

# Effect of Refractive Surgery on the Clinical Efficacy of Eye Drops in Dry Eye

Rang Son<sup>1,a</sup>, Dong-ha Yoon<sup>1,b</sup>, So Ra Kim<sup>2,c</sup>, and Mijung Park<sup>2,d,\*</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Optometry, Seoul National University of Science and Technology, Student, Seoul 01811, Korea

<sup>2</sup>Dept. of Optometry, Seoul National University of Science and Technology, Professor, Seoul 01811, Korea

(Received July 15, 2025; Revised August 21, 2025; Accepted August 28, 2025)

**Purpose:** In this study, the effects of eye drops with different compositions on tear film stability and subjective symptoms in dry eye were examined based on refractive surgery status. **Methods:** Solution A and an ophthalmic gel were instilled in dry eye patients with (26 eyes) and without (29 eyes) refractive surgery, and non-invasive tear break-up time (NIBUT), initial break-up location, subjective symptoms and near work discomfort were evaluated and compared with saline. **Results:** In the non-refractive surgery group, solution A and the gel increased NIBUT over saline, lasting 30 minutes. In the refractive surgery group, the gel increased NIBUT by 25.0% for 30 minutes. In the non-refractive group, saline and the gel caused localized break-up, whereas solution A exerted even break-up in the inferior (54.9%) and central (27.4%) areas. In the refractive surgery group, the gel produced even break-up in the inferior (60%) and central (26%) areas. Solution A improved gritty and blurred vision in the non-refractive group, and all drops improved poor vision. In the refractive group, all eye drops reduced glare, but the gel increased blurred vision. Near-work discomfort decreased with saline in the non-refractive group and with all drops in the refractive group. **Conclusions:** This study confirmed that eye drop effects differed according to refractive surgery status. Therefore, we suggest considering surgery status when selecting dry eye treatment.

**Key words:** Dry eye, Eye drops, Refractive surgery, NIBUT, Subjective symptoms

## 서 론

굴절교정술의 종류에는 크게 라식(LASIK, laser in-situ keratomileusis), 라섹(LASEK, laser assisted sub-epithelial keratomileusis), 스마일라식(SMILE, small incision lenticule extraction) 등이 있다.<sup>[1]</sup> 이러한 굴절교정술은 일상에서 시력교정이 필요한 사람들에게 안경이나 콘택트렌즈와 같이 별도의 교정이 필요하지 않다는 장점이 있지만, 굴절교정술을 받은 후에 발생하는 부작용들에 대한 우려 또한 존재한다.<sup>[2]</sup> 특히 굴절교정술을 받은 그룹에서 건성안 발생률은 23%, 그렇지 않은 그룹은 7%를 차지했다.<sup>[3]</sup> 수술 후 만성적인 건성안의 발생률은 18~41%로 증가하며, 최소 6개월간 지속되기 때문에<sup>[4]</sup> 굴절교정술을 받은 대다수는 점안제와 같은 눈물 보충제나 온점질 및 안연고 사용 등을 통해 건조감을 완화시킨다.<sup>[5]</sup>

건성안은 크게 수성층이 부족한 수분부족형 건성안과 지질층 및 점액층이 부족한 증발성 건성안으로 나뉘며<sup>[6]</sup>, 건성안 증상 완화를 위해 가장 쉽게 사용하게 되는 점안

제는 각기 함유하고 있는 성분에 따라 눈물의 수성층 보충, 점액층 유지, 지질층 안정화 목적으로 구분되어 사용될 수 있다.<sup>[7]</sup> 점안제 성분으로 사용되고 있는 폴리소르베이트 80(polysorbate 80)은 비이온성 계면활성제로 수용성 및 지용성 성분을 혼합시키는 작용을 한다.<sup>[8]</sup> 또한 하이드록시에틸셀룰로오스(hydroxyethylcellulose)는 점도 조절제 및 윤활제로서 점안제의 점도를 증가시키며<sup>[9]</sup>, 카보머(carbomer)는 점도 조절제 및 윤활제로 점안젤(eye gel)의 주요 성분이자 고점도 성분으로 알려져 있다.<sup>[10]</sup>

점안용액 형태의 인공눈물을 대상으로 한 선행연구에서 굴절교정술을 하지 않은 일반 건성안의 경우 콘택트렌즈 착용 후 하이드록시에틸셀룰로오스 및 폴리소르베이트 80이 함유된 점안제에 의해 눈물막 안정성이 개선되었으며<sup>[11]</sup>, 카르복시메틸셀룰로오스만 함유된 점안제에 비해 히알루론산과 카르복시메틸셀룰로오스가 함유된 점안제가 눈물막을 안정화시키는 효능이 더 컸다.<sup>[12]</sup> 이렇게 건성안에 대한 점안제 사용의 효과는 점안제의 구성성분에 따라 달라지게 되지만, 일반적인 비구면의 각막형상이 아닌 굴절

\*Corresponding author: Mijung Park, TEL: +82-2-970-6228, E-mail: mjjpark@seoultech.ac.kr

Authors ORCID: <sup>a</sup><https://orcid.org/0009-0001-5061-0718>, <sup>b</sup><https://orcid.org/0009-0009-4998-3005>, <sup>c</sup><https://orcid.org/0000-0001-8786-2815>, <sup>d</sup><https://orcid.org/0000-0002-4645-7415>

본 논문은 2024 대한시과학회-한국안광학회 공동학술대회에서 구연으로 발표되었음.

교정술 건성안에 비수술군과 동일한 점안제의 효과를 기대하기 어렵다.<sup>[13]</sup> 선행연구에서 사용한 점안용액 형태의 인공눈물 외에도 점성이 높은 겔 형태의 인공눈물도 건성안에 사용되고 있어 인공눈물의 효과는 구성성분 뿐만 아니라 점안제 점성과 같은 물성에 의해서도 영향을 받을 것으로 예측된다. 또한 불규칙한 각막의 형상을 가진 굴절교정술을 받은 건성안은 점안제의 형태에 따라 눈물막 안정성이 개선될 수도 혹은 악화될 수도 있어<sup>[14]</sup> 굴절교정술 건성안에게 적절한 점안제의 선택과 관련된 학술적인 연구가 필요하다.

따라서 본 연구에서는 식염수와 점안용액 외에 겔 형태로 점성이 높은 점안겔이 굴절교정술을 한 눈의 NIBUT (non-invasive tear film break-up time, 비침습성 눈물막 파괴시간), 눈물막이 깨지는 각막 위치 및 자각증상에 미치는 영향을 비수술군과 비교하여 굴절교정술 유무에 따른 점안제의 효과 차이를 보고자 하였다. 또한 스마트기기를 사용하여 근거리 작업을 하도록 한 후 점안제 점안 시와 미점안 시를 비교하여 실생활에서 흔히 접하게 되는 근거리 작업으로 인한 눈물막 안정성 및 자각증상이 영향을 받는 조건에서 점안제의 효과를 확인해 보고자 하였다.

## 대상 및 방법

### 1. 대상

안질환 및 전신질환이 없고 NIBUT를 측정하여 10초 이내인 굴절교정술을 받은 지 3개월이 지난 28안(라섹 19안, 스마일라식 9안)과 비수술군 33안을 대상으로 하였다.

### 2. 연구조건

생리식염수(크린클 관류제, Cleancl Irrigation Sol., 20 mL, 중외제약, 이하 식염수), 폴리소르베이트 80 및 하이드록시 에틸셀룰로오스가 함유된 용액 A(Frenz eye drop Sol., mild, 일회용, 중외제약), 카보머가 함유된 점안겔(Liposic EDO ophthalmic gel, 비슈헬스코리아)의 효과를 알아보았다(Table 1). 식염수와 용액 A는 제조사 권장 사항에 따라 1회 1방을 점안하였으며, 점안겔은 결막낭 내에 1회 1방을 점안하였다.

Table 1. The types of eye drops

Product	Volume	Active ingredient	Manufacture	Usage
Cleancl Irrigation Sol.	20 mL	-	JW Pharmaceutical	-
Frenz eye drop Sol. mild	0.5 mL	Polysorbate 80 Hydroxyethylcellulose	JW Pharmaceutical	2~3 drops at a time 5~6 times a day
Liposic EDO ophthalmic gel	0.6 g	Carbomer 2 mg	Bausch Health Korea	1 drop at a time 2~5 times a day * drop about 30 minutes before bedtime

실험을 진행할 때 눈부심으로 인한 눈 깜박임을 최대한 방지하기 위해 2,000 lux 기준 20~23 lux의 암실에서 진행하였다. 또한 실험 시간대에 따라 피로도 차이가 발생하므로 오차를 최소화하기 위해 실험은 16시에서 21시 사이에 시행하였다.

### 3. 방법

점안제를 점안하기 전에 NIBUT를 측정하였고, 일상생활에서의 건성안 증상을 묻는 자각증상 평가는 첫 방문 시에만 진행하였다. 20분간 근거리 작업은 휴대폰으로 SNS를 하도록 하였다. 실험대상자들은 각기 다른 날에 총 3회 방문하도록 하여 하루에 한 가지 종류의 점안제를 점안하였으며, 점안 순서는 무작위로 하였다.

#### 3.1. NIBUT 측정

눈물막 안정성은 각막지형도 검사기(Corneal Topographer Antares, CSO, Italy, 이하 Topography)로 NIBUT를 측정하여 평가하였다. 점안제 점안 전, 점안 후 15분과 30분에 NIBUT를 측정하였고<sup>[15]</sup> 3회씩 측정 후 평균값으로 하였다.

#### 3.2. 눈물막 깨짐 시작 위치 측정

점안 30분 후의 눈물막 변화를 Topography로 촬영하여 눈물막의 깨짐이 시작되는 위치를 평가하였다. 평가 영역은 중심각막을 기준으로 12 mm 원형 영역을 설정하였으며, 그 중 중심 5 mm 직경의 영역을 중심부(e)로 정의하고, 이를 기준으로 귀쪽 위(이하 a), 코쪽 위(이하 b), 귀쪽 아래(이하 c), 코쪽 아래(이하 d), 중심부(이하 e)로 깨지는 부위를 나누어 분석하였다(Fig. 1).

#### 3.3. 자각증상 평가

최근 일주일 동안 일상생활에서 느끼는 자각증상에 대해 OSDI(Ocular Surface Disease Index) 설문 중 눈과 관련한 질문을 사용하여 피검자가 평상시 느끼는 자각적 불편함을 평가하였다. 자각증상 평가는 점안제 점안 전 일상생활에서의 점안제 점안 후를 비교 분석하였고, 점안제 점안 전 근거리 작업을 20분 동안 수행한 후와 점안제를 점안하고 동일한 시간의 작업을 진행한 후로 두 번 진행하여 비교 분석하였다. 설문은 최소 0점에서 최대 4점 단위

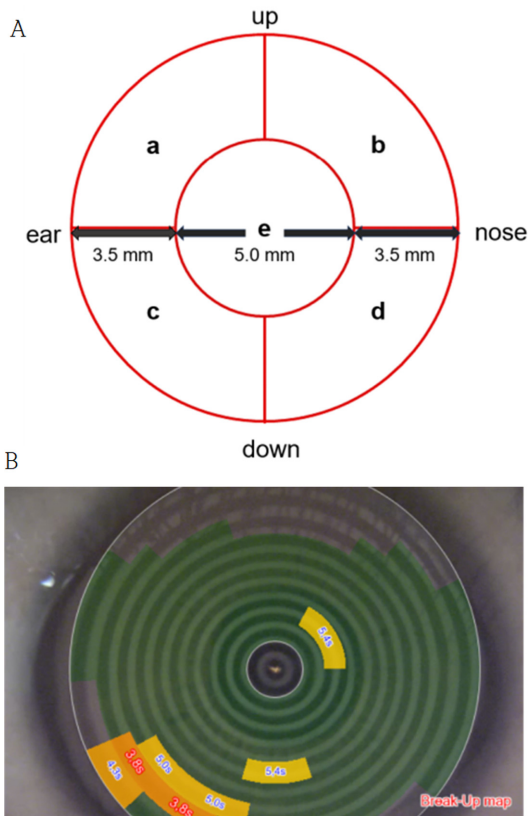


Fig. 1. Evaluation of tear film break-up location  
 A. The five sections of the cornea for analysis of the location of tear film break-up  
 B. Tear film break-up image on corneal topography

로 평가하였고, 높은 점수는 해당 항목에 대한 불편감이 크다는 것을 의미한다.

4. 통계처리

본 연구 결과는 IBM SPSS Statistics(ver 23.0 for windows)를 이용하여 분석하였다. 점안 전 NIBUT와 점안 후 NIBUT 간의 비교, 평상시 대비 점안 후 자각증상의 변화, 점안 전후 근거리 작업 시 불편감의 변화는 대응 표본 검정(Paired t-test) 실시하였다. 유의확률 *p*-값이 0.05 미만일 때 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 판단하였다.

결과 및 고찰

1. 눈물막 안정성 평가

비수술군의 점안 전 NIBUT는 7.37±1.97초, 수술군은 6.75±1.96초로 독립표본 검정 결과 두 그룹 간 통계적으로 유의한 차이가 없었다(*p*=0.255).

용액 A와 점안겔 점안 후 NIBUT의 증감률을 식염수 점안 후의 NIBUT 증감률과 비교하여 눈물막 안정성에 대한 상대적 변화를 비교하였다. 비수술군에서는 식염수로 인

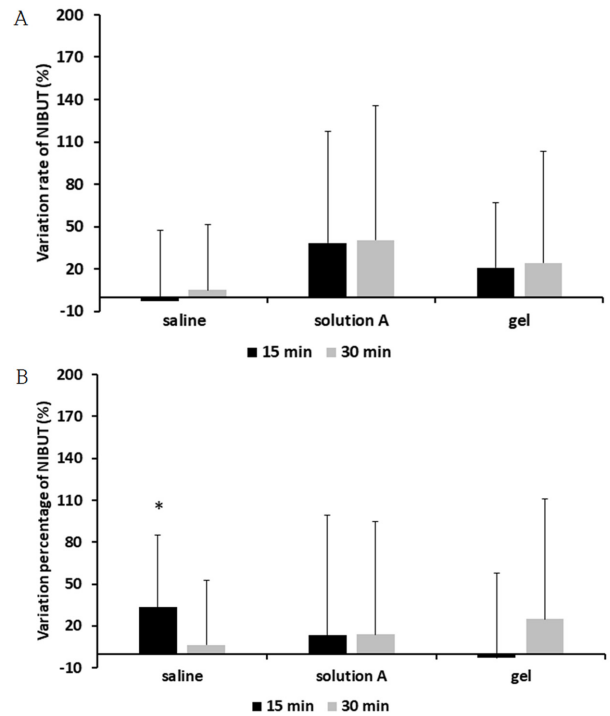


Fig. 2. Changes in NIBUT after instillation of eye drops. \**p*<0.05, significantly different from the baseline value  
 A. The non-refractive surgery group  
 B. The refractive surgery group

한 NIBUT의 변화가 없었으나 용액 A와 점안겔 모두 식염수에 비해 NIBUT가 증가하였으며, 30분 경과 후에도 그 증가가 유지되었다(Fig. 2a). 수술군에서 식염수 점안 15분 후에 NIBUT가 통계적으로 유의하게 증가하였으나 (*p*=0.018), 30분 후에는 다시 크게 감소하여 식염수의 수분 보충에 의해 일시적인 NIBUT 증가가 나타남을 알 수 있었다. 반면 용액 A는 수술군에서는 NIBUT가 크게 감소하였다. 점안겔의 경우 15분 후 NIBUT가 감소하였으며, 이는 점안겔의 높은 점성으로 눈물에 쉽게 섞이지 못하여 나타난 결과로 보인다. 하지만 점안겔이 충분히 눈물과 섞이게 되는 30분 후에는 NIBUT 증가 정도가 용액 A 및 식염수보다 더 컸다(Fig. 2b). 다만 점안 전후 NIBUT의 통계분석 결과에서는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 이는 개별 피검자 간 반응 편차가 커 집단 내 표준 편차가 크게 나타났기 때문으로 생각된다. 실제로 일부 피검안에서는 점안 후 NIBUT가 뚜렷하게 증가한 반면, 다른 피검안에서는 큰 변화가 없거나 오히려 감소하는 경향을 보였다. 이러한 이질성이 평균값에 영향을 주어 통계적 유의성이 나타나지 않은 것으로 보인다. 따라서 점안 전후의 변화는 평균값 보다는 개별 증감을 분포를 함께 고려하여 해석할 필요가 있다.

NIBUT 증감율의 분포를 분석한 결과, 비수술군의 경우 식염수 점안 15분 후 58%의 피검안에서 NIBUT 감소가

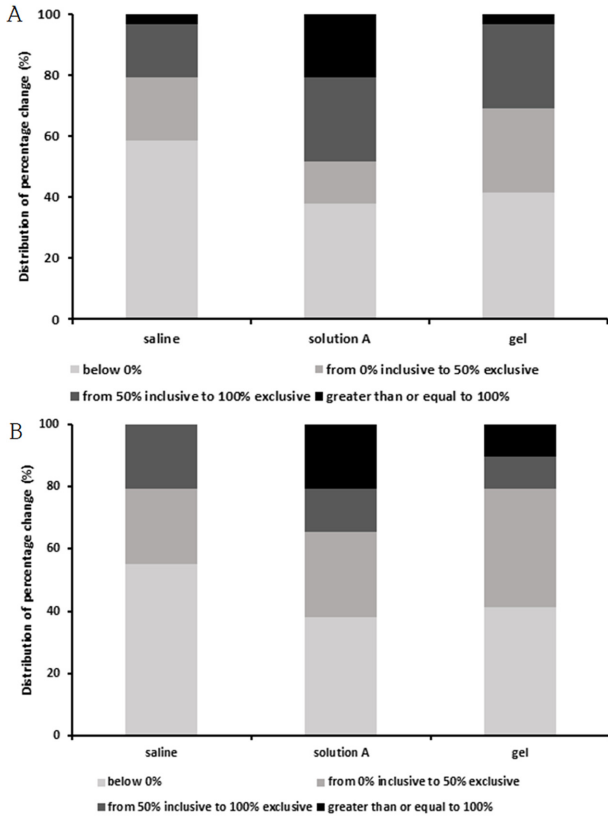


Fig. 3. Distribution of NIBUT changes after eye drop instillation in the non-refractive surgery group  
 A. 15 minutes after eye drop instillation  
 B. 30 minutes after eye drop instillation

나타났고 30분 후까지 이와 비슷한 양상이 지속되었다. 또한 30분 후에 100% 이상의 NIBUT 증가를 나타낸 피검안은 존재하지 않아 용액 A와 점안젤에 비해 NIBUT 안정성 유지 능력이 크게 떨어짐을 확인할 수 있었다. 이러한 결과를 통해 개개인에 따라서 식염수 점안이 수분 양을 늘리는 경우도 있지만 단순히 수분의 보충만으로는 대부분의 눈에서 눈물막 안정성에 효과적이지 않음을 확인할 수 있었고, 이는 선행연구 결과<sup>16)</sup>와 일치하였다. 용액 A는 점안 15분 후 약 47%의 피검안에서 NIBUT 증가를 나타내어 식염수에 비해 2배 이상의 피검안에서 긍정적으로 나타났으며, 30분 후에도 100% 이상 증가된 눈의 비율이 유지되었다. 점안젤의 경우 15분 후에서 변화가 없거나 감소한 경우가 68% 정도였으나 30분 후에서 100% 이상의 증가율을 보인 피검안이 증가하여 점안액에 비해 NIBUT 안정화가 높게 나타났다. 또한 비수술군에서는 용액 A가 15분 후와 30분 후 모두 NIBUT가 증가된 상태로 있는 피검안이 가장 많음을 확인할 수 있었다(Fig. 3).

수술군의 NIBUT 증감을 분포도에서는 식염수 점안 15분 후 50% 이상 NIBUT가 증가한 피검안이 약 24%였으며, 30분 후에는 14%로 감소하였다. 용액 A 점안 15분 후

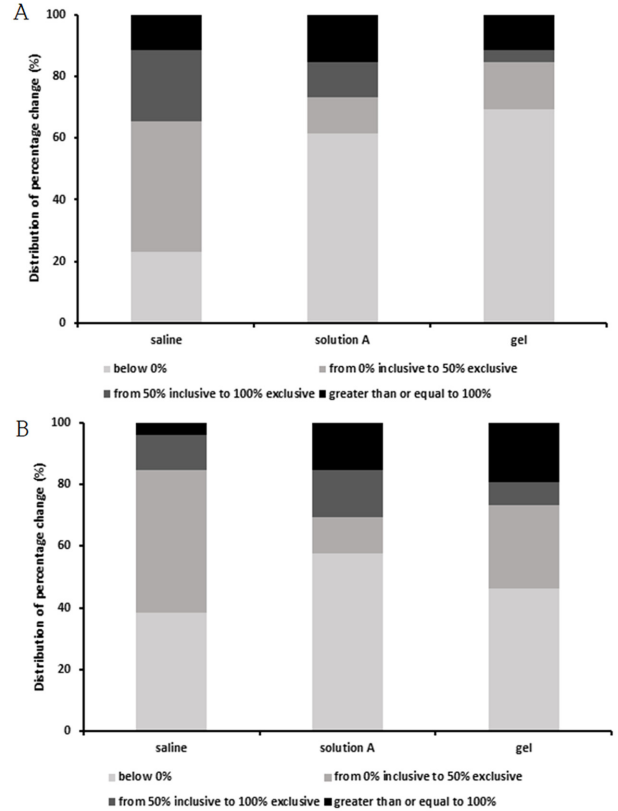


Fig. 4. Distribution of NIBUT changes after eye drop instillation in the refractive surgery group  
 A. 15 minutes after eye drop instillation  
 B. 30 minutes after eye drop instillation

에는 100% 이상 증가한 피검안 수는 식염수보다 많았으나 50% 이상 증가한 수는 적었으며 30분 후에는 100% 이상 증가한 피검안 수가 유지되고, 50% 이상 증가한 피검안 수 역시 식염수보다 더 많아 식염수에 비해 NIBUT가 안정화됨을 알 수 있었다. 점안젤의 경우 점안 15분 후에는 식염수와 용액 A에 비해 NIBUT 증가율이 낮았으나 30분 후에는 오히려 NIBUT의 안정성이 점안 15분 후보다 더 증가하였고, 100% 이상 증가한 피검안 수는 식염수 뿐만 아니라 용액 A보다 더 많았다. 이상의 결과를 통해 수술군에서는 점안젤이 가장 효과적으로 작용한 피검안 수가 가장 많음을 알 수 있었다(Fig. 4).

2. 눈물막 깨짐 시작 위치

각막 형상의 불규칙성에 의해 눈물막 안정성이 달라지는 지를 알아보기 위해 수술군과 비수술군에서의 눈물막 깨짐의 시작 위치를 비교 분석하였다. 비수술군의 경우 식염수 점안 시 대부분 하방에서 깨짐이 나타났고, 특히 귀쪽 하방으로 눈물막 깨짐이 시작되는 경우가 45%에 달하였다. 용액 A 및 점안젤 역시 귀쪽 하방에서의 깨짐이 가장 우세하였으나 식염수에 비해서는 그 비율이 감소하였

Table 2. Differences in the initial breakup location of the tear film based on the type of eye drop

	Portions of cornea	Saline		Solution A		Gel	
		Number of eyes	Percent (%)	Number of eyes	Percent (%)	Number of eyes	Percent (%)
Non-refractive surgery group	a	4	6.7	8	12.9	3	4.4
	b	4	6.7	3	4.8	8	11.8
	c	27	45.0	20	32.3	26	38.2
	d	17	28.3	14	22.6	19	27.9
	e	8	13.3	17	27.4	12	17.6
Refractive surgery group	a	3	6	0	0	5	10
	b	2	4	1	2.5	2	4
	c	11	22	8	20	16	32
	d	15	30	8	20	14	28
	e	19	38	23	57.5	13	26

고, 중앙부위에서의 깨짐이 식염수에 비해 상대적으로 많았다. 수술군의 경우 식염수와 용액 A는 중앙부에서의 깨짐이 가장 많았으며, 점안젤은 수술군에서와 같이 중앙보다는 하방 부위에서의 깨짐이 더 많았다. 특히 점안젤은 눈물막 깨짐 시작 위치가 상대적으로 고르게 분포함을 알 수 있었다(Table 2).

### 3. 자각증상

식염수, 용액 A, 점안젤의 점안 전과 후 자각증상에 유의한 차이가 있는지 분석하였을 때 비수술군에서 이물감은 용액 A에서( $p=0.01$ ), 시야흐림은 식염수와 용액 A가(식염수  $p=0.005$ , 용액 A  $p=0.008$ ), 시력저하는 모든 용액에서 통계적으로 유의하게 개선되었으나(각각  $p<0.001$ ,  $p<0.001$ ,  $p=0.006$ ) 눈부심에 대해서는 통계적으로 유의한 개선이 나타나지 않았다. 수술군의 경우 눈부심이 모든 용액 점안으로 인해 통계적으로 유의하게 개선되었으며(각각  $p<0.001$ ,  $p=0.002$ ,  $p=0.003$ ), 이물감은 식염수에서만 통계적으로 유의하게 개선되었다( $p=0.001$ ). 또한 시야흐림은 점안젤에 의해 통계적으로 유의하게 악화되었다( $p<0.001$ ) (Fig. 5).

점안 전 근거리 작업 시 불편감과 비교하여 식염수, 용액 A, 점안젤 점안 후 유의한 차이가 있는지를 분석한 결과, 비수술군은 식염수에 의해 불편감이 통계적으로 유의하게 감소하였으며( $p=0.001$ ), 수술군에서는 점안제 모두에 의해 불편감이 통계적으로 유의하게 감소한 것으로 나타났다(각각  $p=0.073$ ,  $p=0.006$ ,  $p=0.005$ )(Fig. 6).

본 연구에서는 굴절교정술 여부에 따라 동일한 점안제가 눈물막 안정성과 자각증상에 미치는 영향이 상이함을 확인하였다. 비수술군에서는 점안 후 모든 제형에서 NIBUT의 증가가 관찰되었고, 특히 용액 A와 점안젤은 점안 30분 후까지 그 증가가 유지되었다. 반면 수술군에서는 점안제에 따른 반응 양상이 달랐으며, 고점도 점안젤

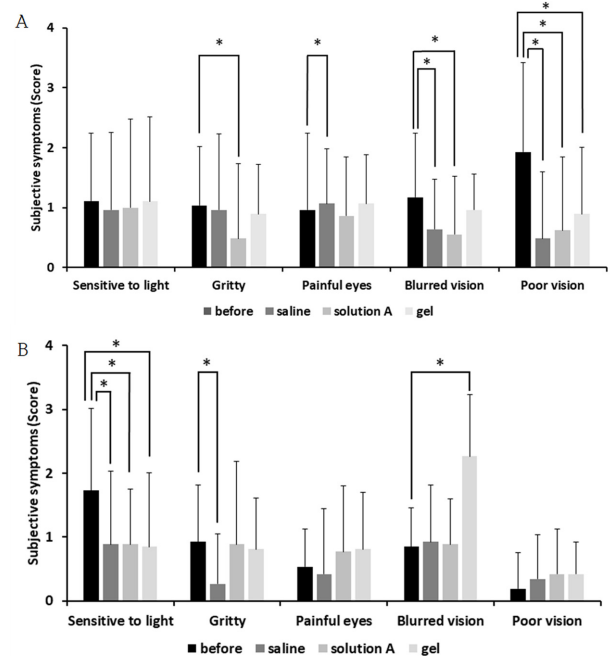


Fig. 5. Subjective symptoms score after instilling eye drops. \* $p<0.05$ , significantly different from the baseline value  
A. The non-refractive surgery group  
B. The refractive surgery group

점안 시 눈물막 안정화를 유지시켰다. 이러한 차이는 각막형상의 변화 및 수술 후 눈 표면의 생리학적 변화가 점안제의 물리적 특성과 상호작용한 결과로 해석된다.

눈물막 안정성은 안구건조증의 주요 진단 지표로서 많은 선행연구에서 눈물막 안정성 평가를 위해 사용되고 있는 방법인 NIBUT 측정을 통하여 평가하였다.<sup>[17-19]</sup> 그러나 평균값만으로는 개별 반응의 차이를 설명하기에 한계가 있어 점안 전후의 증감을 분포를 함께 분석하였다. 비수술군과 수술군에서의 NIBUT 변화를 비교한 결과, 비수술군에서 식염수 대비 용액 A와 점안젤 점안 시 NIBUT가 증가하였으며, 점안 30분 후까지 그 증가가 유지되는 결과

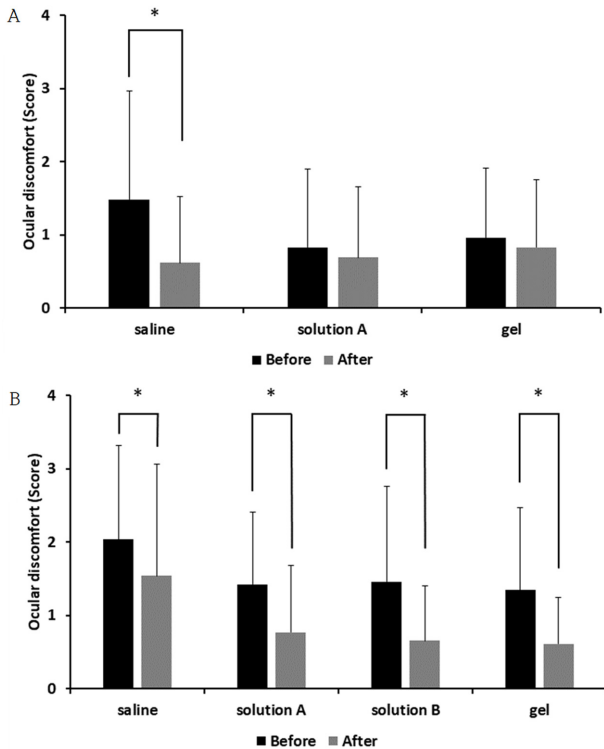


Fig. 6. Comparison of ocular discomfort induced by near work before and after eye drop instillation.

\* $p < 0.05$ , significantly different from the baseline value

A. The non-refractive surgery group

B. The refractive surgery group

를 보였다. 이는 비수술군을 대상으로 용액형 점안제를 평가한 선행연구<sup>[21]</sup>와 일치하는 결과였으며, 본 연구를 통해 처음으로 점안용액과 효능을 비교한 점안겔 역시 NIBUT를 증가시켰지만 용액 A에 비해 그 증가폭은 상대적으로 적었다. 또한 비수술군에서의 용액 A와 점안겔의 영향도 비교해보았으며, 점안 15분 후에 비해 30분 후의 NIBUT 값이 100% 이상 증가한 피검자의 비율이 높아졌고, 절반 이상에서 50% 이내의 증감율을 보여 시간이 경과함에 따라 눈물막이 회복되거나 안정화되는 경향이 나타났다. 선행연구들은<sup>[22,23]</sup> 대부분 비수술군을 대상으로 점안제를 평가하였으나, 본 연구에서는 수술 여부에 따른 점안제 효능 차이를 중점적으로 분석하였다. 이러한 비교 분석을 통해 단순히 건성안 환자에 대한 일반적인 점안제의 영향을 평가하는 것이 아니라 굴절교정술 유무에 따라 점안제 선택이 가지는 임상적 중요성을 파악하고자 하였다.

수술군에서의 점안제의 효과는 비수술군과는 다른 양상을 보였으며, 특히 비수술군에서 가장 효과가 컸던 용액 A가 수술군에서 점안 시 상대적으로 낮은 눈물막 안정성을 보였다. 용액 A는 점성조절제와 계면활성제인 폴리소르베이트 80을 함유하고 있으며, 폴리소르베이트 80은 일반적으로 인공눈물에 사용되는 비이온성 계면활성제로 눈

물층의 표면장력을 낮추어 눈물의 퍼짐을 돕는다.<sup>[24]</sup> 하지만 굴절교정술을 받은 눈은 각막 표면이 불규칙하게 변화하게 되어 일반적인 농도의 폴리소르베이트 80만으로는 눈물막의 안정화에 효과적이지 않았던 것으로 보인다. 용액 A가 눈물막 안정성에 미치는 영향이 수술군과 비수술군 간의 차이를 보였다는 사실은 수술군의 건성안이 단순한 수분 부족형 건성안으로 설명되기 어려우며, 이에 따른 치료가 필요하다는 것을 알 수 있게 하였다. 점안겔 점안 15분 후는 오히려 NIBUT가 감소하였으나 30분 후에는 증가하였는데, 고점도의 점안겔 점안 시 눈물막이 안정화되기까지 시간이 소요된 것으로 생각된다. 비수술군에 비해 수술군에서 점안겔 점안 시 안정화가 지연되었는데 높은 점성 성분인 카보머를 함유한 점안겔이 불규칙한 각막 위에 고르게 퍼지는데 시간이 소요되었을 가능성이 있으며, 또한 레이저 굴절 수술 후 각막 민감도가 감소한다는 선행연구<sup>[25]</sup>로 미루어보아 수술군에서는 각막 민감도의 감소로 인해 점안겔의 활성성분이 각막에 균일하게 분포되는데 영향을 미쳤을 수 있다.

각막 형상 차이가 눈물막 안정성에 영향을 미친 것으로 판단되어 눈물막 깨짐 위치 또한 함께 비교하였다. 이러한 각막 형상에 따른 눈물막 깨짐 위치의 차이는 점안제 성분이 눈물막에 미치는 영향을 이해하는데 중요한 요소가 될 수 있다. 비수술군에서 식염수 및 점안겔 점안 시 눈물막 깨짐이 주로 하방에서 관찰되었으며, 이는 대부분의 건성안에서 하방의 눈물막 파괴가 먼저 일어난다고 보고한 선행연구 결과<sup>[16]</sup>와 일치하였다. 또한 용액 A 점안 시에는 하방뿐만 아니라 중앙에서도 깨짐이 우세하게 나타났다. 눈물은 주로 상측의 눈물샘에서 분비되어 순목 시 상부에서 하부 방향으로 분포되며, 자연스럽게 하방에 모이게 된다.<sup>[26]</sup> 하지만 하부 결막 상피는 상부에 비해 미세융모(microvilli)의 밀도가 낮고, 점액(mucin)을 분비하는 세포도 상대적으로 적어 눈물의 부착 및 유지가 어렵다.<sup>[27]</sup> 이러한 생리학적 요인으로 점도가 낮거나 높은 경우 모두 눈물막 균일한 유지에 영향을 준다. 식염수와 같이 점도가 낮은 경우 중력의 영향으로 하방에 머무르다가 빠르게 증발하거나 퍼지지 못하고 쉽게 파괴된다. 반면 점안겔은 고점도의 제형으로 장시간 머무를 수 있지만 점성이 지나치게 높을 경우 오히려 순목 후 상측에서 하측으로의 고른 분산이 제한될 수 있다. 이처럼 식염수와 점안겔 점안 시 서로 다른 기전으로 유사한 눈물막 불안정 양상을 보였다. 수술군의 경우 식염수와 용액 A 점안 시 중앙부에서 깨짐이 더 많이 나타났다. 이는 굴절교정술로 인해 중심부가 깎인 부정형 각막으로 불규칙한 표면의 중심부를 가지고 있어 중심부에서 눈물막 깨짐이 가장 먼저 나타난 것으로 보인다. 용액 A에도 점도 조절제가 함유되어 있으나 수술군의 각막 불

규칙성을 완화시킬 정도의 충분한 농도가 아니었던 것으로 보인다. 반면 점안젤 점안 시 비수술군과 유사한 양상인 하방에서 눈물막 깨짐이 많이 나타났는데, 이는 카보머 성분이 식염수에 비해 높은 점도로 중심부에 남아 비수술군과 같은 양상을 보인 것으로 생각된다. Nazm 등<sup>[28]</sup>의 선행연구에서도 수술 후 중심부의 눈물막이 빠르게 깨지는 현상은 수술로 인한 눈의 표면 손상, 눈물 분비 감소, 눈물막 구성성분의 변화 등 다양한 요소가 복합적으로 작용하기 때문이라고 보고하였다. 상대적으로 점도가 낮은 식염수 및 용액 A 점안 시 중심부에서 눈물막 깨짐이 많이 나타났으나, 점안젤 점안 시 점도로 인해 중심부에서 눈물막의 분포가 고르게 유지되어 비수술군에서 관찰되는 양상과 동일하게 나타난다고 생각된다. 또한 이러한 눈물막 깨짐 시작 위치를 평가한 시점인 점안 30분 후의 눈물막 안정성 평가와 종합적으로 보았을 때 비수술군의 경우 모든 점안제 점안 시 NIBUT가 증가하였고, 깨짐 시작 위치는 대부분 하방에서 나타났다. 반면 수술군의 경우 식염수와 용액 A에 비해 점안젤 점안 시 NIBUT의 증가 폭이 더 크고 비수술군과 동일하게 대부분 하방에서 깨짐이 관찰되었다. 이는 점안젤 점안 시 수술군의 눈물막 안정성을 개선시키는 것으로 생각되며, 눈물막 깨짐 시작 위치 평가와 눈물막 안정성이 유지되는 것과 상관성이 있는 것으로 보인다.

안구건조증의 주관적 불편감을 평가하기 위해 OSDI 설문지를 활용하였고, 디지털기기 사용 시 불편감이 증가한다는 선행연구<sup>[20]</sup>를 바탕으로 근거리 작업 시 불편감도 함께 평가하였다. 자각증상 평가에서 비수술군의 경우 식염수 대비 용액 A 및 점안젤 점안 시에 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 그러나 수술군의 경우 식염수 대비 모든 점안제 점안 시 이물감 항목 점수가 높았는데, 이러한 결과는 각막 굴절 수술로 인한 각막 지형도의 변화로 인해 비정상적인 눈물 분포를 보인다는 연구결과와 관련이 있을 것으로 보인다.<sup>[29]</sup> 각막 굴절 수술로 인해 변화된 각막 표면의 눈물막에 점안제의 특정 점도 조절제나 계면활성제와 같은 성분 및 농도가 눈물막을 각막에 고르게 분포되는 데 한계가 있어 퍼짐과 안정성이 감소하게 되며, 이로 인해 이물감 항목에서 불편감이 증가했을 가능성이 있다. 용액 A는 점성증강제를, 점안젤은 카보머 성분으로 인해 식염수보다 높은 점도를 가지고 있다. 이렇게 점도가 높은 점안제 점안 시 눈물막의 일부 영역에서는 지속적이고 고르게 확산되지 않을 가능성이 있으며, 특히 수술군의 불규칙한 각막 표면에는 이러한 불안정성이 더 증가할 것이라고 예상된다. 따라서 눈 표면에 불규칙한 눈물막의 영향으로 비수술군에서 이물감, 흐림, 시력저하에 통계적으로 유의하게 개선시킨 점안제가 수술군에서는 유의한 효과가 나타나지 않았으며, 점성이 가장 높은 점안젤의 경우

는 규칙한 각막형상 위에 고르게 분포되기까지 시간이 소요되므로 오히려 시야 흐림 현상이 통계적으로 유의하게 증가한 것으로 보인다. 하지만 눈부심 항목은 비수술군에서 변화가 없었으나, 수술군에서는 식염수, 점안용액 및 점안젤에 의해 모두 통계적으로 유의하게 개선되어 점안제로 인해 수술군의 눈부심이 완화되었다.

본 연구에서는 굴절교정술 여부에 따라 점안제가 미치는 영향에 차이가 있음을 확인하였다. 다만 본 연구는 각군의 대상 수가 제한적이어서 굴절교정술에 대한 시기와 굴절교정술로 인한 각막의 불규칙도 정도로 따라 분석할 수 없어 점안제의 효능 차이를 좀 더 세분화하여 분석할 수 없었다는 제한점이 있다. 또한 본 연구에서는 점안제의 반복 사용이나 장기간 사용에 따른 누적 효과를 평가하지 않았기 때문에 향후에는 장기적인 효과와 다양한 점안 주기 및 용량 조건을 반영한 추가적인 연구가 필요하다. 그럼에도 불구하고 굴절교정술 여부에 따라 점안제의 선택이 달라져야 한다는 본 연구의 결과는 향후 임상 적용 시 참고할 수 있는 근거를 제공하였다고 사료된다.

## 결론

본 연구 결과 비수술 건성안군의 NIBUT 개선에 효과적인 용액 A가 굴절교정술 건성안에서는 그 효과가 감소하였고, 오히려 점성이 높은 점안젤이 눈물막을 안정시키는 효과가 컸다. 또한 점안젤은 수술군에서 점안 15분 후보다 30분 후의 NIBUT 개선효과가 더 우수하여 수술군에서 눈물막 안정성을 장시간 유지하기 위해서는 적절하게 사용될 수 있는 점안제로 여겨진다. 이는 수술 후 변화된 각막 형상과 점안제의 물리적 특성 간 상호작용에 따른 결과로 해석될 수 있으며, 점안젤의 지연 분산 효과가 장시간 안정성 유지시킨 것으로 보인다. 자각증상은 수술군에서의 점안제의 효과가 더 우수하였으며, 특히 모든 점안제에서 눈부심이 통계적으로 유의하게 개선된 것은 광학적 노출 증가에 따른 민감도가 완화되었음을 나타낸다. 비수술군에서는 자각증상의 개선이 통계적으로 유의한 경우가 더 적었으나, 근거리 작업으로 인한 불편감은 수술군과 비수술군 모두 점안제에 의해 개선됨을 알 수 있었다. 이 상에서와 같이 본 연구를 통하여 굴절교정술 시술 여부에 따라 점안제의 선택이 달라져야 함을 밝혔다.

## REFERENCES

- [1] Lee SW, Choi TH, Lee HB. Comparison of wavefront guided customized ablation vs. conventional ablation. J Korean Ophthalmol Soc. 2003;44(11):2607-2614.

- [2] Kim T, Alió del Barrio JL, Wilkins M, et al. Refractive surgery. *Lancet*. 2019;393(10185):2085-2098. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)33209-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)33209-4)
- [3] Kim H. Prevalence of dry eye in Korean adults who have and have not undergone refractive surgery: the Korea national health and nutrition examination survey (KNHANES), 2010-2011. *J Korean Ophthalmic Opt Soc*. 2018;23(4):283-291. DOI: <https://doi.org/10.14479/jkoos.2018.23.4.283>
- [4] Chao C, Golebiowski B, Stapleton F. The role of corneal innervation in LASIK-induced neuropathic dry eye. *Ocul Surf*. 2014;12(1):32-45. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtos.2013.09.001>
- [5] Toda I. Dry eye after LASIK. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2018;59(14):DES109-DES115. DOI: <https://doi.org/10.1167/iovs.17-23538>
- [6] Shin YJ. Recent treatment of dry eye. *J Korean Med Assoc*. 2019;62(4):218-223. DOI: <https://doi.org/10.5124/jkma.2019.62.4.218>
- [7] McCann LC, Tomlinson A, Pearce EI, et al. Effectiveness of artificial tears in the management of evaporative dry eye. *Cornea*. 2012;31(1):1-5. DOI: <https://doi.org/10.1097/ICO.0b013e31821b71e6>
- [8] Semp DA, Beeson D, Sheppard AL, et al. Artificial tears: a systematic review. *Clin Optom(Auckl)*. 2023;15:9-27. DOI: <https://doi.org/10.2147/OPTO.S350185>
- [9] Holly FJ. Artificial tear formulations. *Int Ophthalmol Clin*. 1980;20(3):171-184. DOI: <https://doi.org/10.1097/00004397-198002030-00016>
- [10] Mamer K, Møller PM, Dillon M, et al. Viscous carbomer eye drops in patients with dry eyes- efficacy and safety: a randomized, open, cross-over, multicentre study. *Acta Ophthalmol Scand*. 1996;74(3):249-252. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1600-0420.1996.tb00086.x>
- [11] Kim SR, Lim JA, Jung JH, et al. The effect of artificial tear components on tear film stability of dry eyes in the early stage of soft contact lenses wear. *J Korean Ophthalmic Opt Soc*. 2016;21(3):191-201. DOI: <https://doi.org/10.14479/jkoos.2016.21.3.191>
- [12] Aragona P, Benitez-del-Castillo JM, Coroneo MT, et al. Safety and efficacy of a preservative-free artificial tear containing carboxymethylcellulose and hyaluronic acid for dry eye disease: a randomized, controlled, multicenter 3-month study. *Clin Ophthalmol*. 2020;14:2951-2963. DOI: <https://doi.org/10.2147/OPHTH.S256480>
- [13] Dossari SK. Post-refractive surgery dry eye: a systematic review exploring pathophysiology, risk factors, and novel management strategies. *Cureus*. 2024;16(5):e61004. DOI: <https://doi.org/10.7759/cureus.61004>
- [14] Nair S, Kaur M, Sharma N, et al. Refractive surgery and dry eye - an update. *Indian J Ophthalmol*. 2023;71(4):1105-1114. DOI: [https://doi.org/10.4103/IJO.IJO\\_3406\\_22](https://doi.org/10.4103/IJO.IJO_3406_22)
- [15] Maity M, Allay MB, Ali MH, et al. Effect of different artificial tears on tear film parameters in dry eye disease. *Optom Vis Sci*. 2025;102(1):37-43. DOI: <https://doi.org/10.1097/OPX.0000000000002206>
- [16] Jones L, Downie LE, Korb D, et al. TFOS DEWS II management and therapy report. *Ocul Surf*. 2017;15(3):575-628. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtos.2017.05.006>
- [17] Lee S, Hyung SM, Koh SH, et al. The effect of circle contact lens on the stability of tear film. *J Korean Ophthalmic Opt Soc*. 2015;20(2):125-131. DOI: <https://doi.org/10.14479/jkoos.2015.20.2.125>
- [18] Subbaraman LN, Glasier MA, Varikooty J, et al. Protein deposition and clinical symptoms in daily wear of etafilcon lenses. *Optom Vis Sci*. 2012;89(10):1450-1459. DOI: <https://doi.org/10.1097/OPX.0b013e318269e583>
- [19] Bandlitz S, Peter B, Pflugli T, et al. Agreement and repeatability of four different devices to measure non-invasive tear breakup time (NIBUT). *Cont Lens Anterior Eye*. 2020;43(5):507-511. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.clae.2020.02.018>
- [20] Al-Mohtaseb Z, Schachter S, Lee BS, et al. The relationship between dry eye disease and digital screen use. *Clin Ophthalmol*. 2021;15:3811-3820. DOI: <https://doi.org/10.2147/OPHTH.S321591>
- [21] Che Arif FA, Hilmi MR, Mohd Kamal K, et al. Comparison of immediate effects on usage of dual polymer artificial tears on changes in tear film characteristics. *Mal J Med Health Sci*. 2021;17(3):252-258.
- [22] Schmidl D, Schmetterer L, Witkowska KJ, et al. Tear film thickness after treatment with artificial tears in patients with moderate dry eye disease. *Cornea*. 2015;34(4):421-426. DOI: <https://doi.org/10.1097/ICO.0000000000000358>
- [23] Baudouin C, Labbé A, Liang H, et al. Preservatives in eyedrops: the good, the bad and the ugly. *Prog Retin Eye Res*. 2010;29(4):312-334. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.preteyeres.2010.03.001>
- [24] Phan CM, Ross M, Fahmy K, et al. Evaluating viscosity and tear breakup time of contemporary commercial ocular lubricants on an in vitro eye model. *Transl Vis Sci Technol*. 2023;12(6):29. DOI: <https://doi.org/10.1167/tvst.12.6.29>
- [25] Garcia-Zalznak D, Nash D, Yeu E. Ocular surface diseases and corneal refractive surgery. *Curr Opin Ophthalmol*. 2014;25(4):264-269. DOI: <https://doi.org/10.1097/ICU.0000000000000077>
- [26] Conrady CD, Joos ZP, Patel BCK. Review: the lacrimal gland and its role in dry eye. *J Ophthalmol*. 2016;2016(1):7542929. DOI: <https://doi.org/10.1155/2016/7542929>
- [27] Davidson HJ, Kuonen VJ. The tear film and ocular mucins. *Vet Ophthalmol*. 2004;7(2):71-77. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1463-5224.2004.00325.x>
- [28] Nazm N, Pisudde P, Mukherjee S, et al. Analysis of ocular surface and tear film abnormalities post cataract surgery- small incision cataract surgery V/S phacoemulsification. *Int J Health Sci*. 2022;6(S6):10368-10380. DOI: <https://doi.org/10.53730/ijhs.v6nS6.12745>
- [29] Nettune GR, Pflugfelder SC. Post-LASIK tear dysfunction and dysesthesia. *Ocul Surf*. 2010;8(3):135-145. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1542-0124\(12\)70224-0](https://doi.org/10.1016/S1542-0124(12)70224-0)

## 건성안에서 굴절교정술 여부가 점안제의 임상적 효능에 미치는 영향

손랑<sup>1</sup>, 운동하<sup>1</sup>, 김소라<sup>2</sup>, 박미정<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>서울과학기술대학교 안경광학과, 학생, 서울 01811

<sup>2</sup>서울과학기술대학교 안경광학과, 교수, 서울 01811

투고일(2025년 7월 15일), 수정일(2025년 8월 21일), 게재확정일(2025년 8월 28일)

**목적:** 본 연구에서는 구성성분이 다른 점안제가 굴절교정술 시술 여부가 다른 건성안의 눈물막 안정성과 자각증상에 미치는 영향을 조사하였다. **방법:** 용액 A 및 점안겔을 굴절교정술을 받은 건성안(28안) 및 받지 않은 건성안(33안)에게 점안한 후 눈물막 파괴시간(non-invasive tear film break up time, NIBUT), 눈물막 깨짐 시작 위치, 점안 후 자각증상 및 근거리 작업 후 불편감 등을 식염수 점안 후와 비교하였다. **결과:** 비굴절교정술군에서는 용액 A와 점안겔 점안 후 식염수에 비해 NIBUT를 증가시켰으며, 30분 후까지 유지되는 경향을 보였다. 굴절교정술군에서는 점안겔 점안 30분 후 25.0% 증가하였다. 비굴절교정술군은 식염수와 점안겔 점안 후 특정 부위에서 눈물막 깨짐이 나타난 반면 용액 A 점안 후 하방(54.9%)과 중앙부(27.4%)에서 고르게 깨짐이 나타났다. 굴절교정술군에서는 점안겔 점안 후 하방(60%) 및 중앙부(26%)에서 고르게 깨짐이 나타났다. 비굴절교정술군은 용액 A에 의해 이물감과 시야흐림이 유의하게 개선되었으며, 모든 점안제에 의해 시력저하가 개선되었다. 굴절교정술군에서는 모든 용액에 의해 눈부심이 유의하게 개선되었으나 점안겔에 의해 시야흐림이 증가하였다. 근거리 작업 후 불편감은 비굴절교정술군에서 식염수, 굴절교정술군에서는 모든 용액에서 유의하게 감소하였다. **결론:** 본 연구에서는 점안제의 효과가 굴절교정술 시술 여부에 따라 다름을 확인하였다. 따라서 건성안을 위한 점안제를 선택할 때 굴절교정술 시술 여부를 고려해야 함을 제안한다.

**주제어:** 건성안, 점안제, 굴절교정술, NIBUT, 자각증상