

## 컴퓨터 작업으로 인한 눈 피로의 객관적 평가 방법

서영우<sup>1,2</sup> · 김균형<sup>1,3</sup> · 강수연<sup>1,2</sup> · 김성우<sup>1,2</sup> · 오재령<sup>1,2</sup> · 김효명<sup>1,2</sup> · 송중석<sup>1,2</sup>

고려대학교 시기능 연구회<sup>1</sup>, 고려대학교 의과대학 안과학교실<sup>2</sup>, 가천의과학대학교 안과학교실<sup>3</sup>

**목적:** 눈 피로를 객관적으로 평가할 수 있는 방법에 대해 알아보하고자 한다.

**대상과 방법:** 건강한 성인 15명을 대상으로 정해진 컴퓨터 작업을 1시간 시행하여 눈 피로를 유발한 후 설문조사로 작업 전후 주관적인 눈 피로를 평가하였다. 객관적인 눈 피로 평가 방법은 눈물막 파괴시간, 눈보호지수, 결막 충혈도, 눈 깜빡임 없이 참을 수 있는 최대 시간, 안구표면온도, 폭주 및 개산 융합력, 시유발전위도를 작업 전과 직후에 비교 측정하였으며, 눈돌레군 표면근전도는 작업 전 5분 간과 작업 동안 시행하여 변화를 분석하였다.

**결과:** 피검자 모두 작업 후 주관적인 눈 피로도 증가를 보였다. 작업 후 눈물막 파괴시간, 눈보호지수, 눈 깜빡임 없이 참을 수 있는 최대 시간이 유의하게 감소하였으며, 안구표면온도는 유의하게 증가하였다( $P < 0.05$ ).

**결론:** 눈물막 파괴시간, 눈보호지수, 눈을 깜빡이지 않고 참을 수 있는 최대 시간, 안구표면온도가 눈 피로를 객관적으로 평가하는 데 사용될 수 있겠다.

(대한안과학회지 2010;51(10):1327-1332)

인터넷의 등장과 함께 컴퓨터는 현대인의 업무 및 생활에 있어 없어서는 안될 매체가 되었으며, 이러한 컴퓨터 업무가 눈 피로를 가중시킨다는 여러 보고가 있다.<sup>1-3</sup> 최근 들어 휴대용 멀티미디어 재생장치(PMP), 스마트폰, 전자책(e-book) 등 크기가 작고 휴대가 간편하여 어디서나 사용할 수 있는 전자 매체의 개발이 가속화되고 있으며, 그 시장 규모가 폭발적으로 증가하고 있다. 이런 매체의 증가와 관련하여 눈 피로를 가중시키는 환경에 대한 노출이 증가할 것은 쉽게 예상할 수 있다. 또한 휴대용 단말기뿐 아니라 일반 컴퓨터나 텔레비전에서도 기존 방식의 모니터가 아닌 삼차원 영상을 제공하는 3D 텔레비전과 3D 모니터, 그리고 3D 영화가 등장하면서 사람에게 따라서 심한 눈 피로를 호소하는 경우도 증가하고 있다.

새로이 등장하는 매체로 인해 증가되는 눈 피로를 최소화하기 위해서는 각 매체가 어느 정도의 눈 피로를 유발하는지에 대한 평가가 우선하여야 한다. 하지만 현재 눈 피로도 측정은 설문에 의존한 주관적인 평가가 주로 이용될 뿐, 눈 피로도에 대한 객관적인 평가 방법에 대한 기준은 확립

되어 있지 않다. 이에 본 연구는 눈 피로를 객관적으로 평가할 수 있는 방법을 찾아보고자 하였다.

### 대상과 방법

평소 눈의 건조감 등 특별한 안과적 증상이 없고 안과질환이나 안과수술 병력이 없는 정상 성인 15명을 대상으로 하였다. 검사 전 모든 피검자에게 연구에 대한 설명을 하였으며, 사전 동의를 얻은 후 연구를 진행하였다. 작업 전 일상적인 환경에서 눈의 피로를 유발하는 행동을 피하며 충분한 휴식을 취하게 한 후, 1시간 동안 눈의 피로를 유발할 수 있는 정해진 컴퓨터 작업을 수행하도록 하였다. 컴퓨터 작업은 화면에 주어진 단어나 문장을 빠른 시간 안에 그대로 타자하는 게임형식으로 1시간 동안 집중도를 유지할 수 있도록 하였다. 평가는 양안 중 오른쪽 눈을 대상으로 하였다. 작업 전후에 Ames et al<sup>4</sup>이 제안한 설문지를 통해 눈의 주관적인 피로도를 평가하였다(Table 1). 이때 눈 피로도는 0점에서 최대 60점으로 하였다.

작업 전후 눈물막 파괴 시간을 각 5회 측정하였다. 작업 전 5분, 작업 시작 직후부터 5분간, 작업 종료 5분 전부터 작업종료 시까지 각각의 눈 깜빡임 회수를 측정하여 각 시점의 눈 깜빡임 간격의 평균 시간을 구하였으며, 이를 통해 눈보호지수를 산출하였다. 눈보호지수는 눈물막 파괴시간을 눈 깜빡임 간격 시간으로 나누어 구하였으며, 작업 전 눈보호지수는 작업 전 눈물막 파괴시간과 작업 전 눈 깜빡

■ 접수 일: 2010년 5월 7일 ■ 심사통과일: 2010년 7월 15일

■ 책임저자 송 중 석

서울시 구로구 구로2동 80  
고려대학교 구로병원 안과  
Tel: 02-2626-1260, Fax: 02-857-8580  
E-mail: crisim@korea.ac.kr

\* 본 논문의 요지는 2010년 대한안과학회 제103회 추계학술대회에서 구연으로 발표되었음.

**Table 1.** Questionnaire for evaluating ocular fatigue

|                     | None |   | Mild |   | Moderate |   | Severe |  |
|---------------------|------|---|------|---|----------|---|--------|--|
|                     | 0    | 1 | 2    | 3 | 4        | 5 | 6      |  |
| Tired eyes          |      |   |      |   |          |   |        |  |
| Sore/aching eyes    |      |   |      |   |          |   |        |  |
| Irritated eyes      |      |   |      |   |          |   |        |  |
| Watery eyes         |      |   |      |   |          |   |        |  |
| Dry eyes            |      |   |      |   |          |   |        |  |
| Eyestrain           |      |   |      |   |          |   |        |  |
| Hot/burning eyes    |      |   |      |   |          |   |        |  |
| Blurred vision      |      |   |      |   |          |   |        |  |
| Difficulty focusing |      |   |      |   |          |   |        |  |
| Vision discomfort   |      |   |      |   |          |   |        |  |

임 간격 시간으로, 작업 초기 눈보호지수는 작업 전 눈물막 파괴시간과 작업시작 직후 5분간 측정된 눈 깜빡임 간격 시간으로, 작업 직후의 눈보호지수는 작업 직후의 눈물막 파괴 시간과 작업 종료 전 5분간 측정된 눈 깜빡임 간격 시간으로 산출하였다.

눈을 깜빡이지 않고 참을 수 있는 최대 시간은 작업 전 후에 각 3회 측정하여 평균값을 이용하였으며, 결막의 충혈도는 작업 전후 비측과 이측 구결막의 전안부 촬영을 시행하여 Schulze et al<sup>5</sup>이 제안한 구결막 충혈 사진에 따라 구결막 충혈도를 0~100까지 등급화하였다. 안구표면온도는 비접촉 적외선 온도 측정기(BT-020, Easytme, Korea)를 이용하여 각막 중심부 온도를 작업 전후 각 5회 측정하여 평균값을 이용하였다(Fig. 1). 온도를 측정하기 전 피검자를 동일한 온도의 작업 공간에서 20분 이상 있도록 하여 외부 온도가 안구표면온도에 미치는 영향을 최소화하였다.

눈돌레근의 표면근전도를 작업 전 5분간과 작업하는 동안 측정하였다. 표면 전극을 안검연에서 1 cm 하방의 우안 하안검에 부착하고, 접지 전극(ground electrode)을 우측 귓볼에 부착하였으며 보조 전극(reference electrode)을 콧등에 부착하였다. 신호 증폭(amplification)은 10,000으로 하였고, 60 Hz 필터를 사용하였으며, 저주파 필터는 30 Hz로, 고주파 검출은 500 Hz로 하여 표면근전도(Mendelec<sup>®</sup> Synergy, Oxford Instruments, Surrey, UK)를 측정하였다(Fig. 2). 눈을 찌푸릴 때의 파형을 선별하였으며 5초마다 진폭의 평균을 평가하였다. 시유발전위도검사는 굴절 이상을 교정한 후 16×16의 문양 시유발 전위를 RETIport system (Roland Consult, Germany)을 이용하여 작업 전후 오른쪽 눈에서 측정하였으며 P100의 잠복기(latency period)와 진폭(amplitude)을 구하였다. 폭주와 개산 융합력은 프리즘을 이용하여 측정하였는데, 굴절 이상 교정 후 프리즘의 기저를 외측으로 향하게 하여 낮은 프리즘에서 높은 프리즘으로 바꾸어가며 복시가 발생하는 시점(break point), 또 높은 프리즘 디옵터에서 낮은 프리즘 디옵터로



**Figure 1.** The non-contact thermometer.

바꾸어가며 복시가 없어지는 시점(recovery point)을 각 3회 측정하여 폭주 융합력을 측정하였으며, 프리즘의 기저를 비측으로 향하게 하여 같은 방법으로 3회 측정하여 개산 융합력을 측정하였다.

작업 전 후의 평균 비교는 SPSS 12.0을 이용하여 비모수 검정방법인 Wilcoxon signed rank test를 시행하여 비교하였다.

## 결 과

설문 조사 결과 주관적인 눈 피로도는 작업 전 평균 8.07 ± 6.31에서 작업 후 17.53 ± 6.67로 유의하게 증가하였다 ( $p = 0.001$ ). 눈물막 파괴 시간은 작업 전 7.47초에서 작업 후 5.54초로 유의하게 감소하였으며( $p = 0.001$ ), 눈을 감지 않고 참을 수 있는 최대 시간은 작업 전 23.12초에서 작업 후 17.09초로 유의하게 감소하였다( $p = 0.011$ ) (Table 2). 안구표면 온도는 작업 전 34.16°C였으나 작업 후 34.44°C로 유의하게 증가하였다( $p = 0.041$ ). 외측 구결막의 결막 충혈도는 작업 전후 별 차이를 보이지 않았으나( $p = 0.157$ ), 내측 구결막은 작업 후 다소 충혈이 증가하는

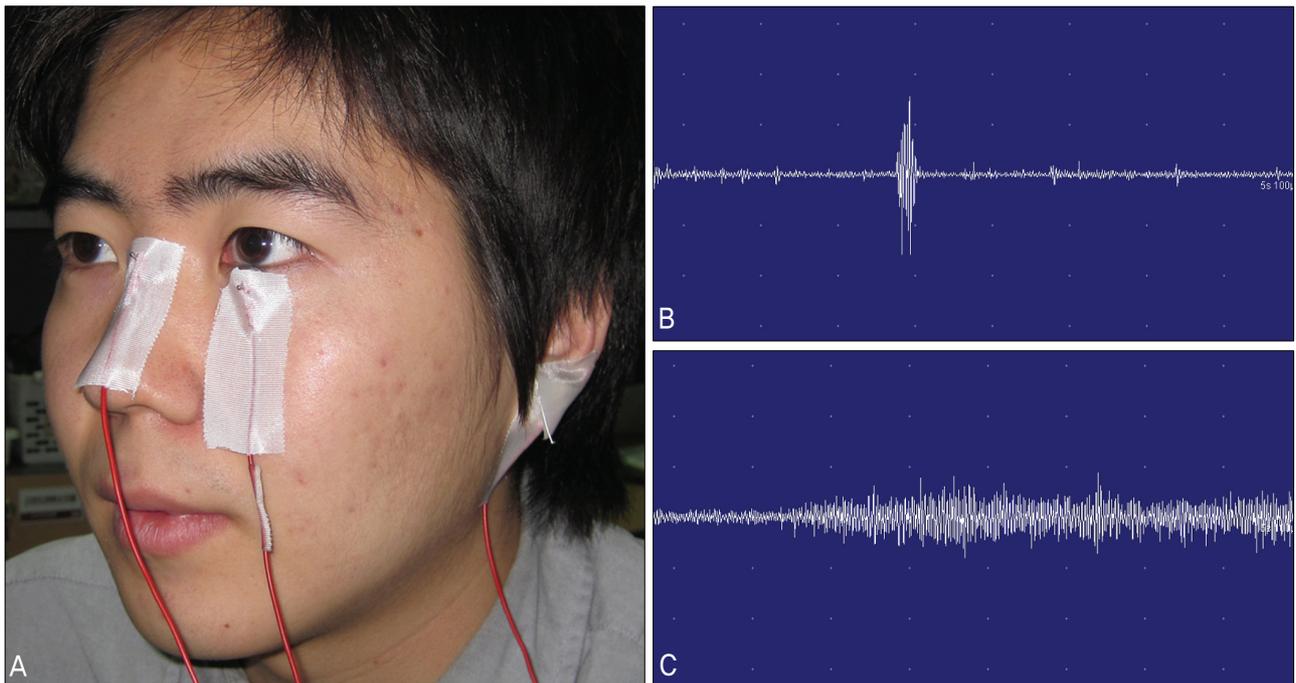
**Table 2.** The results of evaluation for ocular fatigue before and after the visual task

|                                   | Pre            | Post          | <i>p</i>      |       |
|-----------------------------------|----------------|---------------|---------------|-------|
| Tear break-up time (sec)          | 7.47 ± 3.15    | 5.54 ± 2.89   | 0.001         |       |
| Maximal blinking interval (sec)   | 23.12 ± 15.52  | 17.09 ± 14.39 | 0.011         |       |
| Ocular surface temperature (°C)   | 34.16 ± 0.49   | 34.44 ± 0.40  | 0.041         |       |
| Conjunctival hyperemia            | Nasal          | 22.00 ± 7.75  | 0.083         |       |
|                                   | Temporal       | 22.67 ± 7.99  | 22.00 ± 7.75  | 0.157 |
| Fusional convergence*             | Break point    | 20.06 ± 11.45 | 19.27 ± 10.34 | 0.388 |
|                                   | Recovery point | 11.60 ± 6.10  | 11.40 ± 4.68  | 0.615 |
| Fusional divergence*              | Break point    | 9.60 ± 4.37   | 9.73 ± 4.90   | 0.752 |
|                                   | Recovery point | 7.56 ± 3.07   | 7.87 ± 4.44   | 0.722 |
| VEP                               | Latency (sec)  | 99.9 ± 9.36   | 98.53 ± 10.44 | 0.31  |
|                                   | Amplitude (μV) | 4.42 ± 3.36   | 4.11 ± 2.73   | 0.463 |
| Amplitude of surface EMG (μV/sec) | 11.02 ± 2.50   | 11.23 ± 5.53  | 0.441         |       |

\*Prism diopters.

**Table 3.** Blinking rate and ocular protection index before and during the visual task

|                         | Resting     | Initial 5 minute | Last 5 minute | <i>p</i> |
|-------------------------|-------------|------------------|---------------|----------|
| Blinking rate (/ min)   | 17.7 ± 4.61 | 10.0 ± 4.86      | 8.9 ± 4.62    | 0.00     |
| Ocular protection index | 2.16 ± 1.02 | 1.26 ± 0.79      | 0.84 ± 0.58   | 0.00     |



**Figure 2.** (A) The surface electromyography (EMG) of orbicularis oculi muscle. (B) The wave pattern of EMG while a subject blinks. (C) The wave pattern of EMG while a subject squints.

양상을 보였다( $p = 0.083$ ) (Table 2). 폭주 및 개산 융합력과 시유발 전위도의 P100의 잠복기와 진폭은 작업 전후에 유의한 차이를 보이지 않았으며, 표면근전도의 경우도 작업 전에 비해 작업을 하는 동안 유의한 진폭의 변화가 없었다(Table 2).

분당 눈 깜빡임 횟수는 작업 전 17.7회에서 작업 시작 5

분 동안 10.0회로 유의하게 감소하였으며( $p = 0.001$ ), 작업 종료 5분에는 8.9회로 감소하였으나 작업 시작 시와 유의한 차이를 보이지는 않았다( $p = 0.147$ ). 눈보호지수는 작업 전 2.16이었으나 작업 시작 후 1.26으로 유의하게 감소하였으며( $p = 0.001$ ), 작업 종료 직전에는 0.84로 작업 시작에 비해 유의하게 더욱 감소하였다( $p = 0.004$ ) (Table 3).

## 고찰

피로라 하는 용어의 정의 자체가 주관적인 요소를 가지고 있어 피로도에 대한 객관적 측정은 매우 어려우며 대부분 설문지를 이용한 주관적인 평가가 주를 이루고 있다.<sup>6,7</sup> 눈의 피로의 경우도 설문조사를 통해 주관적인 눈 피로 정도를 평가하는 방법이 여러 연구자에 의해 고안 되었으며, 본 연구에서도 Ames et al<sup>4</sup>이 고안한 설문 중 눈 피로에 대한 부분을 사용하여 총점 60점 중 몇 점의 피로도를 보이는지를 평가하였다. 본 연구에서 실시한 1시간의 컴퓨터 작업 후 모든 피검자에서 주관적인 피로도가 증가함을 알 수 있었다.

눈의 피로와 안구 건조증은 관련되어 있는 것으로 알려져 있는데, Toda et al<sup>8</sup>은 눈 피로를 호소하는 환자의 51.4%에서 안구 건조증이 있으며, 안구 건조증 환자의 71.3%가 눈의 피로를 호소한다고 보고한 바 있다. 본 연구에서도 작업 전후 눈물막 파괴 시간이 유의하게 감소하여, 눈의 피로 증가와 안구 건조증 간에 유의한 연관성이 있음을 시사하였다. 눈 깜빡임 횟수는 휴식 때보다 작업하는 동안 감소하는 것으로 알려져 있으며,<sup>3,9</sup> 작업에 집중할수록 이러한 경향이 심해질 수 있다.<sup>10</sup> 본 연구에서도 작업 전보다 작업 시작 후 크게 감소하였으며, 이는 작업 종료 때까지 크게 변하지 않았다. 눈보호지수는 눈물막 파괴시간을 눈 깜빡임 간격 시간으로 나눈 것으로, 이 지수가 1보다 높으면 눈물막이 눈을 뜨고 있는 시간 동안 파괴되지 않지만 1보다 낮으면 눈을 뜨고 있는 시간 동안 눈물막이 유지되지 못하고 파괴되어 안 표면 질환을 유발할 수 있음을 시사한다.<sup>11</sup> 본 연구에서 눈보호지수를 구하기 위해 눈 깜빡임 횟수는 작업 전과 작업 시작 직후 5분, 작업 종료 전 5분에서 측정하였지만, 눈물막 파괴시간은 작업 중단 없이는 잴 수 없기 때문에 작업 전과 작업 시작 직후는 크게 차이가 없을 것으로 생각하여 작업시작 직후의 눈보호지수는 작업 전의 눈물막 파괴 시간을 사용하였으며, 작업 종료 직전과 작업 종료 직후 눈물막 파괴시간도 크게 차이 없을 것으로 생각하여 작업 종료 직전의 눈보호지수 산출 시 작업 직후의 눈물막 파괴 시간을 사용하였다. 환자들은 작업 전 정상적인 눈보호지수를 보였지만, 작업 시작 후 눈 깜빡임의 급격한 감소로 인해 눈보호지수가 낮아졌다. 하지만 작업 시작 시 눈물막 파괴 시간의 급격한 변화는 없으므로 안 보호지수가 1보다 높은 수치를 보였지만, 작업이 진행되면서 눈물막 파괴 시간이 감소하여 작업 종료 때에는 눈보호지수의 평균값이 1보다 낮아지는 현상을 보였다.

일반적으로 눈을 의식적으로 깜빡이지 않고 참으려 하면 눈 표면이 말라감에 따라 눈의 통증이 발생하여 결국 눈을

깜빡이게 된다. 눈 표면이 마르는 시간이 느리거나, 이러한 안통을 더 오래 견딜 수 있다면 눈을 깜빡이지 않고 참을 수 있는 최대 시간이 길어질 것인데, 이러한 요소가 눈의 피로가 증가함에 따라 영향을 받을 수 있을 것으로 예상하여 본 연구에서 이를 측정하였다. 그 결과 작업 전에는 눈 깜빡임을 참는 최대시간이 평균 23.12초였으나, 작업 후 17.09초로 눈 피로가 증가함에 따라 그 시간이 유의하게 짧아짐을 확인할 수 있었다.

정상적인 안구표면 온도는 섭씨 32.9~36도로 보고되고 있으며, 여러 안과질환에서 안구표면 온도는 변화하게 된다.<sup>12-15</sup> Galassi et al<sup>12</sup>은 녹내장환자에서 안구표면 온도가 안구뒤 혈액동력학(retrobulbar hemodynamics) 이상의 표지자(marker)가 될 수 있을 것이라 보고하였으며, Sodi et al<sup>13,14</sup>은 당뇨망막병증과 중심망막정맥폐쇄 시 안구표면 온도가 영향을 받는다고 하였다. 또한 Kim et al<sup>15</sup>은 안구표면 온도가 근달개의 비측 호발성에 대한 내인성 요인이 될 수 있다고 하였다. 본 연구에서 눈 피로가 증가함에 따라 안구표면 온도의 증가를 보였다. 안구표면 온도의 변화가 눈물막 파괴 시간이나 눈 깜빡임 감소 등에 의해 영향을 받는지, 눈 피로가 안구표면 온도에 어떠한 기전으로 영향을 미치는지에 대해서는 더 연구가 필요할 것으로 생각된다.

결막 충혈도의 평가에서 외측 결막은 작업 전후 변화가 없었으나 내측 결막은 작업 후 충혈이 증가하는 경향을 보였다. 이는 통계적으로 유의하지는 않았지만 대상 환자의 수가 증가하고, 눈 피로를 좀 더 유발하는 작업을 시행한다면 유의한 변화가 나타날 수 있어, 추가적인 평가가 필요하리라 생각한다. Murata et al<sup>16</sup>은 컴퓨터 화면 작업 지속 시 시유발전위도의 잠복기가 변화함을 보고하며, 컴퓨터 화면을 보는 작업 시 발생하는 시기능 저하를 시유발전위도로 평가할 수 있을 것이라고 하였다. 그러나 본 연구에서는 작업 전후의 시유발전위도에 유의한 차이를 보이지 않았다. Nahar et al<sup>17</sup>은 눈이 굴절이상이나 눈부심 등 크지 않은 스트레스를 받을 경우 눈을 찌푸리게 되는데 이를 눈돌레근의 표면근전도를 측정하여 정량화함으로써 눈 피로를 객관적으로 평가하는 데 쓰일 수 있다고 보고하였다. 하지만 본 연구에서 1시간 가량의 컴퓨터 작업이 눈을 찌푸리게 하는 굴절이상이나 눈부심을 유발하지는 않아 작업 전후에 유의한 변화를 찾을 수 없었다.

본 연구는 눈 피로를 객관적으로 평가할 수 방법을 찾고자 컴퓨터 작업 전후 다양한 검사를 시행하였다. 따라서 많은 수의 피검자를 대상으로 연구를 진행하기에는 어려움이 있었다. 적은 수의 피검자를 대상으로 하였다는 것이 본 연구가 가진 한계라고 생각을 한다. 그러나 비록 적은 수의 피검자를 대상으로 해도 눈 피로가 증가함에 따라 뚜렷하

게 변화하는 객관적인 지표를 찾을 수 있었다. 이러한 객관적 지표를 통해, 새롭게 개발되는 다양한 매체의 눈 피로 유발 정도를 객관적으로 비교할 수 있고, 이는 새로운 매체가 눈피로 유발을 최소화하는 방향으로 개발될 수 있도록 독려했을 것으로 기대된다. 또한 눈 피로를 유발하는 정도가 큰 것으로 확인된 매체에 대하여 일정 수준 이상의 노출을 줄이도록 권고할 근거 또한 제공할 수 있을 것으로 생각된다. 향후 눈 피로의 증가와 각 지표의 변화 간에 상관관계를 평가하는 추가 연구가 더 많은 수의 환자를 대상으로 시행되어야 할 것이다.

결론적으로, 컴퓨터 작업으로 눈 피로를 유발한 결과 눈물막 파괴시간과 눈을 깜빡이지 않고 참을 수 있는 최대 시간이 감소하고, 안구표면온도가 증가하며, 눈보호지수가 감소하였다. 이러한 평가 방법들이 눈 피로를 객관적으로 평가하는 데 사용될 수 있을 것으로 생각된다.

## 참고문헌

- 1) Scheiman M. Accommodative and binocular vision disorders associated with video display terminals: diagnosis and management issues. *J Am Optom Assoc* 1996;67:531-9.
- 2) Thomson WD. Eye problems and visual display terminals--the facts and the fallacies. *Ophthalmic Physiol Opt* 1998;18:111-9.
- 3) Schlote T, Kadner G, Freudenthaler N. Marked reduction and distinct patterns of eye blinking in patients with moderately dry eyes during video display terminal use. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2004;242:306-12.
- 4) 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;82:168-76.
- 5) Schulze MM, Jones DA, Simpson TL. The Development of Validated Bulbar Redness Grading Scales. *Optom Vis Sci* 2007;84:976-83.
- 6) Cella D, Peterman A, Passik S, et al. Progress toward guidelines for the management of fatigue. *Oncology* 1998;12:369-77.
- 7) Moncrieff G, Fletcher J. Tiredness. *BMJ* 2007;334:1221.
- 8) Toda I, Fujishima H, Tsubota K. Ocular fatigue is the major symptom of dry eye. *Acta Ophthalmol* 1993;71:347-52.
- 9) Himebaugh NL, Begley CG, Bradley A, Wilkinson JA. Blinking and tear break-up during four visual tasks. *Optom Vis Sci* 2009;86:E106-14.
- 10) Kim JS, Cho KJ, Song JS. Influences of computer works on blink rate and ocular dryness in adolescents. *J Korean Ophthalmol Soc* 2007;48:1466-72.
- 11) Ousler GW, Hagberg KW, Schindelar M, et al. The Ocular Protection Index. *Cornea* 2008;27:509-13.
- 12) Galassi F, Giambene B, Corvi A, Falaschi G. Evaluation of ocular surface temperature and retrobulbar haemodynamics by infrared thermography and colour Doppler imaging in patients with glaucoma. *Br J Ophthalmol* 2007;91:878-81.
- 13) Sodi A, Giambene B, Falaschi G, et al. Ocular surface temperature in central retinal vein occlusion: preliminary data. *Eur J Ophthalmol* 2007;17:755-9.
- 14) Sodi A, Giambene B, Miranda P, et al. Ocular surface temperature in diabetic retinopathy: a pilot study by infrared thermography. *Eur J Ophthalmol* 2009;19:1004-8.
- 15) Kim JH, Jeong JH, Ha HS, et al. Relationship Between the Ocular Surface Temperature and the Nasal Predominance in Pterygium. *J Korean Ophthalmol Soc* 2008;49:732-6.
- 16) Murata K, Araki S, Yokoyama K, et al. Accumulation of VDT work-related visual fatigue assessed by visual evoked potential, near point distance and critical flicker fusion. *Ind Health* 1996;34:61-9.
- 17) Nahar NK, Sheedy JE, Hayes J, Tai YC. Objective measurements of lower-level visual stress. *Optom Vis Sci* 2007;84:620-9.

=ABSTRACT=

## The Objective Methods to Evaluate Ocular Fatigue Associated With Computer Work

Young-Woo Suh, MD, PhD<sup>1,2</sup>, Kyun-Hyung Kim, MD<sup>1,3</sup>, Su-Yeon Kang, MD<sup>1,2</sup>, Seoung Woo Kim, MD, PhD<sup>1,2</sup>,  
Jae Ryung Oh, MD, PhD<sup>1,2</sup>, Hyo-Myung Kim, MD, PhD<sup>1,2</sup>, Jong-Suk Song, MD, PhD<sup>1,2</sup>

*The Association for Research in Visual Function, Korea University College of Medicine<sup>1</sup>, Seoul, Korea*  
*Department of Ophthalmology, Korea University College of Medicine<sup>2</sup>, Seoul, Korea*  
*Department of Ophthalmology, Gachon University Gil Medical Center<sup>3</sup>, Incheon, Korea*

**Purpose:** To develop methods for the objective measurement of ocular fatigue.

**Methods:** Fifteen patients were enrolled in the present study. Subjects performed visual tasks on a computer for one hour. A survey of ocular fatigue was conducted with a questionnaire. Tear break-up time, blinking rate, ocular protection index, conjunctival injection, maximal blinking interval, temperature of the ocular surface, and visual evoked potential were evaluated before and immediately after the task. Surface electromyography of the orbicularis oculi muscle was performed before and during the task.

**Results:** The survey showed increases in subjective ocular fatigue in all subjects. Tear break-up time, ocular protection index and maximal blinking interval decreased, while temperature of the ocular surface increased after the task. Conjunctival injection showed a tendency to increase. Electromyography, and visual evoked potential did not change significantly.

**Conclusions:** In the present study, tear break-up time, ocular protection index, maximal blinking interval, and temperature of the ocular surface changed as ocular fatigue increased. Therefore, these measures can be objectively used for the evaluation of ocular fatigue.

J Korean Ophthalmol Soc 2010;51(10):1327-1332

**Key Words:** Asthenopia, Dry eye, Ocular fatigue

---

Address reprint requests to **Jong-Suk Song, MD, PhD**  
Department of Ophthalmology, Korea University Guro Hospital  
#80 Guro 2-dong, Guro-gu, Seoul 152-703, Korea  
Tel: 82-2-2626-1260, Fax: 82-2-857-8580  
E-mail: crisim@korea.ac.kr