Sauflon Pharmaceuticals Ltd., London, UK) 및 Nano-case[®] (Marietta Vision, Marietta, GA, USA)가 개발되어 상품화되어 있다. Dantam et al²⁷은 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,^{28,29} 과산화수소를 통한 방법도 효과적이라고 보고된 바 있지만,^{15,30} 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,³¹ 최근에는 가시아메바 살충에 대한 효과들도 보고되고 있다.³²⁻³⁴ Lee et al³⁴은 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,³⁴ 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 acitnolite-tremolite 계열의 광물로서 조직이 치밀하고 강하지만 경옥보다 부드럽고 세공하기 쉬운 특성이 있다. 연옥분과 연옥수가 TNF- α , COX-2 및 iNOS 유전자 발현을 억제하여 염증반응을 줄여주고, 특히 1 mg/mL의 연옥은 세균성 내독소인 LPS로 유발된 염증에서 유도되는 IL-1B, TNF- α , COX-2 및 iNOS 유전자 발현을 모두 현저하게 억제하여 염증을 억제하는 효과가 있음이 보고된 바 있다.^{17,18} 또한 Han et al³⁵은 12-O-tetradecanoylphorbol-acetate (TPA)로 유발한 염증모델에서 10 mg 및 20 mg 농도의 연옥이 indomethacin (0.5 mg/20 μ 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 맞는 각막상피세포의 안정성에 대한 평가가 이루어진 바가 없어 연옥의 안정성에 관한 후속연구가 진행되어야 할 것으로 사료된다.

결론적으로, 콘택트렌즈 사용자에서 빈번하게 발생하는 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, Silvary 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〉
