



가톨릭 관동의대 한길안과병원 이상목

## 안구건조증 치료와 관련된, 잡다하지만 중요할 수 있는 정보들



### 서론

안구건조증의 '치료'라고 하면 먼저 인공 눈물을 필두로 한 스테로이드, 디쿠아포솔, 사이클로스포린 등의 안약, 안연고를 떠올리는 경우가 많을 것이고, 조금 더 생각해보면 온찜질, 눈꺼풀 세정 등의 관리법, IPL, LipiFlow 등의 장비를 이용한 치료를 떠올릴 수 있을 것입니다. 조금 더 심한 안구건조증을 대상으로 한다면

눈물점폐쇄, 혈청안약, 치료콘택트렌즈 등도 떠올릴 수 있을 겁니다. 하지만 안구건조증 환자의 대다수를 차지하고, 징후는 심하지 않으면서 증상 위주인 분류단계로 치면 경증인 안구건조증의 치료에서 조금 더 도움을 받을 수 있는 부분이 있다면 어떤 부분일까요? 실제 안구건조증 환자들 치료에 약물이나 잘 알려진 치료방법이 아닌 환자 교육 부분에서 도움을 줄 수 있는 것들을 조금 정리해보고자

합니다. 안구건조증 치료는 다른 어떤 질환보다도 환자의 적극적인 협조와 참여가 필요한 질환이어서 환자들에 대한 조언과 교육 또한 중요하다고 생각되기 때문입니다. 다루고 싶은 내용은 많지만 지면 관계상 이번 글에서는 눈깜박임, 환경관리, 적절한 온찜질 방법을 다루려고 합니다.

### 표 1. DEWS II (2017)의 안구건조증 치료 1, 2단계<sup>16</sup>

#### Step 1:

- Education regarding the condition, its management, treatment and prognosis
- Modification of local environment
- Education regarding potential dietary modifications (including oral essential fatty acid supplementation)
- Identification and potential modification/elimination of offending systemic and topical medications
- Ocular lubricants of various types (if MGD is present, then consider lipid containing supplements)
- Lid hygiene and warm compresses of various types

#### Step 2:

If above options are inadequate consider:

- Non-preserved ocular lubricants to minimize preservative-induced toxicity
- Tea tree oil treatment for Demodex (if present)
- Tear conservation
- Punctal occlusion
- Moisture chamber spectacles/goggles
- Overnight treatments (such as ointment or moisture chamber devices)
- In-office, physical heating and expression of the meibomian glands (including device-assisted therapies, such as LipiFlow)
- In-office intense pulsed light therapy for MGD
- Prescription drugs to manage DED
  - Topical antibiotic or antibiotic/steroid combination applied to the lid margins for anterior blepharitis (if present)
  - Topical corticosteroid (limited-duration)
  - Topical secretagogues
  - Topical non-glucocorticoid immunomodulatory drugs (such as cyclosporine)
  - Topical LFA-1 antagonist drugs (such as lifitegrast)
  - Oral macrolide or tetracycline antibiotics

\* 붉은 글씨: 이 글과 관련된 항목

### 본론

#### 눈깜박임(blinking)

눈깜박임은 외부물질이 튀어 들어올 때 우리 눈의 방어에도 중요한 역할을 하지만, 눈물층의 안정성과 안구 표면의 건강 유지에도 중요한 역할을 합니다.<sup>1</sup> 눈깜박임 관련 대표적인 질환으로는 안면신경 마비로 눈깜박임에 상당한 문제가 생겼을 때 발생하는 '노출각막병증'을 들 수 있겠지만, 이와 같이 심한 문제가 생기는 정도까지는 아니더라도, 충분하지 못한 눈깜박임이 안구건조증에 미치는 영향은 매우 크고, 그러한 점을 고려할 때 적절한 눈깜박임의 필요성을 강조하고 교육하는 것도 안과 의사들의 중요한 역할의 하나라고 생각합니다.

그러면 눈물층에 대해서 눈깜박임은 어떤 역할을 할까요? 쉽게 떠오르는 것은 눈물의 세 층을 적절히 배합하고 안구 표면에 배포해 주는 역할을 들 수 있습니다.<sup>2</sup> 그 외에도 눈물펌프를 통해서 눈

물을 코눈물관으로 배출하는 역할도 비교적 잘 알려져 있지만, 마이봄샘에서 meibum을 배출하는 데에도 눈깜박임이 중요한 역할을 한다는 점은 잘 알려지지 않은 것 같습니다. 예전에 마이봄샘 조직에는 눈물샘 등 다른 샘조직에 있으면서 분비물을 배출하기 위해서 짜주는 역할을 하는 myoepithelial cell이 없다는 것을 알게 된 후 과연 어떤 방식으로 meibum이 배출되는지가 궁금했는데, 뒤늦게 교과서에서 눈깜박임이 마이봄샘 분비에 중요하다고 되어 있는 걸 발견하게 되어 깜짝 놀랐던 기억이 있습니다.<sup>3</sup> 그 기전으로는 눈을 깜박일 때 Orbicularis 근육의 수축이 meibum을 짜내는데 기여할 것으로 제시가 되고 있으나, 아직 명확한 증거는 없고 이 설명으로는 나이가 들면서 meibum 분비가 잘 되지 않는 현상을 설명하지 못하는 단점이 있기는 합니다.<sup>4</sup> 하지만 눈깜박임 후에 눈물의 지방층 두께가 두꺼워진 연구 결과들을 고려하면, 눈깜박임이 meibum 분비에 관여하는 것에는 이론의 여지가 없는 것 같습니다.<sup>1,5</sup> 개인적으로는 눈깜박임 과정에서, 볼록 튀어나온 각막에 의한 윗 눈꺼풀판에 대한 마사지가 meibum 분비에 관여할 가능성과, 나이가 들면서 생기는 lid laxity가 meibum 분비 감소에 관여할 가능성을 추측하고 있습니다. 또 한 가지 meibum 분비의 알려진 기전으로는 meibocyte가 끊임없이 생산하는 meibum 증가에 의한 압력이 있습니다.<sup>4</sup> 최근에 완전한 눈깜박임(complete blinking)이 meibum의 배출에 중요한 것으로 보고되고 있고, 젊은 층에서 마이봄샘 기능이상이 많아지고 있는 원인으로 컴퓨터 모니터와 스마트폰 사용 등 주시의 증가로 인한 불완전한 눈깜박임(incomplete blinking)이 대두되고 있습니다.<sup>6-9</sup>

그러면 적절한 눈깜박임 횟수는 어느 정도일까요? 문헌에 따라 다르지만 1분에 8-22번 정도의 눈깜박임이 정상 범위로 보고되고 있습니다.<sup>10-12</sup> 고려대 송종석 교수님이 2007년에 보고한 눈깜박임 횟수와 관련하여 재미있는 연구가 있어서 간단히 소개하려고 합니다. 정보과학고 학생들을 대상으로 눈깜박임 횟수를 분석한 연구였는데, 인터넷 강의를 시청할 때는 눈깜박임 횟수가 1분당 평균 20.63회였으나 게임을 할 때는 분당 5.44회로 큰 차이가 있었습니다.<sup>13</sup> 특히 게임을 할 때 눈 깜박임 횟수는 처음 10분 동안은 평균 5.94회였으나 게임에 몰두한 30~40분 때는 평균 3.39회로 더 줄었으며, Inter-blink interval이 실험 전에 측정한 각 피검사자의 눈물막파괴시간(BUT, 평균 11.62초)보다 길었던 경우도 게임 초기에 27.2%에서 몰두 후 48.2%로 증가하였다고 보고하여, 컴퓨터 게임이 청소년의 안구건조증 유발에 어떻게 영향을 미치는지를 이해하는 데 도움을 주었습니다. 최근에는 눈깜박임 횟수뿐 아니라 완전한 눈깜박임의 중요성이 강조되고 있고, 매일 20분의 눈깜박임 훈련(blinking exercise)이 안구건조증의 증상과 눈물층의 질을 개선시킬 수 있음도 보고되었습니다.<sup>14</sup> 따라서 안구건조증 환자에 대해서도 완전히 감고 2초 정도 멈춘 후 다시 뜨는 동작을 반복하는 눈깜박임 훈련과 주시 작업 시 계속 눈깜박임에 신경 쓰도록 강조하는 것이 중요하겠습니다.

#### 환경관리

안구건조증은 말 그대로 건조라는 환경적인 요인이 중요한 질환입니다. 최근에 안구건조증 실험에 많이 쓰이고 있는 동물모델인 Controlled-environmental chamber model의 경우는 동물실험용

일반 생쥐를 건조한 환경과 일정한 공기의 흐름만을 이용하여 안구건조증을 유발하는 모델로, 실제로 환경적인 요인만으로도 안구건조증을 유발할 수 있다는 것을 동물실험으로 보여준 경우라 하겠습니다.<sup>15</sup> 따라서 안구건조증의 진단과 치료에도 이러한 부분에 대한 감안이 필요하겠습니다. 실제 대부분의 안구건조증 환자들은 환경의 변화와 질병의 경과가 어느 정도 일치되는 것을 볼 수 있습니다. 많은 안구건조증 환자들이 날씨가 습한 여름에 완화되고 날씨가 건조한 겨울에 악화되는 것을 관찰할 수 있고, 여름에 악화되는 경우에는 에어컨, 선풍기 등 다른 요인이 원인이 될 수 있으므로 그런 부분을 환자들의 문진과 교육에 활용할 수 있겠습니다. 자세한 문진에도 그런 요인이 발견되지 않는다면, 여름철에 증가하는 집먼지진드기에 의한 알러지결막염 등 다른 질환 동반 가능성 여부를 고려해봐야 할 수 있습니다. 특히 겨울철이 건조한 우리나라에서는 가슴기를 틀고 중간중간에 환기를 시켜주는 것이 도움이 될 수 있는데, 가슴기 살균제 사건 이후로 가슴기 사용을 꺼리는 경우가 많아서, 가슴기 사용이 도움이 될 수 있음을 강조해주는 것이 좋겠습니다.<sup>16</sup> 전체적인 실내 공기까지 가슴하기가 어렵다면 고글이나 안구건조증용 특수 안경을 사용해 보는 것도 고려해볼 수 있습니다. 안구건조증에서 고글의 효과는 수영 고글이나 특수하게 고안된 고글을 이용한 증례보고가 1970년대에 처음 나온 이후로,<sup>17,18</sup> 조금씩 진화하여 2010년대에는 moist chamber spectacles/goggles의 효과에 대한 논문들로 이어지고 있습니다.<sup>19-22</sup> 이와 같이 안쪽에 습기를 공급할 수 있게 특수하게 고안된 안경이나 고글은 안구 표면의 공기의 흐름을 최소화하고 습한 환경을 만들어 줌으로써 눈물의 증발

을 최소화하는 방법으로, 이러한 논문들을 근거로 DEWS II에서도 Step 2의 치료 방법에 포함되어 있습니다(표 1). 아직 국내에는 도입되지 않았지만, 최근에는 온열기능까지 추가된 고글(Blephasteam<sup>®</sup>)에 대한 논문도 나오고 있습니다.<sup>23,24</sup> 일본의 안구건조증 대가인 Dr. Tsubota 본인도 안구건조증이 심하여, 증상이 심할 때는 비행기를 탈 때 고글을 이용했다고 알려져 있습니다.

또 한 가지, 환경 관리에 대한 부분은 아니지만, 스트레스 관리도 중요한 부분이라고 할 수 있습니다. 이 부분은 해외학회에서 우연히 들었던 Dr. Tsubota의 "happiness"에 대한 강의가 강렬히 기억을 남아있는데, 본인이 심한 안구건조증을 극복한 경험을 토대로 긍정적인 마음가짐과 스트레스 관리가 안구건조증 개선에 얼마나 중요한지에 대한 강의였습니다. 제 경험으로도 환자분들의 증상이 악화될 때 자세한 문진을 해보면 육체적, 정신적 스트레스가 있는 경우를 많이 발견하게 됩니다. 결국 스트레스 자체를 관리하는 것은 환자분 본인의 몫이지만, 스트레스가 안구건조증 악화와 연관될 수 있음을 알려주는 것은 안과 의사의 몫이라고 생각합니다.

**적절한 온찜질 방법**

요즘 온찜질은 이미 많은 안과 의사들이 환자들에게 강조하는 항목이 되었다고 생각합니다. 하지만 적절한 방법을 효과적으로 권하고 있는지는 조금 고민을 해볼 필요가 있을 것 같습니다. 온찜질 방법에 대해서는 처음 논의가 시작되던 시기부터 주도하던 병원에 따라서 방법과 횟수, 시간에 대한 다양한 프로토콜이 제시되었고 그러다 보니 의료진마다 권유하는 방법에도 차이가 있는 것 같습니

다.<sup>25</sup> 최근에는 다양한 온찜질 프로토콜에 따른 효과에 대한 논문들이 나오고 있기 때문에 그 부분을 검토하고 같은 의료기관의 의사들이 의견을 모으고, 의사뿐 아니라 간호사, 간호조무사 등 의료진이 환자 교육에 일관성 있는 의견을 제시하는 것이 환자들의 순응도를 높이는 데 도움이 될 수 있을 것 같습니다. 그 과정의 하나로, 정리되고 문서화된 안내문 또는 안내 동영상을 만들어서 환자들에게 제공하는 것이 의료진 내에서 프로토콜을 일치시키고 환자들의 순응도를 높일 수 있는데 도움이 될 수 있을 것 같습니다(그림1).

온찜질 온도는 일반적으로 40~45도가 가장 권장되고 있습니다. 생리적 상황에서 meibom의 녹는점은 32도 근처이지만, 병적인 상황에서는 45도까지 올라갈 수 있다고 알려져 있어 40도 이상은 되어야 효과가 있다고 인정되고 있고, 45도가 넘으면 화상 등 다른 문제가 생기기 때문입니다.<sup>16</sup> 개인적으로 온찜질을 하다가 눈꺼풀에 경도의 화상을 입었던 환자를 2명 경험한 적 있습니다. 그 때문에

온도와 관련하여 가장 중요하게 강조하는 것은 절대로 뜨겁다는 느낌이 들 정도의 온도로 찜질하지 말라는 것입니다. 문헌상에는 45도로 35분 이상 온찜질했을 때 눈꺼풀 화상이 생긴 보고들이 있으므로 절대로 45도를 넘기지 않는 것이 좋겠고, 대부분은 중간에 찜질도구가 식기 때문에 문제가 되지는 않겠지만 45도 근처에서는 30분 이상은 피하는 것이 좋겠습니다.<sup>26</sup> 제가 경험했던 환자분 중 한 분도 확인해보니 항상 잠이 들면서 온찜질을 하셔서 찜질 시간이 길었는데, 그날 따라 온도가 조금 높게 되어 화상이 발생했던 경우였습니다.

온찜질 지속시간과 횟수에 대해서는 조금 이견이 있습니다. 초창기부터 Moorfields 병원에서는 5분 하루 1-2번을, Wills Eye 병원에서는 15분 하루 4번을 권할 정도로 차이가 있었고, 최근 논문들에서는 10분 하루 1~2회가 주로 이용되고 있습니다. 제 개인적으로는 조금 낮은 온도로, 대신에 조금 길게 하는 것을 권장하고 있습니다. 미국 연수시 지도교수가 20분을 권고하고 있었는데, 곰곰이 생각해보니 열이 눈꺼풀의 심층부에 위치한 tarsus까지 침투하기 위해서는 조금 시간이 필요하기 때문에, 온도를 높이지 않으려면 시간을 좀 늘리는 게 도움이 될 것이라고 생각되기 때문입니다. 논문에 따라서는 화상의 위험 때문에 5~10분 이하로 권고하는 경우도 있는데, 결국 높은 온도로(45도 근처) 짧게 하느냐 미지근한 온도(40도 근처)로 길게 하느냐의 문제라고 생각하고 개인적으로는 후자를 선호하는 편입니다.

예전에 ARVO에서, 당시에 일본에 나와 있는 방법들을 총동원해서 온찜질 효과를 비교한 포스터를 보게 된 적이 있었

**눈 찜질, warm compression**  
아이보정 기능부전 (안검열) 치료

**눈 찜질 온도**  
40~45도 정도. 너무 뜨겁게 하면 화상을 입을 수 있으므로 주의하십시오.

**찜질 방법**  
비염이나 알레르기성 비염이 있다면 눈대 뜨고 찜질하십시오. 눈이 뜨고 찜질하면 눈물 배출이 잘 됩니다. 눈이 뜨고 찜질하면 눈물 배출이 잘 됩니다.

**찜질 시간 및 횟수**  
찜질 시간은 10분 이상을 권장 하지만 15분 이상을 권장합니다. 찜질 후 10분 정도 눈을 쉬고 1시간 정도 휴식을 취하십시오. 1시간 휴식 후 2번 찜질하는 것이 좋습니다. 1시간 휴식 후 2번 찜질하는 것이 좋습니다.

**주의 사항**  
1. 찜질할 때 주의 사항  
눈꺼풀이 붉어지거나 통증이 있을 때는 찜질을 중단하십시오. 눈꺼풀이 붉어지거나 통증이 있을 때는 찜질을 중단하십시오. 눈꺼풀이 붉어지거나 통증이 있을 때는 찜질을 중단하십시오.

**2. 찜질할 때 주의 사항**  
눈꺼풀이 붉어지거나 통증이 있을 때는 찜질을 중단하십시오. 눈꺼풀이 붉어지거나 통증이 있을 때는 찜질을 중단하십시오. 눈꺼풀이 붉어지거나 통증이 있을 때는 찜질을 중단하십시오.

**3. 찜질할 때 주의 사항**  
눈꺼풀이 붉어지거나 통증이 있을 때는 찜질을 중단하십시오. 눈꺼풀이 붉어지거나 통증이 있을 때는 찜질을 중단하십시오. 눈꺼풀이 붉어지거나 통증이 있을 때는 찜질을 중단하십시오.

**4. 찜질할 때 주의 사항**  
눈꺼풀이 붉어지거나 통증이 있을 때는 찜질을 중단하십시오. 눈꺼풀이 붉어지거나 통증이 있을 때는 찜질을 중단하십시오. 눈꺼풀이 붉어지거나 통증이 있을 때는 찜질을 중단하십시오.

**5. 찜질할 때 주의 사항**  
눈꺼풀이 붉어지거나 통증이 있을 때는 찜질을 중단하십시오. 눈꺼풀이 붉어지거나 통증이 있을 때는 찜질을 중단하십시오. 눈꺼풀이 붉어지거나 통증이 있을 때는 찜질을 중단하십시오.

**6. 찜질할 때 주의 사항**  
눈꺼풀이 붉어지거나 통증이 있을 때는 찜질을 중단하십시오. 눈꺼풀이 붉어지거나 통증이 있을 때는 찜질을 중단하십시오. 눈꺼풀이 붉어지거나 통증이 있을 때는 찜질을 중단하십시오.

그림 1. 한길안과병원의 눈찜질 안내문

는데, 수건을 이용한 온찜질이 상용화된 찜질팩보다 효과가 낮았다는 결과를 보고 이상하다고 느꼈던 기억이 납니다. 그때까지는 저도 안구건조증 치료이기 때문에 당연히 습한 환경까지 만들어 줄 수 있는 수건을 이용한 온찜질이 더 나을 거라고 생각했기 때문입니다. 하지만, 젖은 수건을 이용한 온찜질은 수건을 떼 후 피부에 묻은 습기에 의한 기화열로 인해 빠르게 눈꺼풀 온도를 낮추어서 온찜질을 효과를 떨어뜨리기 때문에 이러한 결과가 나온 것으로 설명되고 있습니다.<sup>27</sup> 그 이후, 환자들에게 가능한 수건보다는 어떤 찜질팩이든 찜질팩을 사서 건조한 온찜질을 할 것을 권하고 있고, 너무 식으면 중간에 한 두 번 더 가열하여 미지근한 온도로 20분 이상을 채울 것을 권하고 있습니다. 환자 중에 타월을 적신 후 비닐로 싸서 전자레인지에 돌리는 방법을 물어본 환자가 있었는데, 그 방법은 비닐로 싸서 표면이 습하지 않아서 괜찮은데 대신 너무 뜨거워지지 않도록 조심하라고 조언한 적이 있습니다.

최근에는 마사지를 이용한 온찜질도 환자분들이 많이 문의를 하는데, 온찜질만 놓고 보면 미지근한 온도를 중단 없이 20분 정도 지속할 수 있다는 점은 장점이라고 할 수 있습니다. 하지만, 온찜질과는 달리 마사지 자체의 효과와 부작용에 대해서는 아직까지 명확히 밝혀져 있지 않습니다. 2017년에 발표된 DEWS II 치료편의 Physical treatments for MGD 항목을 보면 Forceful expression, LipiFlow, IPL, Intraductal probing, Debridement scaling만 포함되어 있고 눈마사지(또는 눈주변마사지)는 포함되어 있지 않습니다.<sup>16</sup> 국내의 마사지기 제조회사들이 눈 마사지를 만들면서 온찜질 기능을 추

가하였기 때문에 마사지는 정확한 과학적 근거가 없이 온찜질에 편승해가는 상황으로 생각됩니다. 마사지에 관련되어 보고된 단 두 편의 논문 모두에서 온찜질이 빠진 마사지만의 효과에 대한 분석은 없었으며,<sup>28,29</sup> 제조업체들의 설명 중에는 눈 주변 혈자리에 대한 지압의 효과로 설명하는 경우도 있습니다. 개인적으로 몇몇 눈마사지를 경험해보니 누르는 위치가 Orbital rim을 기준으로 바깥쪽(관자놀이) 부분인 것도 있고 Orbital rim 안쪽인 것도 있습니다. 관자놀이 쪽을 마사지는 것은 상관이 없겠지만, Orbital rim 안쪽인 경우는 일시적인 안압 상승 가능성, 눈에 대한 지속된 충격으로 인한 섬모체소대 손상 가능성 등을 생각해야 하지 않을까 하는 우려가 됩니다. 일단은 환자분이 가지고 있는 눈마사지를 잘 모르기 때문에 1) 관자놀이 쪽 마사지는 문제는 없지만, 효과는 알려져 있지 않음, 2) 눈 쪽에 마사지가 되는 경우에는 가능한 마사지 기능은 끄고 온찜질만 할 것, 마사지 기능이 꺼지지 않으면 최소한으로 할 것을 권유하고 있습니다.

## 결론

안구건조증의 발생기전은 여러 가지 요인들이 있지만, 기본적으로 습한 환경이 유지되어야 하는 우리 눈이 외부의 건조한 환경에 노출되면서 발생하는 질환이라고 볼 수 있습니다. 세포가 살아가려면 습도 유지가 필수적인데, 우리 몸 표면의 대부분에서는 피부의 각질층이 그 역할을 수행하고 있습니다. 하지만 특수한 기능을 위해서 각질이 덮일 수 없는 부분(소화기, 호흡기 등) 움푹 들어가서 필요 없을 때는 닫을 수 있는 구조가 있고, 점액을 생산, 배출하여 필요한 습도를 조절해 나

가게 됩니다. 우리 눈 중 각막은 시각을 위하여 자체적으로 점액을 분비해서 보호할 수 있는 기능마저 없었기 때문에 그를 보완하기 위한 다양한 방법들이 존재하는데, 그 중 대표적인 것이 눈물과 눈감박임일 것입니다. 우리가 사용하는 점안약은 최근에 다양성이 높아지면서 눈물의 다양한 성분들을 보충해주거나 분비를 촉진시키는 역할을 해서 눈물의 기능 부전에 대한 부분은 많이 알려지고 치료에 활용되고 있지만, 눈감박임에 대한 부분, 환경과의 상호작용이라는 점에 대해서는 치료의 현장에서 상대적으로 관심이 높지 못한 것 같습니다. 특히 스마트폰의 과도한 사용 등으로 젊은 층에서도 안구건조증이 늘어나고 있는 상황에서, 눈감박임에 대한 부분은 더욱 중요성이 강조되어야 한다고 생각하고, 계속 업데이트 되고 있는 온찜질 방법에도 좀 더 관심을 가지고 적절한 방법을 효율적으로 환자들에게 교육해 갔으면 하는 마음으로 이 글을 마칩니다. *eyefit*

## References

- Rodriguez JD, Lane KJ, Ousler GW 3rd, et al. Blink Characteristics, Controls, and Relation to Dry Eyes. *Curr Eye Res.* 2018;43(1):52-66. PMID: 29043838
- Lin LK, Gokoffski KK. Eyelids and the Corneal Surface. In: Mannis MJ, Holland EJ, eds. *Cornea: Fundamentals, Diagnosis and Management*, 4th ed. New York: Elsevier, 2017; chap. 4.
- Bohm KJ, Djalilian AR, Pflugfelder SC, Starr CE. Dry eye. In: Mannis MJ, Holland EJ, eds. *Cornea: Fundamentals, Diagnosis and Management*, 4th ed. New York: Elsevier, 2017; chap. 33.
- Knop E, Knop N, Millar T, Obata H, Sullivan DA. The international workshop on meibomian gland dysfunction: report of the subcommittee on anatomy, physiology, and pathophysiology of the meibomian gland. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2011 Mar 30;52(4):1938-78. PMID: 21450915
- Korb DR, Baron DF, Herman JP, et al. Tear film lipid layer thickness as a function of blinking. *Cornea.* 1994 Jul;13(4):354-9. PMID: 7924337
- Wan T, Jin X, Lin L, Xu Y, Zhao Y. Incomplete Blinking May Attribute to the Development of Meibomian Gland Dysfunction. *Curr Eye Res.* 2016;41(2):179-85. PMID: 25835130
- Wang MTM, Tien L, Han A, et al. Impact of blinking on ocular surface and tear film parameters. *Ocul Surf.* 2018 Oct;16(4):424-429. PMID: 29883739
- Golebiowski B, Long J, Harrison K, et al. Smartphone Use and Effects on Tear Film, Blinking and Binocular Vision. *Curr Eye Res.* 2020 Apr;45(4):428-434. PMID: 31573824
- Chu CA, Rosenfield M, Portello JK. Blink patterns: reading from a computer screen versus hard copy. *Optom Vis Sci.* 2014 Mar;91(3):297-302. PMID: 24413278
- Karson CN, Berman KF, Donnelly EF, Mendelson WB, Kleinman JE, Wyatt RJ. Speaking, thinking, and blinking. *Psychiatry Res* 1981;53:243-246.
- Tsubota K, Nakamori K. Dry eyes and video display terminals. *N Engl J Med.* 1993 Feb 25;328(8):584. PMID: 8426634
- Doughty MJ. Consideration of three types of spontaneous eyeblink activity in normal humans: During reading and video display terminal use, in primary gaze, and while in conversation. *Optom Vis Sci* 2001;78(10):712-25. PMID: 11700965
- 김준성,조경준,송종석. 청소년에서 컴퓨터 작업의 종류와 작업 시간이 눈감박임 횟수와 안구건조에 미치는 영향. *대한안과학회지* 2007 Nov;48(11):1466-72.
- Kim AD, Muntz A, Lee J, Wang MTM, Craig JP. Therapeutic benefits of blinking exercises in dry eye disease. *Cont Lens Anterior Eye.* 2020 May 11;51367-0484(20)30087-4. PMID: 32409236
- Barabino S, Shen L, Chen L, et al. The controlled-environment chamber: a new mouse model of dry eye. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2005 Aug;46(8):2766-71. PMID: 16043849
- Jones L, Downie LE, Korb D, et al. TFOS DEWS II Management and Therapy Report. *Ocul Surf.* 2017 Jul;15(3):575-628. PMID: 28736343
- Poirier RH, Ryburn FM, Israel CW. Swimmer's goggles for keratoconjunctivitis sicca. *Arch Ophthalmol.* 1977 Aug;95(8):1405-6. PMID: 889518
- Savar DE. A new approach to ocular moisture chambers. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus.* 1978 Jan-Feb;15(1):51-3. PMID: 739331
- Korb DR, Greiner JV, Glonek T, et al. Effect of periocular humidity on the tear film lipid layer. *Cornea.* 1996 Mar;15(2):129-34. PMID: 8925659
- Korb DR, Blackie CA. Using goggles to increase periocular humidity and reduce dry eye symptoms. *Eye Contact Lens.* 2013 Jul;39(4):273-6. PMID: 23771008
- Ren Y, Chen J, Zheng Q, Chen W. Short-term effect of a developed warming moist chamber goggle for video display terminal-associated dry eye. *BMC Ophthalmol.* 2018 Feb 7;18(1):33. PMID: 29415667
- Ogawa M, Dogru M, Toriyama N, et al. Evaluation of the Effect of Moist Chamber Spectacles in Patients With Dry Eye Exposed to Adverse Environment Conditions. *Eye Contact Lens.* 2018 Nov;44(6):379-383. PMID: 29095724
- Villani E, Garoli E, Canton V, et al. Evaluation of a novel eyelid-warming device in meibomian gland dysfunction unresponsive to traditional warm compress treatment: an in vivo confocal study. *Int Ophthalmol.* 2015 Jun;35(3):319-23. PMID: 24752646
- Doan S, Chiambaretta F, Baudouin C; ESPOIR study group. Evaluation of an eyelid warming device (Blephasteam) for the management of ocular surface diseases in France: the ESPOIR study. *J Fr Ophthalmol.* 2014 Dec;37(10):763-72. PMID: 25282620 Clinical Trial.
- Geerling G, Tauber J, Baudouin C, et al. The international workshop on meibomian gland dysfunction: report of the subcommittee on management and treatment of meibomian gland dysfunction. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2011 Mar 30;52(4):2050-64. PMID: 21450919
- Laura Valencia-Nieto, Andrea Novo-Diez, Marta Blanco-Vázquez, Alberto López-Miguel. Therapeutic Instruments Targeting Meibomian Gland Dysfunction. *Ophthalmol Ther.* 2020 Sep 24(Online ahead of print.). PMID: 32968960
- Arita R, Morishige N, Shirakawa R, Sato Y, Amano S. Effects of Eyelid Warming Devices on Tear Film Parameters in Normal Subjects and Patients with Meibomian Gland Dysfunction. *Ocul Surf.* 2015 Oct;13(4):321-30. PMID: 26031204
- Lee JE, Kim NM, Yang JW, et al. A randomised controlled trial comparing a thermal massager with artificial teardrops for the treatment of dry eye. *Br J Ophthalmol.* 2014 Jan;98(1):46-51. PMID: 24133024
- Michael TM Wang, Jasmine Feng, Joyce Wong, Philip R Turnbull, Jennifer P Craig. Randomised trial of the clinical utility of an eyelid massage device for the management of meibomian gland dysfunction. *Cont Lens Anterior Eye.* 2019 Dec;42(6):620-624. PMID: 31358441