

## 다목적 용액 및 세척제를 이용한 RGP 렌즈 소독방법의 비교

박미정 · 곽재숙 · 박상민

서울산업대학교 안경광학과  
(2007년 7월 25일 받음, 2007년 8월 18일 수정본 받음)

본 연구는 RGP 렌즈용 다목적용액과 세척제를 이용한 RGP 렌즈 관리방법의 정립을 위해 수행하였다. 각 RGP 렌즈를 녹농균주 용액에서 배양한 후 RGP 렌즈용 다목적용액과 계면활성제 성분이 함유된 세척제로 처리한 후 렌즈에 남아있는 녹농균 수를 측정하였다. 30분 동안 다목적 용액에 침윤시키는 것만으로도 녹농균의 수가 50% 감소되었다. 4시간 동안 침윤시켰을 경우는 95%의 균이 제거되었으며, 6시간 동안 침윤시켰을 경우 녹농균이 검출되지 않았다. 세척제만을 사용하여 관리한 경우에는 79%의 녹농균이 제거되어 세척제를 사용하는 것이 30분간 침윤시키는 것보다 소독효과가 월등하다는 것을 확인할 수 있었다. 세척제를 사용한 후 30분간 RGP 렌즈용 다목적 용액에 침윤하였을 때의 녹농균의 수는 30분간 다목적 용액으로 침윤만 하였을 때의 녹농균 수의 36%에 불과하여 짧은 시간 동안 침윤에 의한 소독효과와 미비가 세척제를 이용한 관리로 크게 향상될 수 있음을 알 수 있었다.

**주제어:** RGP 렌즈, 녹농균, 콘택트렌즈 관리방법, 다목적 용액, 세척제

### 서 론

콘택트렌즈는 전세계적으로 약 85백만 명이 착용하고 있으며<sup>[1]</sup>, 착용 인구가 계속해서 증가 추세에 있다. 그러나 시력 교정 도구로서는 성공적이나 직접 각막과 접촉하므로 콘택트렌즈 착용은 여러 가지 부작용을 유발하게 되며 이를 최소화시키기 위해 많은 연구가 진행되고 있다.<sup>[2-7]</sup>

콘택트렌즈 착용과 관련된 심각한 부작용 중의 하나는 감염성 각막염이며 주 원인균은 녹농균으로 알려져 있다.<sup>[8-10]</sup> 감염성 각막염의 발생비율은 RGP 렌즈 매일 착용시 0.0148%, 소프트콘택트렌즈 매일 착용시 0.035-0.04%, 소프트콘택트렌즈 연속 착용시 0.2%로 콘택트렌즈를 착용하지 않은 경우보다 더 클 뿐만 아니라 이를 개선하기 위한 많은 연구와 노력에도 불구하고 상황은 개선되고 있지 않다.<sup>[11]</sup>

각막염은 렌즈 착용 습관, 렌즈 보관 및 관리시 위생 상태, 렌즈 관리 용액의 오염 여부, 착용자의 올바른 렌즈 관리 시행 여부에 따라 발생 빈도가 크게 달라질 수 있다. 과거의 한 연구에서 렌즈 사용자의 26%만이 지시한대로의 렌즈 관리방법을 따르는 것으로 나타나 착용자들에게 적절한 관리방법을 지도하는 것에 대한 어려움을 짐작할 수 있다.<sup>[12]</sup> 더군다나 현재와 같이 수많은 관리용품과 렌

즈관리방법들이 범람하고 있는 때에는 콘택트렌즈 착용자가 적절한 기능을 가진 관리용품을 이용하여 정확한 방법으로 콘택트렌즈를 관리하도록 하는 것이 무엇보다 중요하다고 할 수 있다.

과거에는 RGP 렌즈 관리시 세척, 행균, 소독, 보관 과정에 각각 서로 다른 세척액을 사용하였으나 최근에는 이 모든 기능이 혼합되어 있는 다목적 용액이 널리 사용되고 있다. 그러나 사람의 눈에 직접 접촉할 수 밖에 없는 다목적 용액은 소독이나 보관시 사용되는 소독 성분의 종류 및 농도에 제한이 있을 수 밖에 없어 일정시간 이상의 소독시간이 요구되고 있다.<sup>[13]</sup> 그러나 대부분의 RGP 콘택트렌즈 착용자들은 콘택트렌즈를 다목적 용액에서의 일정시간 이상의 침윤하지 않고 사용하였을 경우에 나타나는 문제점과 소독 시간의 미비시 이를 해결할 방안에 대해서도 제대로 인지하지 못하고 있다.

따라서 본 연구에서는 감염성 각막염의 주원인인 녹농균을 RGP 렌즈에 감염시키고, 소독을 위해 6시간동안 침윤시키는 것으로 권장하고 있는 RGP 렌즈 다목적 용액에서 권장 시간보다 짧은 시간동안 침윤하였을 때의 소독효과를 비교하였다. 또한 다목적용액을 사용하기 전에 세척제를 사용하는 것이 소독에 어떠한 영향을 미치는지를 알아보아, RGP 렌즈로 인한 감염성 각막염을 최소화하기 위해 가장 효과적인 렌즈 관리법을 제시하고자 하였다.

## 연구의 대상 및 방법

### 1. 시약 및 재료

실험에 사용된 tryptic soy broth(TSB), 혈액한천배지는 Difco사의 제품을, 녹농균은 ATCC의 표준균주(ATCC 27853, American Type Culture Collection, Manassas, USA)를, RGP 렌즈 다목적 용액 및 세척제는 Allergan 사(Ireland)의 제품을 사용하였다. RGP 렌즈는 fluoro siloxane acrylate 재질의 렌즈(바슈롭, USA)를 사용하였다.

### 2. RGP 렌즈에 녹농균 배양<sup>14)</sup>

24-well 세균 배양 플레이트에 한 well당 TSB 0.9 ml와  $10^8$  CFU/mm<sup>3</sup> 녹농균 배양액 0.1 ml를 혼합한 후 RGP 렌즈를 충분히 잠기도록 넣었다. 24시간 동안 배양기(Fisher Scientific, USA)안에서 배양한 후 이 렌즈를 실험에 이용하였다.

\*CFU(Colony forming unit): 세균집락수 농도단위

### 3. 소독 방법에 따른 실험군의 분류

렌즈는 각각 5개씩 7개의 실험군으로 나누었다. 다목적 용액에는 렌즈가 충분히 잠기도록하여 침윤시켰으며 세척제를 사용시에는 30초간 렌즈 전후면을 문질러 주었다. 아무런 렌즈관리법을 실시하지 않은 대조군을 Group A로 하였으며, 세척제에 30초간 문지르기만을 한 렌즈를 Group A-1로 하였다. 30분간 RGP 렌즈 다목적 용액에 침윤한 렌즈를 Group B로, 세척제로 처리한 후 30분간 다목적 용액으로 침윤한 렌즈는 Group B-1로 하였다. 4시간 동안 다목적용액에 침윤한 렌즈는 Group C로, 세척제로 처리한 후 4시간동안 침윤한 렌즈는 Group C-1로 하였다. 또한 6시간동안 다목적 용액에 침윤한 렌즈는 Group D로, 세척제로 처리한 후 6시간 동안 침윤한 렌즈는 Group D-1로 하였다. 처리가 끝난 각 실험군의 렌즈를 각각 phosphate buffered saline(PBS)용액 3 ml가 들어있는 시험관으로 옮긴 후 sonicator를 이용하여 렌즈 위에 붙어 있는 녹농균들이 분리되도록 하였다. 균이 떨어져 나온 PBS 용액을 50배 및 100배로 희석하여 혈액한천배지에 심은 후 24시간동안 배양하여 세균집락수를 세었다. 50배와 100배로 희석한 혈액한천배지에서 각각 자란 세균집락수를 평균하여 평균 세균집락수를 구한 뒤 대조군과 실험군을 비교하였다.

### 4. 통계처리

실험결과는 mean±S.D.로 표시하였으며, 대조군과 각 실험군들의 세균집락수의 차이 여부는 T-test에 의해 유의성을 검정하여 p<0.05인 결과를 얻었을 때 유의성이 있는

것으로 하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. RGP 렌즈 다목적 용액에 침윤시키는 시간에 따른 소독력의 차이

RGP 렌즈 다목적 용액에 침윤시키는 시간을 달리한 후 렌즈에 남아있는 녹농균의 수를 측정하였다(Fig. 1). 다목적 용액으로 처리하지 않은 대조군인 Group A는 1개의 렌즈 당 평균 387 CFU/mm<sup>3</sup>가 검출되었으며, 30분 동안 다목적 용액에 침윤시킨 Group B는 192 CFU/mm<sup>3</sup>이었다. 단 30분의 침윤으로도 전체 균의 50%가 감소되었다. 4시간 동안 침윤시킨 Group C는 18 CFU/mm<sup>3</sup>로 남아있는 균의 수가 Group A의 5%에도 미치지 못하였다. 6시간 동안 침윤시킨 Group D에서는 녹농균이 검출되지 않아 다목적 용액의 침윤 시간에 따라 소독 효과가 크게 차이가 남을 알 수 있었다.

### 2. 세척제 이용시 소독 효과의 차이

#### 1) 세척제만을 사용하였을 경우

렌즈를 관리할 때 세척제의 사용 여부에 따른 소독효과 차이를 알아보기 위해 렌즈를 RGP 렌즈 다목적용액에 침윤하지 않고 30초간만 문지른 후 녹농균의 수를 측정하였다.

세척제로만 30초 동안 문지르기를 한 Group A-1은 1개의 렌즈 당 평균 81 CFU/mm<sup>3</sup>로 아무런 처리를 하지 않은 대조군인 Group A의 21%에 불과하였다(Fig. 2). 즉 세척제를 사용하는 것만으로도 79%의 균이 제거되어 콘택

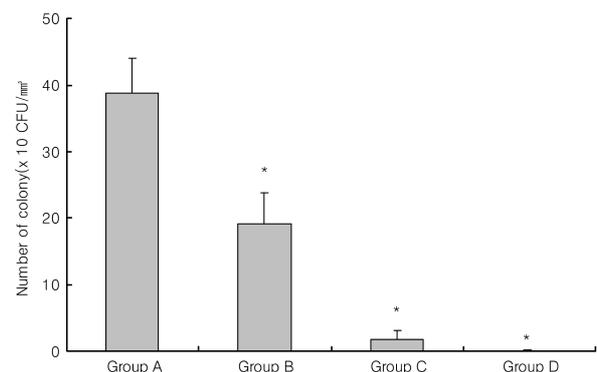


Fig. 1. The number of *P. aeruginosa* depending on soaking time in RGP lens multi-purpose solution

Group A; non-treated

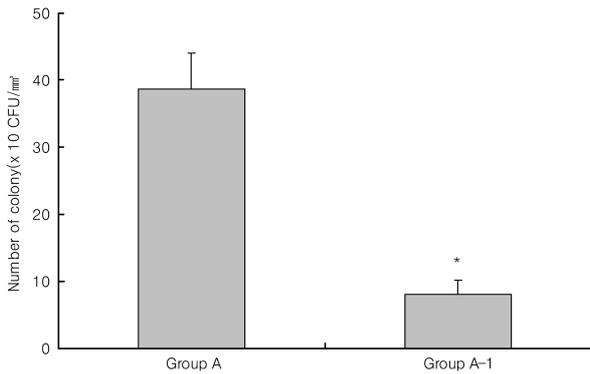
Group B; soaked for 30 min

Group C; soaked for 4 hr

Group D; soaked for 6 hr

Values are expressed as mean±SD(n=5).

\*Significantly different from Group A at p<0.05.

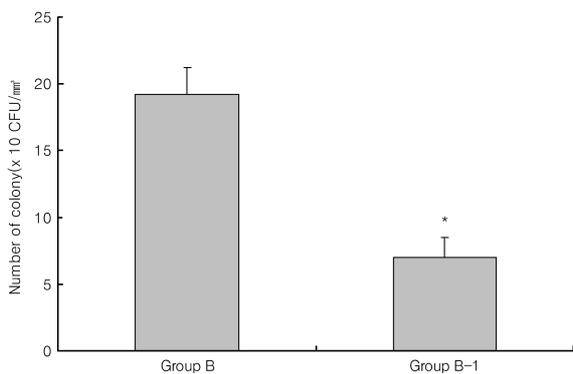


**Fig. 2. Disinfection effect of cleaner**  
 Group A; non-treated  
 Group A-1; rubbed with cleaner.  
 Values are expressed as mean±SD(n=5).  
 \*Significantly different from Group A at p<0.05.

트렌즈의 관리시 세척액의 이용에 대한 중요성을 확인할 수 있었다. 더군다나 세척제를 사용하지 않고 다목적용액에만 30분간 침윤시켰을 경우인 Group B는 192 CFU/mm<sup>3</sup>로 세척제로 문지르기만 하였을 경우보다 2배 이상 균의 수가 많았다(Fig. 3). 즉, 세척제를 사용하는 것이 다목적 용액에 30분간 침윤시키는 것보다 소독효과가 월등하였다.

**2) 세척제 사용 후 30분간 RGP 렌즈 다목적 용액에 침윤하였을 때**

렌즈를 세척제로 처리한 후 30분 동안 다목적 용액에 침윤한 Group B-1의 녹농균의 수는 70 CFU/mm<sup>3</sup>로, 아무런 처치를 하지 않은 대조군인 Group A의 18%에 불과한 녹농균이 검출되었다(Fig. 3). 또한, 30분간 다목적 용액으로 침윤만하였을 때의 녹농균의 수인 192 CFU/mm<sup>3</sup>의



**Fig. 3. Disinfection effect of soaking for 30 min and using cleaner**  
 Group B; only soaked in RGP lens multi-purpose solution  
 Group B-1; both rubbed with cleaner and soaked in RGP lens multi-purpose solution  
 Values are expressed as mean±SD(n=5).  
 \*Significantly different from Group B at p<0.05.

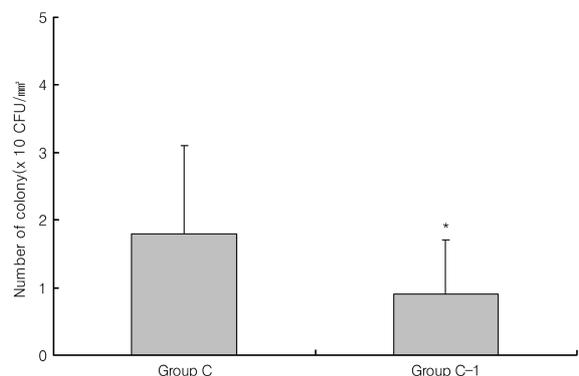
36%에 불과하여 짧은 시간 동안의 다목적 용액에 침윤하였을 때 유발되는 불완전한 소독효과가 세척제의 사용으로 인해 크게 향상될 수 있음을 알 수 있었다. 반면에, 세척제만을 사용한 Group A-1의 81 CFU/mm<sup>3</sup>과 세척제 사용 후 30분간 다목적 용액에 침윤한 Group B-1은 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 이는 세척제 사용으로 80% 정도의 세균이 사멸되었으며, 그 후 30분 정도의 다목적 용액을 이용한 소독으로는 유의한 수의 세균수의 사멸이 나타나지 않았다는 것을 의미한다. 즉, 짧은 시간의 처리시에는 세척제의 이용이 중요하다는 것을 알 수 있었다.

**3) 세척제 사용 후 4시간동안 RGP 렌즈 다목적 용액에 침윤하였을 때**

세척제의 사용없이 4시간 동안의 다목적 용액으로 침윤하였을 때 렌즈에 남아있는 세균의 수는 18 CFU/mm<sup>3</sup>로 아무런 관리를 하지 않은 Group A의 4.7%에 불과하였으며, 세척제로 30초간 문지르기를 추가하였을 때는 그 균의 수가 1/2로 감소하여 대조군의 2.3%에 불과하였다(Fig. 4). 그러나 4시간의 다목적용액 속에서의 침윤에 의해 소량 검출되는 녹농균은 세척제를 이용한 관리방법이 첨가되었다하더라도 완전히 제거되지 않아 확실한 녹농균의 제거를 위해서는 일정시간 이상의 다목적용액에서의 침윤이 필수조건이며 세척제의 사용은 그 효과를 증대시키는 보조 역할을 한다는 것을 알 수 있었다.

**4) 세척제 사용 후 6시간동안 RGP 렌즈 다목적 용액에 침윤하였을 때**

다목적 용액에서 6시간동안 침윤한 경우와 마찬가지로



**Fig. 4. Disinfection effect of soaking for 4 hr and using cleaner**  
 Group C; only soaked in RGP lens multi-purpose solution.  
 Group C-1; both rubbed with cleaner and soaked in RGP lens multi-purpose solution.  
 Values are expressed as mean±SD(n=5).  
 \*Significantly different from Group C at p<0.05.

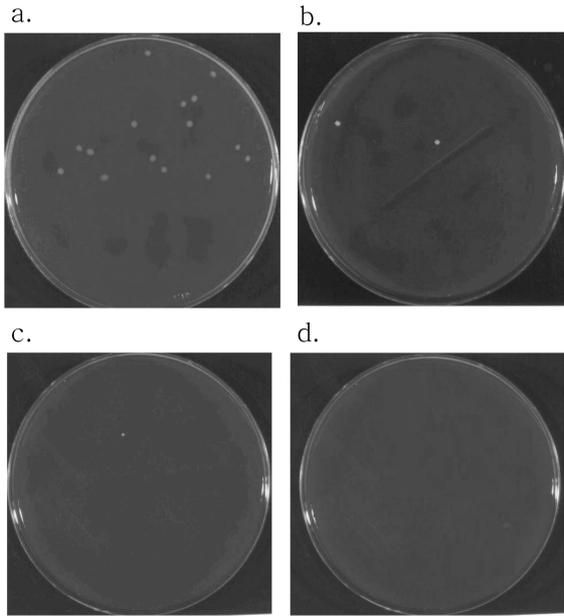


Fig. 5. *P. aeruginosa* incubated in blood medium  
 a. Group A; non-treated  
 b. Group A-1; rubbed with cleaner  
 c. Group C; soaked in RGP lens multi-purpose solution for 4 hr  
 d. Group D-1; rubbed with cleaner and then soaked in RGP lens multi-purpose solution for 6 hr

30초간 세척한 후 다목적 용액에 6시간 동안 침윤한 것은 녹농균이 검출되지 않았다(Fig. 5). 이는 렌즈에 존재하는 많은 녹농균이(Fig. 5a) 세척제를 이용한 방법(Fig. 5b)이나 4시간의 다목적용액에서의 침윤으로는 완전히 사멸되지 않은 녹농균이(Fig. 5c) 6시간의 침윤에 의해 사멸되었다는 것으로(Fig. 5d) 소독을 위해서는 일정시간 이상의 침윤이 중요하다는 것을 확인할 수 있었다.

이상에서와 같이 본 연구에서는 녹농균으로 오염시킨 RGP 렌즈를 RGP 렌즈 다목적 용액과 세척제로 처리하여 녹농균 소독효과의 차이를 비교하여 보았다.

정상적인 눈에서는 포도상구균, 디프테리아균, 연쇄상구균 등의 분포가 두드러지고 녹농균의 경우는 일반적으로 1% 미만으로 분포하는 것으로 알려져 있다<sup>[15]</sup>. 그러나 콘택트렌즈와 관련된 각막염의 경우는 원인균의 60% 이상이 녹농균이라고 알려져 있다<sup>[16]</sup>. 이것은 녹농균이 각막 기저상피세포와 부착하는 수용체를 가지고 있으며 콘택트렌즈 착용으로 인해 각막상피의 대사변화로 상피가 약화되거나 각막과의 마찰로 인해 외상이 발생하였을 경우 기저상피세포가 노출되게 되면 녹농균이 더 잘 결합하게 되어 나타나는 결과라 볼 수 있다<sup>[17]</sup>. 따라서 소프트콘택트렌즈 뿐만 아니라 RGP 렌즈 착용시에도 녹농균에 대한 감염성 각막염이 높은 빈도로 발생하게 되는 것이다. 따라서 본 연구에서는 RGP 렌즈 관리방법을 정립하기 위해

시도되었으며 가장 문제가 되는 원인균인 녹농균을 대상으로 실험을 수행하였다.

RGP 렌즈에 부착되는 녹농균은 소프트콘택트렌즈에 비해 적은 것으로 알려져 있다<sup>[18]</sup>. 그러므로, 감염성 각막염이 발생하는 비율 역시 소프트콘택트렌즈가 약 2배 정도 높으며<sup>[11]</sup>, 산소 투과의 저하로 인해 각막 상피의 손상이 더 쉽게 유발되어 산소투과율이 높은 콘택트렌즈 일수록 검출되는 녹농균의 수가 적다<sup>[19]</sup>. 그러나 이러한 감염성 각막염을 줄이기 위한 많은 연구와 새로운 렌즈 재질의 개발에 관심을 두는 것보다 올바른 방법으로 렌즈를 관리하는 것이 건강하게 콘택트렌즈를 착용하는 더 빠르고 쉬운 방법이라고 할 수 있다. 본 연구에서는 소독에 필요한 시간을 충실히 지키는 것과 세척과정의 중요성에 대한 결과를 도출하여 RGP 렌즈 착용자가 건강하게 렌즈를 착용할 수 있게 도움을 주고자 하였다.

## 결 론

1. RGP 렌즈를 다목적 용액에 침윤시키는 시간을 달리 한 후 렌즈에 남아있는 녹농균의 수는 침윤시간이 증가함에 따라 감소하였다. 30분의 침윤으로도 전체 균의 50%가 감소되었으며, 4시간 동안 침윤시켰을 경우는 95%의 균이 제거되었고, 6시간 동안 침윤시켰을 경우 녹농균이 검출되지 않았다.
2. 다목적용액에만 30분간 침윤시켰을 경우에는 50%의 균이 제거되었으며, 세척제로만 30초 동안 문지르기를 하였을 때는 79%의 균이 제거되어 세척제를 사용하는 것이 30분간 침윤시키는 것보다 소독효과가 월등하다는 것을 확인하였다.
3. 4시간 동안 다목적 용액에 침윤만하였을 때는 95%, 세척제 사용 후 다목적용액에 4시간 침윤하였을 때는 98%의 균이 제거되었으며, 6시간 다목적 용액에 침윤시에는 녹농균이 검출되지 않아 완전한 소독을 위해서는 세척제의 사용보다는 일정시간 이상의 소독이 더 중요하였다.

## 참고문헌

- [1] Bruinsma GM, Rustema-Abbing M, de Vries J, Busscher HJ, van der Linden ML, Hooymans JM, and van der Mei HC, "Multiple surface properties of worn RGP lenses and adhesion of *Pseudomonas aeruginosa*", *Biomaterials*, 24(9):1663-70(2003).
- [2] Foulks GN, "Prolonging Contact Lens Wear and Making Contact Lens Wear Safer", *Am. J. Ophthalmol.*, 141(2): 369-373(2006).
- [3] Voyatzis G, and McElvanney A, "Bilateral acanthamoeba keratitis in an experienced two-weekly disposable contact

- lens wearer", *Eye Contact Lens*, 33(4):201-2(2007).
- [4] Martin R, de Juan V, Rodriguez G, Cuadrado R, and Fernandez I, "Measurement of Corneal Swelling Variations without Removal of the Contact Lens during Extended Wear", *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.*, 48(7): 3043-50(2007).
- [5] Efron N, "Contact lens-induced changes in the anterior eye as observed in vivo with the confocal microscope", *Prog. Retin. Eye Res.*, 26(4):398-436(2007).
- [6] 박미정, 조규태, 신성환, 이흠숙, 김대수, "단백질 침착에 의한 소프트콘택트렌즈의 직경 및 곡률반경 변화", *한국안광학회지*, 10(3):173-171(2005).
- [7] 박미정, 권미정, 현선희, 김대수, "소프트 콘택트 렌즈의 단백질 부착 양상 및 가시광선투과도와 접촉각에 미치는 영향", *한국안광학회지*, 9(1):53-68(2001).
- [8] Preechawatmd P, Ratananikommd U, Lerdvitayasakul R, and Kunavisarut S, "Contact lens-related microbial keratitis", *J. Med. Assoc. Thai.*, 90(4):737-43(2007).
- [9] Willcox MD, "Pseudomonas aeruginosa infection and inflammation during contact lens wear: a review", *Optom. Vis. Sci.*, 84(4):273-8(2007).
- [10] 차홍원, 한태원, 한영호, 김재찬, "콘택트렌즈 및 콘택트 렌즈 저장 용기의 오염도", *대한안과학회지*, 41(2):349-355(2000).
- [11] Cheng KH, Leung SL, Hoekman HW, Beekhuis WH, Mulder PG, Geerards AJ, and Kijlstra A, "Incidence of contact-lens -associated microbial keratitis and its related morbidity", *Lancet*, 354(9174): 181-5(1999).
- [12] Collins MJ, and Carney LG, "Patient compliance and its influence on contact lens wearing problems", *Am. J. Optom. Physiol. Opt.*, 63(12):952-6(1986).
- [13] Stein HA, and Slalt BJ, "Fitting guide for rigid and soft contact lenses-A practical approach", 3<sup>rd</sup> ed. St. Louis, C.V Mosby, pp. 118-140(1990).
- [14] 김재용, 박혜련, 조영걸, 한태원, 한영호, 차홍원, "다목적 콘택트렌즈 세정액의 항녹농균 효과 비교", *대한안과학회지*, 43(1):178-188(2002).
- [15] Seal DV, Barrett SP, and McGill JI, "Aetiology and treatment of acute bacterial infection of the external eye", *Br. J. Ophthalmol.*, 66(6):357-60(1982).
- [16] 차홍원, 김재찬, 한태원, 한영호, "콘택트렌즈와 연관된 감염성 각막염의 역학조사(1995년 4월부터 1997년 9월까지): 다병원연구", *대한안과학회지*, 39:1417-1426(1998).
- [17] Stern GA, Lubniewski A, and Allen C, "The interaction between *Pseudomonas aeruginosa* and the corneal epithelium. An electron microscopic study", *Arch. Ophthalmol.*, 103(8):1221-5(1985).
- [18] Sakamoto R, and Sugimoto K, "Will higher-Dk materials give better corneal refractive therapy results and fewer complications?", *Eye Contact Lens*, 30(4):252-264(2004).
- [19] Ren DH, Petroll WM, Jester JV, Ho-Fan J, and Cavanagh HD, "The relationship between contact lens oxygen permeability and binding of *Pseudomonas aeruginosa* to human corneal epithelial cells after overnight and extended wear", *CLAO J.* 25(2):80-100(1999).

## A Comparison of Disinfection Efficacy for RGP Lens by Using Multi-purpose Solution and Cleaner

Mijung Park, Jea-Sook Gwak and Sang-Min Park

Department of Visual Optics, Seoul National University of Technology  
(Received July 25, 2007; Revised manuscript received August 18, 2007)

The aim of this study is to establish RGP lens care system using RGP lens multi-purpose solution(MPS) and cleaner. Each RGP lens was incubated in *Pseudomonas aeruginosa* standard strain, and the numbers of *P. aeruginosa* colony remaining after treatment by using MPS and/or cleaner including surface activating components were estimated. Soaking only in MPS for 30 min reduced the number of *P. aeruginosa* up to 50%. 95% of *P. aeruginosa* was eliminated at RGP lenses soaked in MPS for 4 hr, but *P. aeruginosa* was not detected at RGP lenses soaked for 6 hr. When only cleaner was used for RGP lens care, 70% of *P. aeruginosa* was eliminated. This result showed that using cleaner had more effective at removing *P. aeruginosa* than soaking in MPS for 30 min. When soaking in MPS for 30 min after using cleaner reduced the number of *P. aeruginosa* up to 36% of that which soaking only in MPS for 30 min. This result suggested that using cleaner could be helpful to improve the disinfection efficacy of short time soaking in MPS.

**Key words:** RGP lens, *Pseudomonas aeruginosa*, contact lens care system, multi-purpose solution, cleaner