



Changes in Accommodative Function and Subjective Symptoms following Computer Gaming according to the Active Components of Artificial Tears

Hyun Jin Kim¹, Sookhyun Sung¹, In Hye Oh¹, Mijung Park², and So Ra Kim^{2,*}

¹Dept. of Optometry, Seoul National University of Science and Technology, Student, Seoul 01811, Korea

²Dept. of Optometry, Seoul National University of Science and Technology, Professor, Seoul 01811, Korea

(Received August 21, 2019; Revised September 4, 2019; Accepted September 10, 2019)

Purpose: This study was conducted to investigate the effect of artificial tears, which contain active components relieving dryness and eye strain based on changes in accommodative function and subjective symptoms during computer gaming. **Methods:** Thirty subjects in their twenties without eye diseases, systemic diseases, or visual dysfunctions were classified into two groups according to their tear volume: normal eyes and dry eyes. The subjects were administered three different types of artificial tears before and after computer gaming, which were primarily composed of carboxymethyl cellulose sodium (CMC); neostigmine (Neo); and Vitamin A, B6, and E and neostigmine (Neo+Vit). The subjects' accommodative function and subjective symptoms were measured and compared after performing the same task with and without the application of artificial tears. **Results:** Although the accommodative function of normal eyes after computer gaming did not show significant difference from the baseline regardless of instillation of all the three types of artificial tears before gaming, accommodative function in dry eyes demonstrated the most significant effect in terms of monocular accommodative amplitude and monocular and binocular accommodative facilities with the instillation of Neo+Vit. Evaluation of subjective symptoms revealed that artificial tears containing Neo+Vit showed a tendency to improve the subjective symptoms in normal and dry eyes. However, in dry eyes, the general and ocular subjective symptoms scores were significantly decreased with the instillation of CMC, and a significant reduction in general discomfort, dizziness, eye strain, and eye fatigue was noted. **Conclusions:** From these results, it was revealed that instillation of artificial tears containing components that relieving eye strain was effective in improving accommodative function and subjective symptoms when working with a digital display. However, their effectiveness differed depending on the subjects' tear volume. In case of dry eyes with insufficient tear volume, using artificial tears containing Neo+Vit as the active components may be effective for alleviating eye strain.

Key words: Artificial tear, Neostigmine, Vitamin, Asthenopia, Dry eyes, Subjective symptoms, Accommodative function, Computer gaming

서 론

현대 사회의 생활습관 변화에 따라 컴퓨터 및 스마트기기를 통한 근거리 작업 등의 전자기기의 노출 증가로 인해 다양한 원인의 피로 증상이 나타나고 있다. 전자기기의 LED 디스플레이에서 높은 방출량을 보이는 청광(blue light)은 380~500 nm의 단파장으로 자외선 영역에 근접해 있고 높은 산란성을 가져 눈이 지속적으로 청광에 노출될 경우 초점의 선명한 상을 위한 섬모체근의 작용이 증가하여 조절 피로의 증가를 나타내게 되고, 눈물막 안정성이

감소된 상태에서 보면 시각 성능을 악화시킬 수 있다.^[1-3] 이처럼 전자기기 사용 시에 유발되는 디지털 안구 피로증(digital eye strain)은 안구건조증, 흐림, 복시 등의 안정피로 증상을 보인다.

디스플레이 시청으로 인한 눈의 피로를 감소시키는 방법은 휴식을 취하는 것 외에 청광차단안경, 인공눈물의 사용 등이 있다.^[4] 인공눈물은 눈의 건조감 완화와 윤활효과를 목적으로 사용되는데, 최근에는 피로회복, 초점개선, 충혈 및 가려움 완화 등의 기능성 효과를 가진 인공눈물이 출시되고 있으며 이러한 인공눈물 시장 또한 계속 성

*Corresponding author: So Ra Kim, TEL: +82-2-970-6264, E-mail: srk2104@seoultech.ac.kr

본 논문의 일부내용은 제9회 안경사 국제학술대회에서 포스터로 발표되었음.

장하는 추세이다.^[5,6] 인공눈물의 주성분은 기본적으로 습윤제, 점성증강제, 계면활성제 등이 있으며, 추가적인 성분 함유를 통해 다양한 기능을 나타낼 수 있다. 안정피로 완화를 위해 사용되는 성분인 네오스티그민(neostigmine)은 신경전달 물질인 아세틸콜린 분해 억제제로서 근신경 접합부에서의 자극 전달을 촉진해 섬모체근 수축 지속에 도움을 준다.^[7] 또한 비타민 성분이 사용되기도 하는데, 비타민 A(retinol palmitate)는 상피세포를 보호하여 건조감을 완화하고, 비타민 B6(pyridoxine hydrochloride)는 아미노산의 대사를 촉진하여 눈물 단백질 생성에 도움을 주며, 비타민 E(D- α -tocopherol acetate)는 지질 성분을 보호하고 수분을 유지하여 눈물막 파괴를 지연시킨다.^[8,9]

이에 본 연구에서는 서로 다른 주성분을 함유한 인공눈물의 사용이 디스플레이를 활용한 근거리 작업 시 나타나는 피로도의 감소에 어떠한 영향을 미치는가를 알아보고자 하였다. 즉, 대표적인 유효성분으로 점성증강제인 카르복시메틸셀룰로오스나트륨(carboxymethyl cellulose sodium, 이하 CMC) 또는 아세틸콜린 분해 억제제인 네오스티그민(이하 Neo)을 함유한 인공눈물 2종과 네오스티그민과 건조감 완화효과를 가지는 비타민(이하 Neo+Vit)을 함유한 인공눈물 1종을 선택하여 근거리 작업을 통해 유발되는 눈의 피로에 대한 개선 효과를 조절기능 평가와 자각증상

설문 분석을 통해 알아보하고자 하였다. 또한 연구대상자를 정상안과 건성안으로 분류하여 각기 다른 인공눈물을 투여했을 시 나타나는 조절기능 및 자각증상 개선의 정도를 눈물량에 따라 비교하고자 하였다.

대상 및 방법

1. 연구대상

본 연구는 안질환 및 전신질환이 없고 나안시력 또는 교정시력이 1.0 이상이며 시기능 이상이 없는 20대 성인 30명(남자 17명, 여자 13명, 평균나이 22.4 \pm 4.6세)을 연구대상으로 하였다. 또한 게임 특성에 대한 동일한 조건을 위해 블리자드사에서 개발한 오버워치(Overwatch) 게임을 해본 경험자를 대상으로 진행하였다.

2. 연구조건

본 연구에 사용된 인공눈물은 3종류로 주성분으로 CMC를 함유한 Refresh Tears(Refresh Tears, Allergan, USA), 네오스티그민을 함유한 Eyefeel(Eyefeel, Hanlim Pharm, Korea), 비타민 A, B6, E 및 네오스티그민을 모두 함유한 Eyemeru40EX(Eyemeru40EX, Nitto Medic, Japan)이었다(Table 1).^[10-12] 제조사의 권고 사항에 따른 점안 용량의 경

Table 1. Components of artificial tears

Artificial tears		Ingredients	Formulation
Refresh Tears	Active ingredients	carboxymethylcellulose sodium	5 mg/mL
	Inactive ingredients	oxychloro complex (0.05 mg/mL), sodium chloride, potassium chloride, calcium chloride, magnesium chloride, borax, boric acid, hydrochloric acid, sodium hydroxide, purified water	
Eyefeel	Active ingredients	aminocaproic acid	10 mg/mL
		neostigmine methylsulfate	0.02 mg/mL
		naphazoline HCl	0.02 mg/mL
	Inactive ingredients	chlorpheniramine maleate	0.1 mg/mL
		ethyl ρ -hydroxybenzoate (0.25 mg/mL), propyl ρ -hydroxybenzoate (0.125 mg/mL), chlorobutanol (1.5 mg/mL), boric acid, L-menthol, D-borneol, propylene glycol, water for injection	
Eyemeru40EX	Active ingredients	chlorpheniramine maleate	0.3 mg/mL
		neostigmine methylsulfate	0.05 mg/mL
		potassium L-aspartate	10 mg/mL
	Inactive ingredients	tetrahydrozoline hydrochloride	0.1 mg/mL
		pyridoxine hydrochloride	0.4 mg/mL
		D- α -tocopherol acetate	0.5 mg/mL
Inactive ingredients	retinol palmitate	300 IU	
	chloride benzalkonium solution 10%, disodium edetate hydrate, dibutylhydroxytoluene, polyoxyethylene hardening pigs 60, propylene glycol, I-menthol, D-borneol, DL-camphor, sodium hydroxide, propylene glycol, purified water		

우 CMC를 함유한 인공눈물은 필요 시 증상이 있는 눈에 1~2방울의 점안을 권고하고 있으나 하루 제한량은 별도 표기가 없었고, 0.02 mg/mL의 Neo를 함유한 인공눈물은 1회 2~3방울, 1일 5~6회의 점안을 권하고 있으며, 0.05 mg/mL의 Neo와 비타민을 함유한 인공눈물은 1회 1~3방울, 1일 3~6회의 점안이 권장되고 있다. 컴퓨터 게임 시에 사용된 모니터(C32F391FWK, Samsung, Korea)는 LED 방식의 커브드 디스플레이이며 디스플레이의 크기는 32인치, 해상도는 1920×1080이었고 화면 휘도는 백색 바탕을 기준으로 250 cd/m²이 되도록 설정하였다. 컴퓨터 게임은 3D 그래픽의 하이퍼 FPS 게임인 오버워치로 선정하였다. 실험실 환경의 조도는 100 lux이었으며, 연구대상자가 화면을 보는 거리는 50 cm로 유지되도록 하였다.

3. 연구방법

실험 시작 전 대상자의 비침습적 눈물막 파괴시간(NIBUT)을 측정하여 정상안과 건성안을 분류하였다. 대상자에게 컴퓨터 게임 수행 전에 조절기능 검사를 진행하였고, 컴퓨터 게임을 30분 동안 시행한 후에 조절기능의 변화를 검사하고 자각증상 설문을 하였다.^[13] 이후 최소 30분 동안의 휴식을 취하게 하고 1종의 인공눈물 한 방울(0.03 mL)을 점안하였으며 게임을 30분 동안 진행하였다.^[14] 게임 종료 후에 동일한 인공눈물 한 방울을 다시 한번 점안하여 총 두 번의 점안 후에 조절기능 측정 및 자각증상 설문을 하였고, 작업 전 및 동일한 작업 시 점안 여부에 따른 결과를 비교 분석하였다. 연구에 사용된 인공눈물의 종류를 실험대상자들이 알지 못하도록 동일한 형태의 공병에 담아 무작위 순서로 진행하였다. 실험 시간대에 따른 피로도 차이로 인한 오차를 최소화하기 위해 모든 실험은 오후 4~8시 사이에 수행하였으며, 한 연구조건 하에서의 실험종료 후 최소 30분 이상 휴식을 취하도록 하였고, 대상자의 피로도 누적을 방지하기 위해 하루 최대 2회 연구조건 하에서 실험을 진행하였다.

1) 비침습적 눈물막 파괴시간 측정

각막곡률계(OM-4, Topcon, Japan)를 사용하여 NIBUT를 측정함으로써 눈 피로를 유발하는 안구 건조 증상의 객관적 지표로 활용하였다. 눈막을 충분히 한 후 각막 반사 마이어상이 일그러지는 순간을 측정한 값을 NIBUT로 하였다. NIBUT가 10초 이상일 경우 정상안, 10초 미만일 경우 건성안으로 분류하였다.^[15]

2) 최대조절력 검사

시험렌즈 테에 원거리 굴절이상을 완전교정하여 검사를 시행하였다. 최대조절력은 push-up 방법을 사용하여 단안

및 양안의 조절근점을 측정하고 디옵터(D)로 환산하였으며, 단안의 최대조절력은 우위안의 값을 사용하였다.^[16]

3) 조절용이성 검사

원거리 굴절이상을 완전교정한 상태에서 40 cm 거리에 근거리 0.7 시표를 위치시켜 주시하게 한 후에 ±2.00 D flipper를 사용하여 눈앞에 위치시켰다. +2.00 D 렌즈부터 시작하여 시표가 선명하게 보이는 순간 -2.00 D 렌즈로 반전하여 다시 선명해지는 순간을 1 cpm으로 정하고 1분 동안 왕복한 횟수를 측정하여 단안 및 양안의 검사값을 기록하였다.^[16]

4) 자각증상 평가

자각증상은 virtual reality symptom questionnaire 설문을 바탕으로 진신포로 증상 8가지, 안피로 증상 5가지에 대해 평가하였고, 설문지의 평가는 각 인공눈물을 점안하기 전에 근거리 작업으로 컴퓨터 게임을 30분 동안 수행한 후와 인공눈물을 점안하고 동일한 시간의 작업을 진행한 후로 두 번 진행하여 비교분석 하였다(Table 2).^[17] 또한 인공눈물 종류에 따른 점안 시의 증상을 평가하기 위해 주관적인 변화를 측정하였으며, 설문지는 모두 0점(증상없음)~6점(심함)까지의 척도로 기록하였다(Table 3).

4. 통계처리

본 연구결과는 SPSS version 23.0을 사용하여 분석하였으며, 평균±표준편차로 표시하였다. 정상안과 건성안의 눈

Table 2. Virtual reality symptom questionnaire

General subjective symptoms	Ocular subjective symptoms
General discomfort	Tired eyes
Fatigue	Sore/aching eyes
Boredom	Eyestrain
Drowsiness	Hyperemia
Headache	Difficulty focusing
Dizziness	
Difficulty concentrating	
Nausea	

Table 3. Ocular symptom questionnaire using artificial tears

Feeling of refreshment
Clearness
Itchiness
Dryness
Watery eyes
Cooling

물막 파괴시간 차이는 student's t-test를 사용하여 분석하였고, 근거리 작업 전과 각 인공눈물의 점안 여부에 따른 차이 및 인공눈물 종류에 따른 점안 시의 자각증상 분석은 repeated measure ANOVA와 Bonferroni 검정을 하였다. 점안 여부에 따른 자각증상의 차이는 paired t-test를 사용하여 분석하였으며 p-value가 $p < 0.05$ 일 때 유의한 차이를 나타내는 것으로 판단하였다.

결과 및 고찰

1. 눈물막파괴시간

대상자는 측정된 NIBUT 값을 기준으로 정상안 12명과 건성안 18명으로 각각 분류되었다. 정상안의 NIBUT는 12.31 ± 1.47 sec이었으며, 건성안의 NIBUT는 6.53 ± 1.82 sec로 나타났는데 이는 통계적으로 유의한 차이였다($p = 0.000$) (Fig. 1).

2. 최대조절력의 변화

본 연구에서 근거리 작업으로 설정한 컴퓨터 게임 수행 전에 연구대상자의 단안 및 양안 최대조절력을 기본값으로 하고, 인공눈물을 점안하지 않고 컴퓨터 게임을 30분 수행하거나 또는 컴퓨터 게임 수행 전후에 인공눈물을 점안하고 동일시간 동안 게임을 수행하게 한 후 단안 및 양

안 최대조절력을 각각 측정하여 인공눈물 점안 여부에 따른 최대조절력 변화의 차이를 비교분석 하였다. 정상안의 인공눈물의 주성분에 의한 컴퓨터 게임 전 및 동일한 작업 시의 인공눈물 점안 여부에 따른 단안 및 양안 최대조절력의 변화는 통계적으로 유의하지 않았다(Table 4). 이에 동일한 작업 진행 시 인공눈물 점안 여부에 따른 개인별 최대조절력의 변화를 분석하기 위해 점안 후 최대조절력을 점안을 하지 않은 경우와 비교하여 증감률로 계산하였고, 점안 후 최대조절력의 변화가 $+0.50$ D를 초과하였을 경우를 '증가', -0.50 D를 초과하였을 경우를 '감소', ± 0.50 D 이내로 나타났을 경우를 '변화 없음'으로 분류하였다. 정상안의 개인별 단안 최대조절력 변화는 CMC 점안 시 증가가 50.0%, 감소가 25.0%, 변화 없음이 25.0%로 나타났으며, Neo 점안 시에는 증가가 33.3%, 감소가 16.7%, 변화 없음이 50.0%로 나타났고, Neo+Vit의 점안 시에는 증가가 25.0%, 감소가 25.0%, 변화 없음이 50.0%로 나타났다(Fig. 2A). 따라서 인공눈물의 점안은 근거리 작업으로 인한 안정피로의 결과로 나타나는 최대조절력의 저하를 감소시키는 임상효과가 있음을 알 수 있었으나 인공눈물 주성분에 따른 차이는 관찰할 수 없었다. 반면, 개인별 양안 최대조절력 변화는 CMC의 점안 시에는 증가와 감소가 41.7%로 동일하였고, 변화 없음이 16.7%로 나타났으며, Neo의 점안 시에는 증가가 33.3%, 감소가 25.0%, 변화 없음이 41.7%로 나타났고 Neo+Vit의 점안 시에는 증가가 58.3%, 감소가 8.3%, 변화 없음이 33.3%로 나타나 사용된 3 종류의 인공눈물 가운데 Neo+Vit의 점안 시 양안 최대조절력의 증가 비율이 가장 높음을 알 수 있었다.

건성안의 단안 최대조절력은 Neo+Vit을 점안했을 경우 컴퓨터 게임 전과 인공눈물의 점안 여부에 따른 게임 후 최대조절력의 차이가 유의한 것으로 나타났으며($p = 0.006$), Bonferroni 검정 결과 Neo+Vit을 점안하고 컴퓨터 게임을 수행한 후의 최대조절력이 게임 전 대비 유의하게 높은 것으로 나타났다(Table 5). 동일한 작업 시에 점안 여부에 따른 개인별 단안 최대조절력 변화는 CMC의 점안 시 증

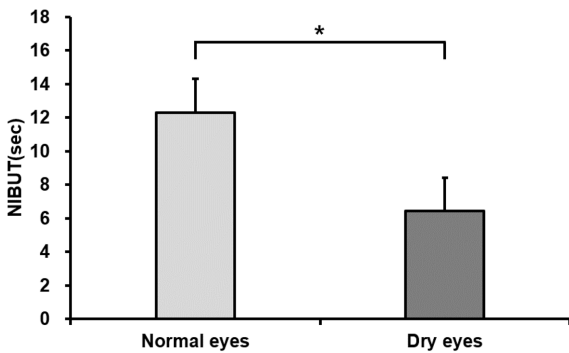


Fig. 1. NIBUTs in normal and dry eyes.

Table 4. Change of accommodative function according to the instillation of artificial tears in normal eyes

Artificial tears	Visual function	Accommodative amplitude (D)		Accommodative facility (D)	
		Monocular	Binocular	Monocular	Binocular
Baseline		11.53±3.31	12.59±3.12	8.75±6.68	9.00±4.92
CMC	Not instillation	10.85±2.37	12.83±3.31	9.42±6.40	10.33±4.38
	Instillation	11.28±1.99	12.98±3.24	10.67±6.62	10.17±4.39
Neo	Not instillation	11.51±2.16	12.55±2.95	9.25±5.50	8.50±4.91
	Instillation	11.80±2.66	12.82±2.76	10.25±5.83	9.33±4.87
Neo+Vit	Not instillation	11.42±2.62	12.28±2.61	10.17±6.03	10.33±5.26
	Instillation	11.50±2.78	12.75±2.70	11.17±6.06	10.75±4.65

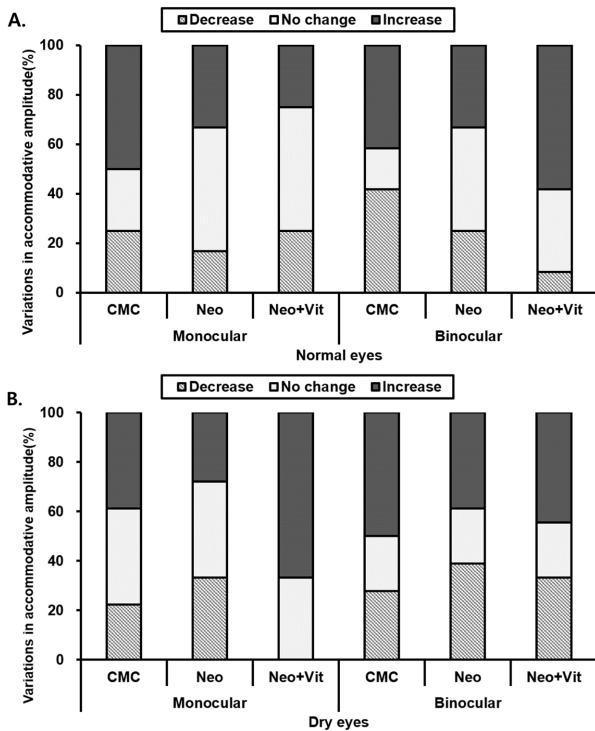


Fig. 2. Relative changes in accommodative amplitude according to the type of artificial tears.

A. Normal eyes / B. Dry eyes

가 및 변화 없음의 비율은 38.9%로 같았으며 감소는 22.2%이었고, Neo의 경우는 증가는 27.8%, 감소가 33.3%, 변화 없음이 38.9%로 나타났고, Neo+Vit 점안의 경우는 증가와 변화없음이 각각 66.7% 및 33.3%이었고 감소는 나타나지 않아 Neo+Vit의 점안 시 근거리 작업 후 최대조절력의 증가비율이 가장 높은 경향을 나타냄을 알 수 있었다(Fig. 2B). 양안 최대조절력의 경우 인공눈물 종류에 따른 작업 전후의 차이는 미미하여 통계적 유의성을 관찰할 수 없었다. 인공눈물을 점안하지 않고 작업한 값과 비교한 점안 후의 개인별 양안 최대조절력 변화는 CMC 점안의 경우 증가가 50.0%, 감소가 27.8%, 변화 없음이

22.2%로 나타났고, Neo 점안의 경우는 증가 및 감소 비율이 38.9%로 동일하였고, 변화 없음이 22.2%로 나타났으며, Neo+Vit 점안의 경우에는 증가가 44.4%, 감소가 33.3%, 변화 없음이 22.2%로 나타나 인공눈물 주성분에 따른 증감비율의 차이가 미미함을 알 수 있었다. 따라서 정상안의 경우 근거리 작업 시에 인공눈물의 점안이 최대조절력에 미치는 영향은 미미하였으나, 건성안의 경우 Neo+Vit을 점안했을 때 작업 전 대비 단안 최대조절력이 증가하는 것으로 나타났다. Göbbels 등의 연구에서 건성안의 경우 정상안에 비해 각막상피 내부로 플루레신 용액이 3배 이상의 속도로 침투하는 것으로 나타났는데 이는 건성안은 각막상피의 손상으로 인해 장벽기능이 약해져 물질의 침투가 쉽기 때문이라고 하였다.^[18] 또한 정상안과 건성안에 동일한 인공눈물을 점안했을 시에 건성안에서 중심각막두께의 유의한 증가를 보였는데, 이를 통해 건성안이 정상안에 비해 인공눈물 흡수 속도가 높아 빠른 효과를 보였던 것으로 생각되며, Neo+Vit의 점안에 의한 섬모체근 수축 유지가 근거리 작업 후에도 최대조절력이 유의하게 증가하는 데 영향을 미쳤던 것으로 판단된다.^[19]

3. 조절용이성의 변화

조절용이성은 조절자극 변화에 대해 조절 및 이완하는 능력을 평가하는 것으로, 근거리 작업 전의 값과 인공눈물의 점안 여부를 달리하여 근거리 작업을 30분간 수행한 후 측정된 값을 각각 비교하였다. 정상안의 단안 조절용이성은 최대조절력의 변화와 유사하게 근거리 작업 전과 인공눈물 점안 여부에 따른 근거리 작업 후 사이에 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다(Table 4). 이에 개인별 조절용이성의 변화를 분석하기 위해 동일한 작업 진행 시 인공눈물 점안 여부에 따른 결과값을 비교하였다. 인공눈물 점안 후 근거리 작업 시 조절용이성이 점안하지 않은 경우보다 +0.50 cpm을 초과했을 시에 ‘증가’, -0.50 cpm을 초과했을 시에 ‘감소’, ± 0.50 cpm 이내로 변화했을 시에 ‘변

Table 5. Change of accommodative function according to the instillation of artificial tears in dry eyes

Artificial tears	Visual function	Accommodative amplitude (D)		Accommodative facility (D)	
		Monocular	Binocular	Monocular	Binocular
	Baseline	12.43±3.53*	13.28±3.65	11.39±6.63*	12.44±6.83*
CMC	Not instillation	11.92±3.34	13.57±3.83	13.33±6.76	13.44±6.54
	Instillation	12.17±3.84	13.76±3.79	13.67±7.11	13.39±6.44
Neo	Not instillation	12.53±3.53	12.93±3.45	14.50±6.16*	13.72±6.80*
	Instillation	12.43±3.96	13.10±3.66	13.83±6.78*	14.39±6.34*
Neo+Vit	Not instillation	11.91±3.62*	13.35±3.69	13.89±6.69*	14.06±6.92*
	Instillation	13.36±4.10*	13.58±3.30	15.61±6.99*	14.78±6.98*

*p<0.05, significantly different according to artificial tear instillation by repeated measure ANOVA

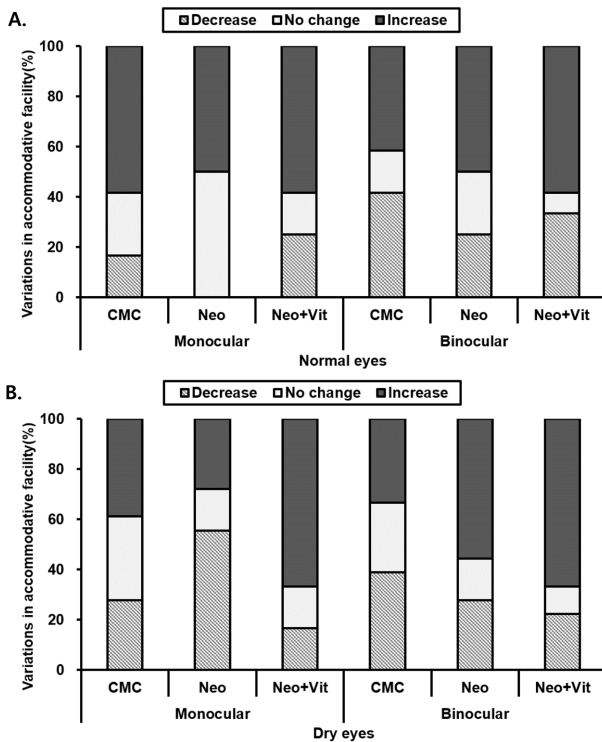


Fig. 3. Relative changes in the accommodative facility according to the type of artificial tears.
A. Normal eyes, B. Dry eyes.

화 없음'으로 분류하여 상대적인 변화양상을 알아보았다. 정상안에서 단안 조절용이성의 개인별 증감비율은 CMC 점안의 경우 증가가 58.3%, 감소가 16.7%이었고, Neo 점안의 경우는 증가가 50.0%이었으나, 감소는 없었고, Neo+Vit 점안의 경우는 증가가 58.8%, 감소는 25.0%로 근거리 작업 시에 CMC 및 Neo+Vit을 사용했을 경우의 단안 조절용이성의 증가비율이 높은 경향을 나타내었다(Fig. 3A). 한편 정상안의 양안 조절용이성은 작업 전과 인공눈물 사용 여부 및 종류에 따른 차이는 유의한 변화를 보이지 않았으나, 개인별 증감비율 분석에서는 CMC 점안의 경우 증가 및 감소가 각각 41.7%로 동일하게 나타났고, Neo 점안의 경우 증가가 50.0%, 감소가 25.0%로 나타났으며, Neo+Vit 점안의 경우 증가가 58.3%, 감소는 33.3%로 나타나 CMC 대비 Neo이 함유된 인공눈물의 점안 시 컴퓨터 게임 후 양안 조절용이성 증가비율이 높은 경향을 보임을 알 수 있었다.

건성안의 단안 조절용이성은 컴퓨터 게임 전 및 게임 작업 시에 인공눈물의 점안 여부에 따른 차이를 비교했을 때 Neo 점안 시 통계적으로 유의한 차이가 관찰되었으나 ($p=0.014$), Bonferroni 검정 결과 인공눈물을 미점안한 상태에서 근거리 작업 후의 조절용이성이 작업 전에 비해 높게 나타났으므로 Neo의 점안으로 인한 영향이 우선이었던 것은 아니라고 생각되었다(Table 5). 반면 Neo+Vit

점안의 경우는 통계적으로 유의한 차이를 나타내었는데 ($p=0.002$), 이는 Neo+Vit를 점안하고 컴퓨터 게임을 수행한 후 측정된 조절용이성이 작업 전 및 점안하지 않은 경우에 비해 유의하게 증가하였기 때문이었다. 건성안에서 개인별 단안 조절용이성의 증감비율 분석에서는 CMC 점안의 경우 증가는 38.9%, 감소는 27.8%로 증감비율의 차이가 크지 않았고, Neo 점안의 경우는 증가가 27.8%, 감소는 55.6%로 감소비율이 높은 경향을 보였던 반면, Neo+Vit 점안의 경우는 증가가 66.7%, 감소는 16.7%로 증가비율이 높게 나타났다(Fig. 3B). 양안 조절용이성에서도 Neo($p=0.03$) 및 Neo+Vit($p=0.03$) 점안의 경우에 근거리 작업 전 및 점안 유무에 따른 작업 후의 값이 통계적으로 유의한 차이를 나타내었는데, 이는 Neo 및 Neo+Vit의 점안을 하고 근거리 작업으로 컴퓨터 게임을 수행한 후의 값이 게임 작업 전에 비해 증가했기 때문이었다. 건성안에서 양안 조절용이성의 개인별 증감비율은 CMC 점안의 경우 증가는 33.3%, 감소는 38.9%로 나타났으며, Neo 점안의 경우는 증가가 55.6%, 감소는 27.8%로 나타났고, Neo+Vit 점안의 경우 증가는 66.7%, 감소는 22.2%로 나타나 아세틸콜린 분해 억제제인 Neo가 함유된 인공눈물인 Neo 및 Neo+Vit 점안 시 근거리 작업 후 양안 조절용이성의 증가비율이 높은 것으로 나타났다. 따라서 근거리 작업 시 인공눈물 점안은 정상안의 조절용이성 평균값 분석에서는 임상적으로 유의한 영향을 미치지 못하는 것으로 나타나, 개인별 분석에서는 단안의 경우는 CMC 및 Neo+Vit, 양안에서는 Neo+Vit 점안일 경우 작업 후 조절용이성의 증가비율이 높은 경향을 나타내었다. 반면, 건성안은 컴퓨터 게임을 통한 근거리 작업 시 Neo+Vit을 점안했을 경우 단안 및 양안 조절용이성은 유의하게 증가하였고, Neo 점안 시 작업 후 단안 조절용이성의 경우는 감소비율이 높은 경향을 나타내었으나, 양안 조절용이성은 통계적으로 유의하게 증가함을 알 수 있었다.

본 연구 결과 근거리 작업 후 Neo+Vit의 점안에 따른 조절기능의 향상이 Neo 점안에 비해 높은 경향을 나타내었으며, 건성안에서의 이러한 효과는 통계적으로도 유의한 것으로 나타났다. 건성안의 경우 불안정한 눈물막으로 인해 시각기능이 저하될 수 있고, 근거리 작업 시에는 눈물막의 불안정이 더욱 커져 시각기능이 악화될 수 있다.^[20] 본 연구의 대상자들의 근거리 작업 전 시기능은 눈물량에 관계없이 모두 정상이었기 때문에, 인공눈물 성분으로 인한 조절기능 향상 효과보다 비타민 성분으로 인한 눈물막의 안정효과로 인해 시각기능이 향상되었을 수 있다. 그러나 Neo+Vit의 점안이 단안 조절기능의 향상을 나타냈기 때문에 조절 효과에 대한 영향을 배제할 수 없으며, Neo와 Neo+Vit의 네오스티그민 함유 용량이 각각 0.02 mg/mL 및

0.05 mg/mL으로 한 방울 점안 시 유효용량이 각각 0.0006 mg 및 0.0015 mg으로 약 2배 이상의 차이를 가지기 때문에 네오스티그민 함유량 차이에 의한 결과일 가능성 또한 완전히 배제할 수 없다.

선행연구에서는 근거리 작업 시 안정피로로 인해 시기능 결과값이 감소하는 것으로 보고되었으나, 본 연구에서는 점안하지 않았을 때 작업 후 조절용이성이 증가하는 결과를 보였다.^[21] 이는 PR 3D 디스플레이로 상영되는 영화를 20분 동안 본 후에 단안 및 양안 조절용이성이 증가하는 결과가 나타났다는 Zhang 등의 연구결과와 유사하였는데, Zhang 등은 이를 시기능 훈련으로 보기에는 불분명하나 대상자가 영상을 3차원의 거리로 인식하여 동적인 효과가 발생하였을 가능성이 있다고 추론하였다.^[22] 따라서 본 연구에서 수행된 근거리 작업 또한 3D 영상 모델링을 기반으로 한 게임으로 화면상의 동적인 움직임이 많았으므로 점안하지 않은 경우의 조절용이성도 증가한 것으로 사료된다.

4. 인공눈물 점안 시 안증상의 변화

인공눈물 종류에 따른 점안 시의 자각증상을 상쾌함, 선명함, 가려움, 건조함, 유루 및 시림의 6가지 항목으로 측정하였다. 인공눈물 종류에 따른 자각증상을 비교한 결과, 정상안과 건성안 모두에서 상쾌함 증상점수가 제일 높게 측정되었으며, 세 인공눈물의 차이는 통계적으로 유의했고(p=0.000), Bonferroni 검정 결과 Neo+Vit 점안 시의 증상점수가 CMC 또는 Neo 점안 시보다 유의하게 높은 것으로 나타났다(Fig. 4). 또한 건성안에서 인공눈물 종류에 따른 시림 증상이 유의한 것으로 나타났는데(p=0.000), Neo+Vit 점안 시의 증상점수가 다른 두 인공눈물에 비해 높은 것으로 나타나 Neo+Vit이 다른 두 인공눈물에 비해 청량감이 높은 것으로 나타났다. Neo와 Neo+Vit에는 멘톨이 들어 있어 상쾌함 및 시림 증상에 영향을 줄 수 있으며, CMC 점안의 경우 상쾌함 증상이 높은 경향을 보였지만 시림 증상은 낮은 것으로 나타나 이는 건조증상의 완화로 인한 효과로 생각되었다.

5. 전신피로 관련 자각증상의 변화

인공눈물을 점안하지 않고 근거리 작업으로 컴퓨터 게임을 30분간 수행하거나 인공눈물을 점안하고 동일한 작업을 수행한 후에 전신팀증상 및 안증상으로 구성된 설문에 대하여 응답하게 한 후 점안 유무에 따른 자각증상 점수를 비교하였다. 정상안의 인공눈물 점안 유무에 따른 전신팀증상 점수의 차이는 CMC 점안의 경우 10.67±6.71점에서 11.67±9.23점으로 1.00점의 증가를, Neo의 경우 11.83±7.16점에서 10.75±6.44점으로 1.08점의 감소를, Neo+Vit의 경우는 10.83±7.59점에서 10.42±8.61점으로 0.41점의 감소를

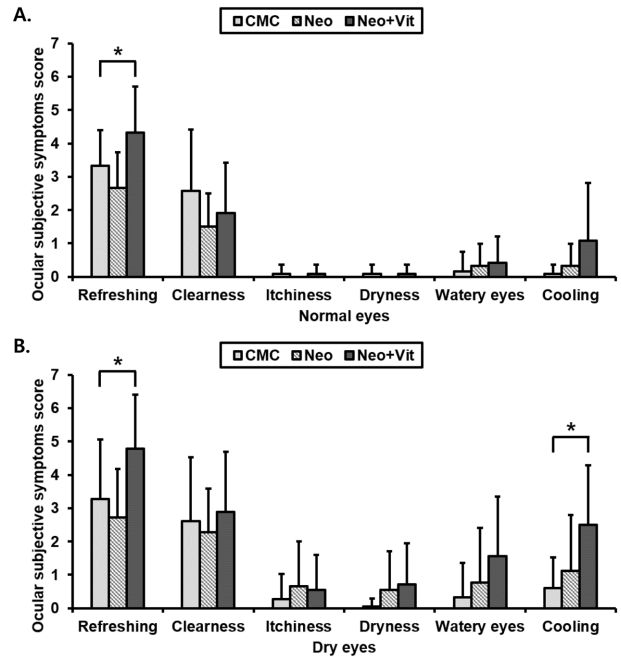


Fig. 4. Ocular subjective symptoms according to the instillation of artificial tears. A. Normal eyes, B. Dry eyes.

나타내어 Neo를 함유한 인공눈물의 점안 시 전신팀증상 점수가 감소하는 경향을 보임을 알 수 있었으나 통계적으로 유의한 차이는 아니었다(Fig. 5A). 또한 동일한 작업 시에

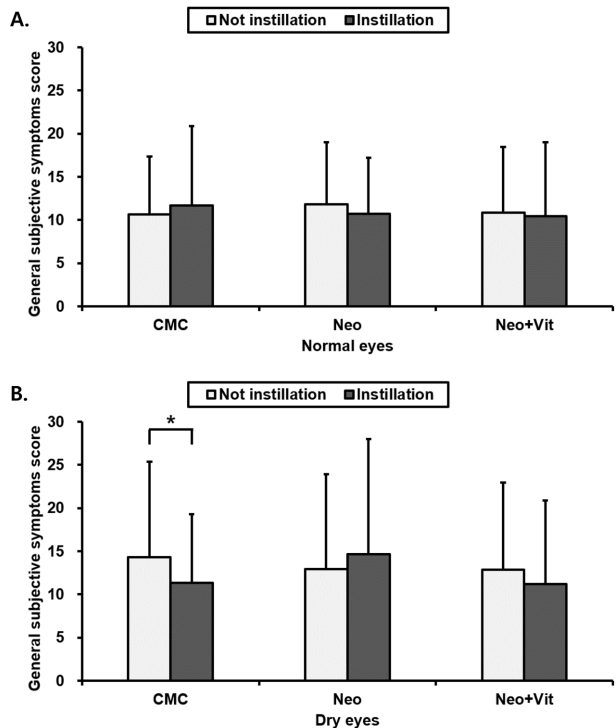


Fig. 5. Total general subjective symptoms score according to the instillation of artificial tears. A. Normal eyes, B. Dry eyes.

Table 6. Change of each general subjective symptom according to the instillation of artificial tears in normal eyes

Subjective symptoms	Artificial tears	CMC		Neo		Neo+Vit	
		Not instillation	Instillation	Not instillation	Instillation	Not instillation	Instillation
General discomfort		0.83±0.94	0.92±1.16	1.50±1.24	1.50±1.09	1.58±1.08	1.67±1.30
Fatigue		2.25±1.36	2.50±1.51	2.92±1.16	2.92±1.08	2.50±1.57	2.42±1.78
Boredom		2.08±1.68	2.08±1.83	2.17±1.90	1.92±1.68	1.83±1.70	2.08±1.88
Drowsiness		1.92±1.68	2.17±1.90	2.42±2.19	2.00±1.91	2.25±2.09	2.08±2.02
Headache		1.17±1.34	1.17±1.59	0.83±1.19	0.75±1.14	0.33±0.89	0.33±0.89
Dizziness		0.67±1.07	0.75±1.14	0.58±0.90	0.33±0.49	0.75±1.06	0.58±0.90
Difficulty concentrating		1.17±1.11	1.42±1.56	0.92±1.44	0.92±1.16	1.17±1.34	1.00±1.65
Nausea		0.58±1.00	0.67±1.23	0.50±1.45	0.42±0.90	0.42±0.79	0.25±0.62

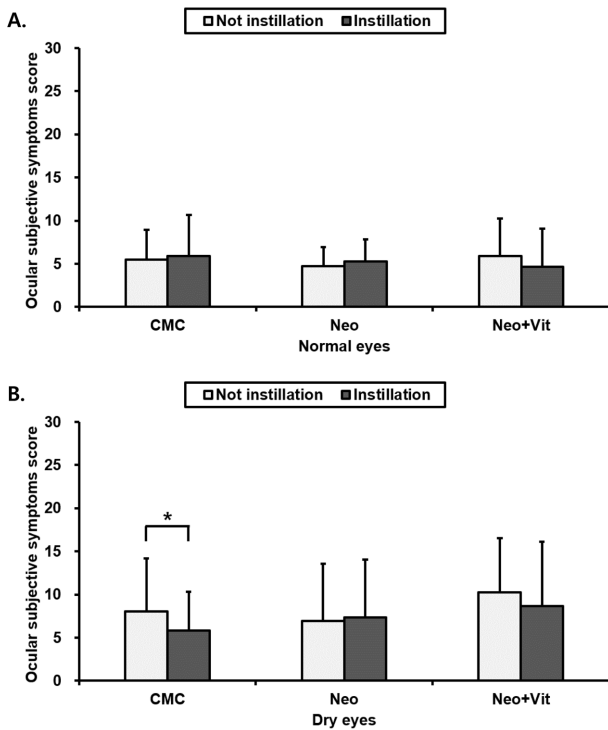


Fig. 6. Total ocular subjective symptoms score according to the instillation of artificial tears. A. Normal eyes, B. Dry eyes.

점안 여부에 따른 항목별 자각증상 점수를 분석한 결과 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 6).

건성안의 전신증상 점수는 인공눈물 미점안 시 14.33±11.05점에서 CMC 점안 시 11.33±7.92점으로 3.00점 가량 통계적으로 유의하게 감소하였다(p=0.029)(Fig. 5B). 반면, Neo 점안 시에는 미점안 시의 12.94±10.94점에서 14.67±13.35점으로 1.72점이 증가하였으며, Neo+Vit의 경우는 미점안 시 12.83±10.10점에서 점안 후 11.22±9.66점으로 1.61점의 감소를 보였으나 유의한 차이는 아니었다. 항목별로 자각증상을 분석한 결과 건성안에서 CMC의 점안 시에 일반적인 불편

감 항목이 2.22±1.73점에서 1.67±1.24점으로 유의하게 감소하였으며(p=0.024), 어지러움 항목이 1.28±1.78점에서 0.78±1.11점으로 유의하게 감소하였다(p=0.039)(Table 7). 따라서 정상안에서 근거리 작업 시에 인공눈물 점안 유무에 따른 전신증상 점수의 차이는 미미했으며, 건성안의 경우 CMC 사용 시에 전신증상 점수가 감소함을 알 수 있었다.

6. 안피로 관련 자각증상의 변화

근거리 작업 30분 후 설문을 통해 안피로 자각증상을 평가한 점수와 점안을 한 후의 동일한 작업을 진행하고 난 뒤의 자각증상 점수를 비교한 결과, 정상안의 안증상 점수는 CMC의 경우 5.50±3.42점에서 5.92±4.74점으로 0.42점의 증가 경향을 보였고, Neo의 경우 4.75±2.18점에서 5.25±2.60점으로 0.50점의 증가 경향을 보였으며 Neo+Vit에서는 5.92±4.29점에서 4.67±4.42점으로 1.25점의 감소 경향을 보였으나 3가지 인공눈물 모두 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다(Fig. 6A). 또한 항목별 자각증상에서도 작업 시에 점안 여부에 따른 점수는 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 8).

건성안의 안증상 점수는 CMC의 경우 8.06±6.09점에서 5.83±4.50점으로 2.23점의 감소를 보였으며 통계적으로 유의한 차이를 나타내었다(p=0.004)(Fig. 6B). Neo의 경우 6.94±6.61점에서 7.33±6.70점으로 0.39점의 증가 경향을 보였고 Neo+Vit에서는 10.28±6.22점에서 8.67±7.47점으로 1.61점의 감소 경향을 보였으나 유의한 차이는 아니었다. 항목별로 자각증상을 분석한 결과 건성안에서 CMC의 점안 시에 눈의 피로 항목이 점안하지 않은 경우에 비해 점안 후에 0.83점 유의하게 감소하였으며(p=0.003), 눈의 긴장 항목은 0.72점 유의하게 감소하였다(p=0.003)(Table 9). 전신증상과 마찬가지로 정상안의 경우 인공눈물 점안 여부에 따른 안증상은 미미한 차이를 보였지만, Neo+Vit의 사용 시 CMC 및 Neo에 비해 작업 후 안증상이 감소하는

Table 7. Change of each general subjective symptom according to the instillation of artificial tears in dry eyes

Subjective symptoms	Artificial tears	CMC		Neo		Neo+Vit	
		Not instillation	Instillation	Not instillation	Instillation	Not instillation	Instillation
General discomfort		2.22±1.73*	1.67±1.24*	2.06±1.30	1.89±1.41	1.83±1.54	1.83±1.69
Fatigue		2.78±1.63	2.28±1.36	2.50±1.82	2.50±1.58	2.56±1.69	2.28±1.56
Boredom		2.22±1.80	2.11±1.68	2.11±1.94	2.28±2.14	2.33±1.88	2.06±1.63
Drowsiness		2.33±1.71	2.00±1.50	2.06±1.66	2.11±2.00	2.22±1.99	2.00±1.61
Headache		1.22±1.59	1.00±1.19	1.33±1.88	1.67±2.00	1.06±1.30	0.94±1.39
Dizziness		1.28±1.78*	0.78±1.11*	1.00±1.71	1.33±1.94	0.72±1.18	0.78±1.26
Difficulty concentrating		1.44±1.58	0.94±1.26	1.06±1.35	1.61±2.06	1.11±1.49	0.78±1.26
Nausea		0.83±1.65	0.56±1.04	0.83±1.65	1.28±1.74	1.00±1.41	0.56±1.04

*p<0.05, significantly different according to artificial tear instillation by paired t-test

Table 8. Change of each ocular subjective symptom according to the instillation of artificial tears in normal eyes

Subjective symptoms	Artificial tears	CMC		Neo		Neo+Vit	
		Not instillation	Instillation	Not instillation	Instillation	Not instillation	Instillation
Tired eyes		2.42±0.79	2.50±1.45	2.42±0.79	2.58±1.31	2.58±1.16	2.25±1.66
Sore/aching eyes		0.58±0.79	0.67±1.15	0.83±1.03	0.83±0.94	0.83±1.19	0.58±0.79
Eyestrain		1.00±0.95	1.17±1.34	0.75±0.75	0.92±1.00	0.83±1.19	0.58±0.79
Hyperemia		0.42±0.79	0.42±0.79	0.25±0.62	0.33±0.49	0.67±0.98	0.33±0.65
Difficulty focusing		1.08±1.38	1.17±1.47	0.50±0.52	0.58±0.90	1.00±1.35	0.92±1.62

Table 9. Change of each ocular subjective symptom according to the instillation of artificial tears in dry eyes

Subjective symptoms	Artificial tears	CMC		Neo		Neo+Vit	
		Not instillation	Instillation	Not instillation	Instillation	Not instillation	Instillation
Tired eyes		2.94±1.70*	2.11±1.41*	2.39±1.79	2.22±1.80	3.44±1.62	2.78±1.59
Sore/aching eyes		1.78±1.66	1.56±1.50	1.67±1.64	1.67±1.78	2.00±1.41	1.83±1.65
Eyestrain		1.78±1.83*	1.06±1.26*	1.44±1.62	1.61±1.85	2.28±1.78	1.83±1.82
Hyperemia		0.44±0.86	0.28±0.57	0.56±0.92	0.61±1.14	1.00±1.14	1.11±1.41
Difficulty focusing		1.11±1.23	0.83±1.04	0.89±1.28	1.22±1.31	1.56±1.76	1.11±1.64

p<0.05, significantly different according to artificial tear instillation by paired t-test

경향을 보였다. 이는 Neo+Vit에는 대표 유효성분인 네오 스티그민과 비타민 이외에도 기타성분으로 멘톨이 함유되어 있어 정상안에서는 청량함에 의한 효과를 크게 느낀 것으로 예상할 수 있다. 건성안은 CMC의 경우 자각증상의 유의한 감소를 나타냈지만, Neo+Vit에서는 감소하는 경향을 보였고 Neo에서는 전신증상과 안증상 모두 증가하는 경향을 보였다. Neo와 Neo+Vit에 함유된 멘톨은 안구 표면 온도를 낮춰주고 부작용 없이 눈물 분비를 증가시키는 효과를 가지고 있어 안구건조증의 치료법으로도

제안되지만, 건성안의 경우 안구표면이 손상되어있기 때문에 자극감을 느낄 수 있다.^[23] 따라서 건성안은 멘톨이 함유된 점안제에서 다른 인공눈물에 비해 자각증상 완화 효과를 느끼지 못했을 수 있다.

이상의 결과를 종합적으로 분석하여 보면 컴퓨터 작업 시에 눈물량의 부족 여부와 관계없이 가장 효과적이었던 인공눈물은 Neo+Vit 함유의 제품으로 아세틸콜린 분해 억제제와 지용성 비타민을 동시에 함유하고 있을 때 조절기능과 자각증상 개선 효과가 우수한 것으로 판단할 수 있

었으나 눈물량이 정상인 사람에게는 건성안에 비해 효과가 다소 미미하게 나타날 수 있음을 알 수 있었다. 본 연구에서는 아세틸콜린 분해 억제제인 Neo을 대표 유효성분으로 함유한 인공눈물과 Neo 이외에 안구보호 효과를 가지는 비타민을 동시에 함유한 Neo+Vit의 효과를 비교하여 근거리 작업으로 인한 안구피로 완화에 우선적으로 영향을 미치는 성분을 분석하고자 하였으나 식품의약품안전처의 허가를 받은 인공눈물 28종 가운데 Neo을 대표성분으로 하는 23종 인공눈물의 Neo 함량은 모두 0.02 mg/mL이었고, Neo와 비타민 A와 E를 모두 함유한 5종 제품의 Neo 함량은 모두 0.05 mg/mL로 비타민 함유 유무에 따라 Neo 함량이 상이^[24]하여 동일 함량의 Neo을 가진 인공눈물을 사용할 수 없었다. 따라서 본 연구에서 나타난 인공눈물의 효과가 비타민 함유 여부 이외에 Neo 함량 차이에 기인하였을 가능성을 완전히 배제할 수 없다는 한계를 가진다.

결 론

본 연구에서는 CMC, Neo 및 Neo+Vit를 주성분으로 하는 인공눈물의 점안이 디스플레이를 활용한 근거리 작업 시에 조절기능과 자각증상 변화에 미치는 영향을 알아보고자 하였다. 그 결과 조절기능에서 눈물량이 정상인 정상안의 경우에는 인공눈물의 주성분의 종류와 관계없이 양안 및 단안의 최대조절력과 조절용이성에 유사한 효과를 나타내며, 눈물량이 부족한 건성안의 경우에는 Neo+Vit 주성분의 인공눈물을 사용하였을 때 최대조절력과 조절용이성 모두 효과적임을 알 수 있었다. 정상안의 경우 자각증상 평가에서 Neo+Vit 함유 인공눈물의 사용 시에 효과를 보였으며, 건성안의 경우 CMC 및 Neo+Vit 함유 인공눈물에서 자각증상 개선 효과가 나타났다.

따라서 근거리 작업 시에 조절기능 및 자각증상 개선을 위하여 건성안에게 Neo+Vit 성분이 함유된 인공눈물의 사용을 권장할 수 있으며, 정상안에게도 제조사의 사용권장 기준에 따라 권장할 수 있다. 그러나 본 연구는 시판 중인 인공눈물을 사용하여 네오스티그민 함유량의 차이가 있었으며, 네오스티그민을 함유한 인공눈물 제조사의 사용 권장에 따라 제한된 점안 횟수로 얻은 결과이므로 인공눈물의 임상적 효능 평가에 대해 보다 정확한 결론의 도출을 위해서는 함유량의 고려 및 사용횟수와 기간을 연장한 연구가 추후 수행되어야 할 것으로 생각된다.

감사의 글

본 연구는 2019년 서울과학기술대학교 교내연구비의 지원으로 수행되었습니다.

REFERENCES

- [1] Kitchel E. The effects of blue light on ocular health. *J Vis Impair Blind*. 2000;94(6):399-403.
- [2] Coles-Brennan C, Sulley A, Young G. Management of digital eye strain. *Clin Exp Optom*. 2019;102(1):18-29.
- [3] Kobashi H, Kamiya K, Yanome K, Igarashi A, Shimizu K. Longitudinal assessment of optical quality and intraocular scattering using the double-pass instrument in normal eyes and eyes with short tear breakup time. *PLoS One*. 2013;8(12):e82427.
- [4] Gowrisankaran S, Sheedy JE. Computer vision syndrome: a review. *Work*. 2015;52(2):303-314.
- [5] Asia Business Daily. Ocular Cell Respiration Activation, Effective for Eye Diseases, 2019. <https://www.asiae.co.kr/article/2019072413512798309>(10 August 2019).
- [6] Maeil Business Newspaper. Artificial Tear Market Floats on Fine Dust, 2018. <https://www.mk.co.kr/news/it/view/2018/03/151586>(10 August 2019).
- [7] Suzuki R. Neuronal influence on the mechanical activity of the ciliary muscle. *Br J Pharmacol*. 1983;78(3):591-597.
- [8] Kobayashi TK, Tsubota K, Takamura E, Sawa M, Ohashi Y, Usui M. Effect of retinol palmitate as a treatment for dry eye: a cytological evaluation. *Ophthalmologica*. 1997; 211(6):358-361.
- [9] Gaby AR. Nutritional therapies for ocular disorders: part three. *Altern Med Rev*. 2008;13(3):191-204.
- [10] Allergan. Refresh tears™ Eye Drops 0.5%, 2017. <https://www.allergan.co.kr/ko-kr/products/list/refresh-tears>(10 August 2019).
- [11] Hanlim. Eyefeel Eye Drops, 2012. http://www.hanlim.com/_ce/data/product/201208/1433435297.pdf(10 August 2019).
- [12] Lion Korea. Eyemiru Eye Drops, 2016. <http://www.eyemiru.co.kr/product.php#01>(10 August 2019).
- [13] Misawa T, Yoshino K, Shigeta S. An experimental study on the duration of a single spell of work on VDT (visual display terminal) performance. *Sangyo Igaku*. 1984;26(4): 296-302.
- [14] Son JS, Kim DS, Kim JH, Kim JD, Hamacher A, Yu DS. The evaluations of phoria and AC/A ratio by watching 3D TV at near. *J Korean Ophthalmic Opt Soc*. 2015;20(3): 319-324.
- [15] Madden RK, Paugh JR, Wang C. Comparative study of two non-invasive tear film stability techniques. *Curr Eye Res*. 1994;13(4):263-269.
- [16] Scheiman M, Wick B. Clinical management of binocular vision: heterophoric, accommodative and eye movement disorders, 3rd Ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2008;18-25.
- [17] Ames SL, Wolffsohn JS, McBrien NA. The development of a symptom questionnaire for assessing virtual reality viewing using a head-mounted display. *Optom Vis Sci*. 2005;82(3):168-176.

- [18] Göbbels M, Spitznas M. Effects of artificial tears on corneal epithelial permeability in dry eyes. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 1991;229(4):345-349.
- [19] Seo SG. The effect of artificial tear application on central corneal thickness in dry eye. *J Korean Ophthalmol Soc*. 2009;50(10):1483-1488.
- [20] Kaido M, Toda I, Oobayashi T, Kawashima M, Katada Y, Tsubota K. Reducing short-wavelength blue light in dry eye patients with unstable tear film improves performance on tests of visual acuity. *PLoS one*. 2016;11(4):e0152936.
- [21] Kang H, Yoo I, Lee JH, Hong H. Effect of application type on fatigue and visual function in viewing virtual reality(VR) device of Google cardboard type. *J Korean Ophthalmic Opt Soc*. 2017;22(3):221-228.
- [22] Zhang L, Zhang YQ, Zhang JS, Xu L, Jonas JB. Visual fatigue and discomfort after stereoscopic display viewing. *Acta Ophthalmol*. 2013;91(2):e149-e153.
- [23] Ahn S, Eom Y, Kang B, Park J, Lee HK, Kim HM et al. JS. Effects of menthol-containing artificial tears on tear stimulation and ocular surface integrity in normal and dry eye rat models. *Curr Eye Res*. 2018;43(5):580-587.
- [24] Ministry of Food and Drug Safety: NeDrug. Search for Medicine, 2019. <https://nedrug.mfds.go.kr/searchDrug>(3 September 2019).

인공눈물의 주성분에 따른 컴퓨터 게임 후 조절기능 및 자각증상의 변화

김현진¹, 성숙현¹, 오인혜¹, 박미정², 김소라^{2,*}

¹서울과학기술대학교 안경광학과, 학생, 서울 01811

²서울과학기술대학교 안경광학과, 교수, 서울 01811

투고일(2019년 8월 21일), 수정일(2019년 9월 4일), 게재확정일(2019년 9월 10일)

목적: 본 연구에서는 안구건조 및 안정피로를 완화시키는 효능을 가진 주성분을 함유하는 인공눈물의 점안이 컴퓨터 게임 작업 시 조절기능과 자각증상의 변화에 미치는 영향을 알아보려고 하였다. **방법:** 안질환 및 전신질환, 시기능 이상이 없는 20대 성인 30명을 눈물량에 따라 정상안과 건성안으로 분류하였다. 컴퓨터 게임 수행 전후에 carboxymethyl cellulose sodium(이하 CMC), neostigmine(이하 Neo), Vit A, B6, E와 neostigmine(이하 Neo+Vit)을 주성분으로 하는 각기 다른 3종류의 인공눈물을 점안한 후 대상자의 조절기능과 자각증상을 측정하여 인공눈물을 점안하지 않은 상태로 동일한 작업을 수행한 경우와 비교분석 하였다. **결과:** 컴퓨터 게임 후 정상안의 조절기능은 세 종류의 인공눈물 모두 점안 유무에 관계없이 작업 전 값과 유의한 차이를 보이지 않았으나 건성안의 조절기능은 Neo+Vit의 점안 시 최대조절력과 조절용이성에서 가장 큰 효과를 나타내어 단안 최대조절력, 단안 및 양안 조절용이성에서 모두 통계적으로 유의한 증가를 나타내었다. 자각증상 평가에서는 Neo+Vit이 함유된 인공눈물의 점안으로 정상안 및 건성안에서의 자각증상이 개선되는 경향을 보였다. 한편, 건성안에서는 CMC 점안 시 전신 및 안증상의 점수가 모두 통계적으로 유의하게 감소하였으며, 항목별 자각증상 분석에서는 전신 불편감, 어지러움, 눈의 긴장 및 눈의 피로 증상이 유의하게 감소하는 것으로 나타났다. **결론:** 본 연구 결과 안정피로 완화 성분을 가진 인공눈물의 점안은 디지털 디스플레이를 활용한 작업 시 조절기능 및 자각증상의 개선에 효과적이며, 인공눈물 사용자의 눈물량에 따라 효과 정도에는 차이가 존재함을 알 수 있었다. 또한 눈물량이 부족한 건성안의 경우는 Neo+Vit이 주성분으로 함유된 인공눈물의 사용이 안정피로 완화에 효과적임을 제안할 수 있겠다.

주제어: 인공눈물, 네오스티그민, 비타민, 안정피로, 건성안, 자각증상, 조절기능, 컴퓨터 게임