



## REVISIÓN

# Síndrome visual informático: manejo actual basado en la evidencia

*Computer vision syndrome: current evidence-based management*

Álvaro Rodríguez Vega<sup>a,b</sup>✉, Leonidas Traipe Castro<sup>a,b</sup>.

<sup>a</sup> Servicio de Oftalmología, Clínica Las Condes. Santiago, Chile.

<sup>b</sup> Departamento de Oftalmología, Facultad de Medicina, Universidad de Chile. Santiago, Chile.

## INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

### **Historia del Artículo:**

Recibido: 31 07 2023

Aceptado: 21 08 2023

### **Keywords:**

Computer Vision Syndrome;  
Eye Strain; Dry Eye; Screen Time; Blurry Vision.

### **Palabras clave:**

Síndrome Visual Informático; Fatiga Ocular; Ojo Seco; Tiempo de Uso de Pantallas; Visión Borrosa.

## RESUMEN

*El conjunto de molestias oculares asociado al uso de pantallas se denomina Síndrome Visual Informático (SVI), y es un motivo de consulta cada vez más frecuente en la práctica clínica. La etiopatogenia del SVI es multifactorial, por lo que se ha estudiado el uso de diferentes medicamentos, suplementos, filtros y dispositivos para mejorar los síntomas.*

*El uso de pantallas produce una alteración de la superficie ocular que aumenta el riesgo de presentar ojo seco. Por una parte, entre los estudios realizados al respecto, el suplemento con ácidos grasos omega-3, uso de lágrimas artificiales y de secretagogos de mucina han demostrado un beneficio estadísticamente significativo en mejorar los síntomas.*

*En contraparte, no hay evidencia científica que sustente el uso de lentes con filtro de luz azul y a pesar de que los extractos de berries podrían producir una mejora en los síntomas de ojo seco y fatiga visual, aún falta evidencia científica consistente que demuestren su beneficio.*

*Por último, se recomienda evitar tiempos prolongados de uso de pantallas, tomar descansos periódicos y utilizar una postura corporal adecuada, siendo relevante la distancia y orientación de la pantalla.*

*El objetivo de este artículo es evaluar la evidencia científica que existe respecto al SVI.*

## ABSTRACT

*The set of ocular discomforts associated with the use of screens is called Computer Visual Syndrome (CVS), and it is an increasingly frequent reason for consultation in clinical practice. The etiopathogenesis of CVS is multifactorial, so the use of different medications, supplements, filters, and devices to improve symptoms has been studied.*

*The use of screens produces an alteration of the ocular surface that increases the risk of presenting dry eye. On the one hand, among the studies carried out in this regard, the supplementation with omega-3 fatty acids, the use of artificial tears and mucin secretagogues have shown a statistically significant benefit in improving symptoms.*

✉ Autor para correspondencia

Correo electrónico: [arodriguezv@clinicalascondes.cl](mailto:arodriguezv@clinicalascondes.cl)



*On the other hand, there is no scientific evidence to support the use of blue light filter lenses and despite the fact that berry extracts could produce an improvement in the symptoms of dry eye and visual fatigue, there is still a lack of consistent scientific evidence that demonstrates their benefit.*

*Lastly, taking periodic breaks, using proper body posture and avoiding long periods of screen use is recommended, the distance and orientation of the screen being relevant.*

*The objective of this article is to evaluate the scientific evidence that exists in this regard associated with CVS.*

## INTRODUCCIÓN

El uso de pantallas en el trabajo, estudios y recreación ha tenido un aumento progresivo durante las últimas décadas, en especial durante la reciente pandemia COVID-19<sup>1</sup>. A nivel nacional, durante la primera mitad de la pandemia, un 40% de los establecimientos escolares utilizaron la modalidad a distancia, mientras que un 20,1% de los trabajadores se desempeñó en modalidad de teletrabajo<sup>2,3</sup>. Las molestias oculares asociadas al uso de pantallas se denomina Síndrome Visual Informático (SVI) (o *Computer Vision Syndrome* en inglés) el cual se define como el “complejo de problemas oculares y de visión relacionados con el trabajo de cerca experimentado durante el uso del computador” tales como la presencia de ojo rojo, ardor ocular, prurito ocular, visión borrosa, cefalea y pesadez de los párpados, entre otros<sup>4,5</sup>.

Se estima que a nivel internacional la prevalencia del SVI sería de un 66%, teniendo las mujeres un 74% más de riesgo de padecerlo en comparación a los hombres<sup>6,7</sup>.

Si bien existen varios estudios de prevalencia y ensayos clínicos aleatorizados (ECA), se ha observado que, entre ellos, existe una alta heterogeneidad en la definición de los síntomas y signos que forman parte del SVI, sumado a que no todos han utilizado el cuestionario validado *Computer Vision Syndrome Questionnaire* (CVS-Q)<sup>4</sup>.

Frente a la magnitud de un creciente problema de salud pública, es fundamental conocer cuál es la evidencia científica de los dispositivos, medicamentos, prácticas y filtros creados al respecto, por lo que en el siguiente artículo se revisarán los principales estudios en búsqueda de soluciones a los signos y síntomas del SVI.

El síndrome del ojo seco (SOS) es una enfermedad multifactorial de la superficie ocular caracterizada por una pérdida de la homeostasis del *film* lagrimal acompañada de síntomas oculares, produciendo un deterioro en la calidad de vida<sup>8</sup>.

El SOS está directamente relacionado con la clínica que presentan los pacientes con SVI, afectando a un 77,5% de los estudiantes universitarios y a un 67,7% de los trabajadores que utilizaron modalidad a distancia durante la pandemia en nuestro país<sup>9,10</sup>. Las causas de dicha asociación es multifactorial, influyendo factores ambientales, la disminución de la frecuencia de parpadeo al utilizar pantallas, el uso de lentes de contacto y a la presencia

de enfermedades de superficie ocular preexistentes<sup>11-13</sup>. Es por esto la importancia de una completa evaluación oftalmológica para tratar enfermedades tales como blefaritis, queratocono, conjuntivitis alérgica, cirugía refractiva y/o SOS previo, para evitar la aparición y/o empeoramiento de los síntomas<sup>9,10</sup>.

Dentro de los estudios que se han realizado, predominan el uso de ácidos grasos omega-3, secretagogos tópicos de mucina y el de dispositivos para mejorar la frecuencia de parpadeo.

### Ácidos grasos omega-3

Los ácidos grasos omega-3 tienen un efecto antinflamatorio en distintos órganos de nuestro cuerpo, conociéndose previamente el efecto positivo en los pacientes con SOS, mejorando la estabilidad lagrimal y producción de lágrimas<sup>14</sup>.

Para evaluar su beneficio en pacientes usuarios de pantalla con SOS se han realizados dos ECA doble ciego al respecto. En el primero de ellos, se realizó un estudio en pacientes sintomáticos que trabajaban frente al computador, en el que a 220 de ellos se les indicó 360 mg de ácido eicosapentaenoico (EPA) y 240 mg de ácido docosahexaenoico (DHA) durante 90 días y se comparó el resultado con los 236 pacientes que recibieron placebo. Se evaluaron los síntomas mediante el *Dry Eye Questionnaire and Scoring System* (DESS<sup>®</sup>), citología de impresión conjuntival, estabilidad y producción lagrimal. A los 90 días, se encontró que en el grupo tratado con ácidos grasos omega-3 hubo una mejora estadísticamente significativa en todas las mediciones realizadas<sup>15</sup>.

El segundo ECA doble ciego fue realizado por el mismo grupo de investigación, en el que a 256 pacientes se les indicó 720 mg de EPA y 480 mg de DHA durante 45 días y se comparó el resultado con los 266 pacientes que recibieron placebo. Utilizando el doble de dosis en la mitad del tiempo que el estudio anterior, en el grupo de pacientes que recibió ácidos grasos omega-3 se logró una mejora significativa en los síntomas de ojo seco, mejorando la estabilidad lagrimal y citología de impresión conjuntival<sup>16</sup>.

Analizando los resultados sobre el puntaje de ojo seco obtenido en ambos estudios, un metaanálisis demostró que habría una evidencia de baja calidad que sugeriría que la suplementación con ácidos grasos omega-3 se asociaría a una disminución de los síntomas de ojo seco en usuarios de computadores sintomáticos<sup>17</sup>.

### **Secretagogos tópicos de mucina**

Dentro de las causas que producen SOS en usuarios de pantallas, se encuentra la disminución en la expresión de mucinas, las cuales son proteínas glicosiladas claves para proteger y mantener la superficie ocular intacta<sup>18</sup>. Al respecto, se ha estudiado el uso de diquafosol y rebamipida, los cuales son agonistas del receptor P2Y2 de las células caliciformes que producen un aumento de la secreción de mucina<sup>19</sup>. En un ensayo clínico no aleatorizado en pacientes con ojo seco, se comparó el uso de diquafosol al 3% y el de lágrimas artificiales sin preservantes utilizándose en dosis de 6 veces al día por 2 semanas<sup>20</sup>. En comparación al basal, el uso de diquafosol produjo una mejora en la producción, estabilidad de la lágrima y en los síntomas de ojo seco y su afectación en la calidad de vida, cuantificado a través del cuestionario *Dry Eye Related Quality-of-Life Score* (DEQS). Este efecto, se mantuvo por hasta 3 meses. Sin embargo, al comparar los resultados con el grupo que utilizó lágrimas artificiales, no se observó una mejora significativa con respecto a la altura del menisco lagrimal, así como en el DEQS, exceptuando el ítem de sensación de cuerpo extraño<sup>20</sup>. Posteriormente, se comparó la utilización durante 4 semanas de diquafosol al 3% con el de rebamipida al 2% en dosis de 6 y 4 veces al día respectivamente, sin encontrar diferencias estadísticamente significativas en el DEQS ni en la estabilidad del *film* lagrimal, presentando mayor comodidad con el uso de diquafosol que con el de rebamipida<sup>21</sup>.

### **Dispositivos recordatorios**

La frecuencia de parpadeo normal de una persona en reposo es en promedio de 17-18 veces por minuto, disminuyendo hasta 5 veces su valor durante el uso de una pantalla<sup>13,22</sup>. A su vez, en la evaluación oftalmológica de pacientes con SOS se puede medir el tiempo de ruptura lagrimal (*tear breakup time* (TBUT)), que consiste en determinar cuánto tiempo dura la lágrima sobre la superficie ocular, debiendo ser igual o mayor a 10 segundos<sup>23</sup>. Por lo que, en un paciente sano, para mantener la protección ocular en forma permanente, la frecuencia de parpadeo debiese ser de al menos cada 10 segundos, cosa que no ocurre con el uso de pantallas, aumentando la exposición de la superficie ocular a un ambiente no hidratado con el consiguiente daño y disminución del TBUT<sup>24</sup>. Para mejorar la frecuencia de parpadeo al utilizar pantallas, se ha estudiado el uso de distintos softwares que utilizan animaciones para recordar al paciente pestañear, mejorando los síntomas de ojo seco<sup>25,26</sup>. Por otra parte, se han diseñados lentes que se opacan si el usuario no parpadea en un tiempo mayor a 5 segundos, mejorando la estabilidad lagrimal y disminuyendo los síntomas de ojo seco<sup>27</sup>.

### **Extractos de berries**

Se han realizado 7 estudios utilizando extractos de *berries* de maqui (*Aristotelia chilensis*) y distintos tipos de arándanos (*Vaccinium myrtillus L.*, *Vaccinium uliginosum*), con diferentes rangos de dosis (120-550 mg al día) y tiempo de intervención (4-12 semanas).

El mecanismo por el cual utilizar extractos de *berries* mejoraría los síntomas de SVI no está completamente dilucidado. Sin embargo, estudios realizados en modelos animales sugerirían que la antocianina, antioxidante presente en los extractos de *berries*, produciría una relajación del músculo ciliar reduciendo la fatiga visual, y produciría aumento de la secreción lagrimal a través de la disminución o estabilización de especies reactivas de oxígeno<sup>28,29</sup>.

Sobre estudios realizados en humanos, en 3 de ellos el consumo de extractos de arándanos, en dosis de 160, 480 y 550 mg al día durante 6-12 semanas, se asoció a una mejora estadísticamente significativa en la frecuencia crítica de fusión (FCF) cuya definición es la frecuencia en la que una luz parpadeante puede percibirse como continua, medición que es considerado un parámetro para evaluar la fatiga ocular<sup>30-33</sup>. Por otra parte, no se encontró una mejora estadísticamente significativa en la FCF al utilizar 60 mg diarios de extractos de maqui<sup>34</sup>. Analizando en conjunto los resultados de dos estudios que utilizaron extractos de arándanos (480 y 550 mg al día) y de maqui (60 mg al día), un metaanálisis no demostró una mejora estadísticamente significativa en la FCF en comparación al placebo<sup>30-35</sup>.

Por otra parte, 5 estudios en el que se utilizó una dosis diaria de extracto de arándanos en un rango de 120-550 mg durante 6-12 semanas se demostró que el uso de extractos de *berries* se asoció a una mejor amplitud de acomodación, evaluando la mejora en la respuesta pupilar y punto cercano de acomodación (PCA), el cual es medido en dioptrías<sup>31,32,36-38</sup>. Sin embargo, otro estudio utilizando una dosis diaria de 550 mg de extracto de arándanos durante 12 semanas, no demostró una mejora significativa en la función acomodativa según el PCA<sup>30</sup>. Al analizar los resultados comparables de 2 estudios que evaluaron la amplitud de acomodación según el PCA (con dosis de 480 y 550 mg de extractos de arándanos al día durante 8 y 12 semanas, respectivamente), un metaanálisis no demostró una mejora estadísticamente significativa en comparación al placebo<sup>30, 32, 35</sup>.

Por último, se han realizado dos metaanálisis respecto al uso de *berries* y la mejora en síntomas de ojo seco y fatiga visual, arrojando que no habría mejoría significativa en los síntomas de fatiga visual ni tampoco con respecto a los síntomas de ojo seco<sup>35</sup>. Por otra parte, otro metaanálisis analizó 8 síntomas secundarios de ojo seco y fatiga visual incluyendo los resultados de estudios en el que se utilizó extractos de *berries*, encontrando sólo una modesta mejora significativa en la sensación de cuerpo extraño<sup>39-41</sup>.

### **USO DE LENTES CON FILTRO DE LUZ AZUL (LFLA)**

Con el uso de pantallas, la prescripción de lentes con filtro de luz azul (LFLA) se ha masificado en los últimos años, a pesar de que se desconozca el mecanismo exacto por el cual tendrían un potencial beneficio<sup>42</sup>. Estudios previos en cultivos celulares de foto-

rreceptores de murinos y en modelos de animales expuestos a luz LED azul, se demostró que la luz azul provocaba estrés oxidativo, daño celular, apoptosis y necrosis de los fotorreceptores<sup>43,44</sup>. Sin embargo, la cantidad de luz azul que actualmente emiten los dispositivos electrónicos está muy por debajo de la que hay en un día soleado o nublado, siendo en promedio del orden del 0,014% del límite de seguridad establecido por la Comisión Internacional sobre Protección Frente a Radiaciones No Ionizantes<sup>45</sup>.

Sobre estudios realizados en humanos, se han hecho a la fecha tres ECA utilizando LFLA. El primero fue un estudio piloto realizado en 10 residentes de radiología en el que se les asignó al azar la utilización de LFLA o lentes sin filtro de luz azul durante una semana, cambiando a la utilización del grupo contrario durante la semana siguiente. Se evaluaron los síntomas de SVI mediante CVS-Q (16 ítems) y el Inventory Sueco de Fatiga Ocupacional (25 ítems) evidenciándose que en ninguno de los 41 síntomas estudiados se encontró una mejora estadísticamente significativa asociada al uso de LFLA<sup>46</sup>.

El segundo estudio realizado fue un ECA doble ciego en el que a 36 estudiantes universitarios se les asignó al azar la utilización de lentes con alto (60%), bajo (24,2%) y nulo (3,2%) bloqueo de luz azul mientras realizaban una tarea informática durante dos horas. Se realizó un cuestionario evaluando 15 síntomas de SVI antes y después del uso de lentes y se les midió la FCF. De los 15 ítems evaluados, sólo se obtuvo una mejora estadísticamente significativa con el uso de lentes con alto bloqueo de luz azul en los síntomas de dolor alrededor/dentro del ojo, sensación de pesadez y de prurito en los ojos<sup>47</sup>. Por otra parte, se obtuvo una mejora significativa en la FCF utilizando lentes con alto y bajo bloqueo de luz azul<sup>47</sup>.

Por último, Singh et al. realizaron un ECA doble ciego con 120 pacientes con SVI usuarios de computadores, de los cuales la mitad utilizó lentes que presentaban el mayor bloqueo de luz azul disponible en el mercado y la otra mitad utilizó placebo, mientras realizaban una tarea en el computador durante dos horas continuas. Antes y posterior a la tarea, se les realizó un cuestionario que evaluaba 9 síntomas relacionados con el SVI y se midió la FCF, los movimientos oculares, la convergencia y acomodación. El resultado del estudio demostró que no hubo mejora significativa en ninguno de los ítems evaluados<sup>48</sup>.

Analizando en conjunto los resultados obtenidos, un metaanálisis no encontró diferencia significativa en comparación al placebo con respecto a los síntomas de fatiga visual, síntomas de ojo seco, deslumbramiento o visión borrosa<sup>38</sup>. Por lo tanto, a la fecha no hay evidencia científica que sustente el uso de LFLA, como tampoco el uso de filtro de luz azul que se colocan sobre la pantalla, los cuales tampoco han demostrado beneficios en la amplitud acomodativa, respuesta pupilar o mejora en los síntomas del SVI<sup>49</sup>.

## ACOMODACIÓN Y CONVERGENCIA EN EL SVI

El hecho de ver una pantalla requiere enfocar un objeto cercano, lo que se logra mediante la convergencia y acomodación. La convergencia se produce al aducir ambos globos oculares por medio de la contracción en conjunto del músculo recto medial de ambos ojos, mientras que la acomodación se produce al contraerse el músculo ciliar, lo que produce que el cristalino se abombe y aumente su poder dióptrico<sup>50,51</sup>. Es por esto que en la evaluación oftalmológica es importante detectar casos de insuficiencia de la convergencia y en el caso de ser necesario la utilización de lentes, que estos sean prescritos por un profesional, evitando la sobreindicación o sobre corrección de vicios de refracción que signifiquen un mayor esfuerzo acomodativo, con el riesgo de incrementar la probabilidad de presentar SVI al aumentar la dificultad de ver de cerca<sup>52</sup>.

## Prácticas ergonómicas

Al afectarse tanto la convergencia como la acomodación al utilizar pantallas de manera sostenida, es importante saber qué factores externos son los que están involucrados en la aparición de los síntomas, con el objeto de poder tomar medidas básicas para evitarlos<sup>53</sup>. En primer lugar, mediante resultados de estudios de prevalencia se ha establecido que mientras mayor sea el número de horas frente a una pantalla, mayor será la probabilidad de presentar SVI<sup>54,55</sup>. Sobre el número exacto de horas sobre el cual aumenta significativamente el riesgo de presentar SVI, diferentes estudios han establecido que estaría sobre las 4-6 horas diarias de uso<sup>1,12,56-59</sup>.

Además, al momento de utilizar pantallas es importante tomar descansos cada 20-60 minutos mirando objetos lejanos, con el objetivo de relajar la musculatura ocular asociado a la convergencia y acomodación y también aumentar la frecuencia de parpadeo, mejorando la sintomatología del SOS<sup>58,60-62</sup>. El hábito de no tomar descansos aumenta el riesgo de presentar SVI en 2,24 veces<sup>7</sup>. Es por esto que se han empleado estrategias para recordar cómo hacer las pausas, siendo una de ellas utilizar la regla “20-20-20”, la cual sugiere descansar cada 20 minutos por un lapso de 20 segundos mirando un objeto lejano ubicado al menos a 20 pies de distancia (equivalente a 6 metros)<sup>61</sup>.

Por otra parte, existe una relación inversa entre la distancia de la pantalla y el riesgo de presentar SVI<sup>55</sup>. Distintos estudios han establecido que distancias menores a 50 cm se asocia a 4,24 veces mayor riesgo de presentar SVI<sup>7,59,57,63,54</sup>. Sobre la distancia máxima, se recomienda que está no supere la de 73-75 cm<sup>63,64</sup>. Por otra parte, se recomienda que la pantalla esté debajo del plano de los ojos y que esta esté reclinada en el plano vertical hacia atrás entre 10-20°<sup>60,65,66</sup>. Esto se podría explicar por la mayor amplitud de acomodación en miradas hacia abajo y una menor exposición de la superficie ocular al momento de parpadear, disminuyendo la sequedad ocular<sup>67,68</sup>.

En relación con la postura corporal adecuada, es importante estar con la espalda recta, evitando posiciones viciosas que produzcan dolor de cuello o espalda<sup>63,69,70</sup>. Para esto, se pueden utilizar sillas ajustables o ergonómicas, las cuales se asocian a menor síntomas de SVI en comparación al uso de sillas fijas<sup>56,60,71,72</sup>. Además, algunos trabajos sugieren que realizar distintas prácticas de yoga (60 minutos al día por 60 días) podría mejorar el malestar visual autovalorado en profesionales de la informática<sup>73</sup>. Esto puede deberse a que prácticas específicas de yoga provocan cambios fisiológicos que sugieren un “descanso alerta”, menor ansiedad, mayor relajación y capacidad de concentrarse mientras se permanece relajado, lo que puede haber aumentado la tasa de parpadeo<sup>73</sup>. El tener inadecuadas prácticas ergonómicas, se asocia 3,87 veces a mayor riesgo de presentar SVI<sup>7,74,75</sup>.

Sobre los factores ambientales, espacios con baja humedad, el uso de aire acondicionado o estar expuesto a altas temperaturas generan un impacto negativo en la superficie ocular con mayor riesgo de presentar SOS y SVI<sup>76</sup>. Por otra parte, adaptar el brillo de la pantalla acorde a la luz ambiental se asocia a menor riesgo de presentar SVI<sup>57,59</sup>.

## RECOMENDACIONES FINALES

En paciente usuarios de pantallas, se debe realizar una completa evaluación oftalmológica evaluando la presencia de ojo seco, causas secundarias que empeoren los síntomas y la indicación de uso de lágrimas artificiales en caso de ser necesario. A pesar de tener evidencia de baja calidad, el suplemento con ácidos grasos omega-3 tendría un beneficio en disminuir los síntomas de ojo seco.

La prescripción de lentes ópticos debe ser realizado por un profesional. No hay evidencia científica que sustente el uso de lentes con filtro de luz azul.

Al utilizar pantallas, se recomienda no superar las 4-6 horas de uso diario, realizando descansos cada 20-60 minutos mirando un objeto lejano.

La distancia a la pantalla debe ser de al menos 50 cm, ubicada por debajo del plano de los ojos, reclinada hacia atrás entre 10-20°. Se recomienda el uso de sillas ergonómicas que mejoren la postura corporal y evitar ambientes que aumenten la sequedad ocular.

A pesar de que los extractos de *berries* podrían producir una mejoría en los síntomas de ojo seco y fatiga visual, aún falta evidencia científica que demuestren su beneficio.

### Declaración de conflictos de interés

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alabdulkader B. Effect of digital device use during COVID-19 on digital eye strain. *Clin Exp Optom.* 2021;104(6):698-704. doi:10.1080/08164622.2021.1878843
2. CEM. Centro de estudios MINEDUC. Impacto del covid-19 en los resultados de aprendizaje y escolaridad en chile. Análisis con base en herramienta de simulación proporcionada por el Banco Mundial. 2020. Disponible en: [https://www.mineduc.cl/wp-content/uploads/sites/19/2020/08/EstudioMineduc\\_bancmundial.pdf](https://www.mineduc.cl/wp-content/uploads/sites/19/2020/08/EstudioMineduc_bancmundial.pdf)
3. Bravo D, Castillo E. Estudio Longitudinal Empleo-COVID19: Datos de empleo en tiempo real. 2021. Disponible en: <https://www.uc.cl/site/assets/files/15455/estudio-empleo-covid19-datos-de-empleo-en-tiempo-real-diciembre2021.pdf>
4. Seguí MDM, Cabrero-García J, Crespo A, Verdú J, Ronda E. A reliable and valid questionnaire was developed to measure computer vision syndrome at the workplace. *J Clin Epidemiol.* 2015;68(6):662-673. doi:10.1016/j.jclinepi.2015.01.015
5. American Optometric Association. The Effects of Computer Use on Eye Health and Vision. Published online 1997.
6. Anbesu EW, Lema AK. Prevalence of computer vision syndrome: a systematic review and meta-analysis. *Sci Rep.* 2023;13(1):1801. doi: 10.1038/s41598-023-28750-6
7. Lema AK, Anbesu EW. Computer vision syndrome and its determinants: A systematic review and meta-analysis. *SAGE Open Med.* 2022;10:20503121221142402. doi: 10.1177/20503121221142402
8. Craig JP, Nichols KK, Akpek EK, Caffery B, Dua HS, Joo CK, et al. TFOS DEWS II Definition and Classification Report. *Ocul Surf.* 2017;15(3):276-283. doi: 10.1016/j.jtos.2017.05.008.
9. Cartes C, Segovia C, Salinas-Toro D, Goya C, Alonso MJ, Lopez-Solis R, et al. Dry Eye and Visual Display Terminal-Related Symptoms among University Students during the Coronavirus Disease Pandemic. *Ophthalmic Epidemiol.* 2022;29(3):245-251. doi: 10.1080/09286586.2021.1943457
10. Salinas-Toro D, Cartes C, Segovia C, Alonso MJ, Soberon B, Sepulveda M, et al. High frequency of digital eye strain and dry eye disease in teleworkers during the coronavirus disease (2019) pandemic. *Int J Occup Saf Ergon.* 2022;28(3):1787-1792. doi: 10.1080/10803548.2021.1936912
11. Ranasinghe P, Wathurapatha WS, Perera YS, Lamabadusuriya DA, Kulatunga S, Jayawardana N, et al. Computer vision syndrome among computer office workers in a developing country: an evaluation of prevalence and risk factors. *BMC Res Notes.* 2016;9:150. doi: 10.1186/s13104-016-1962-1
12. Tauste A, Ronda E, Molina MJ, Seguí M. Effect of contact lens use on Computer Vision Syndrome. *Ophthalmic Physiol Opt.* 2016;36(2):112-119. doi: 10.1111/opo.12275
13. Patel S, Henderson R, Bradley L, Galloway B, Hunter L. Effect of visual display unit use on blink rate and tear stability. *Optom Vis Sci.* 1991 Nov;68(11):888-92. doi: 10.1097/00006324-199111000-00010

14. Liu A, Ji J. Omega-3 essential fatty acids therapy for dry eye syndrome: a meta-analysis of randomized controlled studies. *Med Sci Monit.* 2014;20:1583-1589. doi: 10.12659/MSM.891364
15. Bhargava R, Kumar P, Phogat H, Kaur A, Kumar M. Oral omega-3 fatty acids treatment in computer vision syndrome related dry eye. *Cont Lens Anterior Eye.* 2015;38(3):206-210. doi: 10.1016/j.clae.2015.01.007
16. Bhargava R, Kumar P, Arora Y. Short-Term Omega 3 Fatty Acids Treatment for Dry Eye in Young and Middle-Aged Visual Display Terminal Users. *Eye Contact Lens.* 2016;42(4):231-236. doi:10.1097/ICL.0000000000000179
17. Singh S, McGuinness MB, Anderson AJ, Downie LE. Interventions for the Management of Computer Vision Syndrome: A Systematic Review and Meta-analysis. *Ophthalmology.* 2022;129(10):1192-1215. doi: 10.1016/j.jophtha.2022.05.009
18. Duan H, Yang T, Zhou Y, Ma B, Zhao L, Chen J, et al. Comparison of mucin levels at the ocular surface of visual display terminal users with and without dry eye disease. *BMC Ophthalmol.* 2023;23(1):189. doi: 10.1186/s12886-023-02931-3
19. Jumblatt JE, Jumblatt MM. Regulation of ocular mucin secretion by P2Y2 nucleotide receptors in rabbit and human conjunctiva. *Exp Eye Res.* 1998;67(3):341-346. doi: 10.1006/exer.1998.0520
20. Utsunomiya T, Kawahara A, Hanada K, Yoshida A. Effects of Diquafosol Ophthalmic Solution on Quality of Life in Dry Eye Assessed Using the Dry Eye-Related Quality-of-Life Score Questionnaire: Effectiveness in Patients While Reading and Using Visual Display Terminals. *Cornea.* 2017;36(8):908-914. doi: 10.1097/ICO.0000000000001241
21. Shimazaki J, Seika D, Saga M, Fukagawa K, Sakata M, Iwasaki M, et al. A Prospective, Randomized Trial of Two Mucin Secretagogues for the Treatment of Dry Eye Syndrome in Office Workers. *Sci Rep.* 2017;7(1):15210. doi: 10.1038/s41598-017-13121-9
22. Bentivoglio AR, Bressman SB, Cassetta E, Carretta D, Tonali P, Albanese A. Analysis of blink rate patterns in normal subjects. *Mov Disord.* 1997;12(6):1028-1034. doi: 10.1002/mds.870120629
23. Pflugfelder SC, Tseng SC, Sanabria O, Kell H, Garcia CG, Felix C, Feuer W, et al. Evaluation of subjective assessments and objective diagnostic tests for diagnosing tear-film disorders known to cause ocular irritation. *Cornea.* 1998;17(1):38-56. doi: 10.1097/00003226-199801000-00007
24. Yee RW, Sperling HG, Kattek A, Paukert MT, Dawson K, Garcia M, et al. Isolation of the ocular surface to treat dysfunctional tear syndrome associated with computer use. *Ocul Surf.* 2007;5(4):308-315. doi: 10.1016/s1542-0124(12)70096-4
25. Nosch DS, Foppa C, Tóth M, Joos RE. Blink Animation Software to Improve Blinking and Dry Eye Symptoms. *Optom Vis Sci.* 2015;92(9):e310-e315. doi: 10.1097/OPX.0000000000000654
26. Ashwini DL, Ve RS, Nosch D, Wilmot N. Efficacy of blink software in improving the blink rate and dry eye symptoms in visual display terminal users - A single-blinded randomized control trial. *Indian J Ophthalmol.* 2021;69(10):2643-2648. doi:10.4103/ijo.IJO\_3405\_20
27. Ang CK, Mohidin N, Chung KM. Effects of wink glass on blink rate, nictitation and ocular surface symptoms during visual display unit use. *Curr Eye Res.* 2014;39(9):879-884. doi: 10.3109/02713683.2013.859273
28. Matsumoto H, Kamm KE, Stull JT, Azuma H. Delphinidin-3-rutinoside relaxes the bovine ciliary smooth muscle through activation of ETB receptor and NO/cGMP pathway. *Exp Eye Res.* 2005;80(3):313-322. doi:10.1016/j.exer.2004.10.002
29. Nakamura S, Tanaka J, Imada T, Shimoda H, Tsubota K. Delphinidin 3,5-O-diglucoside, a constituent of the maqui berry (*Aristotelia chilensis*) anthocyanin, restores tear secretion in a rat dry eye model. *J Funct Foods.* 2014;10:346-354. doi:10.1016/j.jff.2014.06.027
30. Okamoto K, Munekata M, Ishii I, Najima M. A study for evaluating the effect of bilberry extract supplement on eye conditions and functions - a randomized, placebo-controlled, double-blind study. *Jpn Pharmacol Ther.* 2018;46:869-881.
31. Liang T, Yamashita S-I, Suzuki N, Nakata A. Effect of a bilberry extract (BILBERON®)-containing diet on the improvement of eye fatigue-related symptoms (II) - a randomized, double-blind, placebo-controlled, parallel-group comparison study. *Jpn Pharmacol Ther.* 2017;45:1523-1534.
32. Ozawa Y, Kawashima M, Inoue S, Inagaki E, Suzuki A, Ooe E, et al. Bilberry extract supplementation for preventing eye fatigue in video display terminal workers. *J Nutr Health Aging.* 2015;19(5):548-554. doi: 10.1007/s12603-014-0573-6
33. Murata K, Araki S, Kawakami N, Saito Y, Hino E. Central nervous system effects and visual fatigue in VDT workers. *Int Arch Occup Environ Health.* 1991;63(2):109-113. doi: 10.1007/BF00379073
34. Yamashita SI, Suzuki N, Yamamoto K, Iio SI, Yamada T. Effects of MaquiBright® on improving eye dryness and fatigue in humans: A randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *J Tradit Complement Med.* 2018 Nov 22;9(3):172-178. doi: 10.1016/j.jtcme.2018.11.001
35. Singh S, McGuinness MB, Anderson AJ, Downie LE. Interventions for the Management of Computer Vision Syndrome: A Systematic Review and Meta-analysis. *Ophthalmology.* 2022;129(10):1192-1215. doi:10.1016/j.jophtha.2022.05.009
36. Okamoto K. Impacts of the intake of a dietary supplement containing bilberry extract on improving eye functions and conditions caused by visual display terminal load-a randomized, double-blind, parallel-group, placebo-controlled study. *Jpn Pharmacol Ther.* 2019;47:503-515.
37. Sekikawa T, Kizawa Y, Takeoka A, Sakiyama T, Li Y, Yamada T. The effect of consuming an anthocyanin-containing supplement derived from Bilberry (*Vaccinium myrtillus*) on eye function: A randomized, double-blind, placebo-controlled parallel study. *Functional Foods in Health and Disease.* 2021;11(3):116-146. doi:10.31989/FFHD.V11I3.782
38. Wolffsohn JS, Lingham G, Downie LE, Huntjens B, Inomata T, Jivraj S, et al. TFOS Lifestyle: Impact of the digital environment on the ocular surface. *Ocul Surf.* 2023;28:213-252. doi: 10.1016/j.jtos.2023.04.004
39. Kosehira M, Machida N, Kitaichi N. A 12-week-long intake of bilberry extract (*Vaccinium myrtillus* L) improved objective findings of ciliary muscle contraction of the eye: A randomized, double-blind, placebo-controlled, parallel-group comparison trial. *Nutrients.* 2020;12(3):600. doi:10.3390/nu12030600
40. Kawashima M, Tsuno S, Matsumoto M, Tsubota K. Hydrogen-producing milk to prevent reduction in tear stability in persons using visual display terminals. *Ocul Surf.* 2019;17(4):714-721. doi:10.1016/j.jtos.2019.07.008
41. Kan J, Wang M, Liu Y, Liu H, Chen L, Zhang X, et al. A novel botanical formula improves eye fatigue and dry eye: a randomized, double-blind, placebo-controlled study. *Am J Clin Nutr.* 2020;112(2):334-342. doi:10.1093/ajcn/nqaa139
42. Singh S, Anderson AJ, Downie LE. Insights into Australian optometrists' knowledge and attitude towards prescribing blue light-blocking ophthalmic devices. *Ophthalmic Physiol Opt.* 2019;39(3):194-204. doi: 10.1111/opo.12615
43. Kuse Y, Ogawa K, Tsuruma K, Shimazawa M, Hara H. Damage of photoreceptor-derived cells in culture induced by light emitting diode-derived blue light. *Sci Rep.* 2014;4:5223. doi: 10.1038/srep05223
44. Jaadane I, Boulenguez P, Chahory S, Carré S, Savoldelli M, Jonet L, et al. Retinal damage induced by commercial light emitting diodes (LEDs). *Free Radic Biol Med.* 2015;84:373-384. doi: 10.1016/j.freeradbiomed.2015.03.034
45. O'Hagan JB, Khazova M, Price LLA. Low-energy light bulbs, computers, tablets and the blue light hazard. *Eye (Basingstoke).* 2016;30(2):230-

233. doi:10.1038/eye.2015.261
46. Dabrowiecki A, Villalobos A, Krupinski EA. Impact of blue light filtering glasses on computer vision syndrome in radiology residents: a pilot study. *J Med Imaging (Bellingham)*. 2020;7(2):022402. doi: 10.1117/1.JMI.7.2.022402
47. Lin JB, Gerratt BW, Bassi CJ, Aptek RS. Short-Wavelength Light-Blocking EyeGlasses Attenuate Symptoms of Eye Fatigue. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2017;58(1):442-447. doi: 10.1167/iovs.16-20663
48. Singh S, Downie LE, Anderson AJ. Do Blue-blocking Lenses Reduce Eye Strain From Extended Screen Time? A Double-Masked Randomized Controlled Trial. *Am J Ophthalmol*. 2021;226:243-251. doi: 10.1016/j.ajo.2021.02.010
49. Redondo B, Vera J, Ortega-Sánchez A, Molina R, Jiménez R. Effects of a blue-blocking screen filter on accommodative accuracy and visual discomfort. *Ophthalmic Physiol Opt*. 2020;40(6):790-800. doi: 10.1111/opo.12738
50. Davidovits P. Optics. In: *Physics in Biology and Medicine*. Elsevier; 2013:205-226. doi:10.1016/B978-0-12-386513-7.00015-1
51. Hejmancik JF, Cabrera P, Chen Y, M'Hamid O, Nickerson JM. Vision. In: *Conn's Translational Neuroscience*. Elsevier; 2017:399-438. doi:10.1016/B978-0-12-802381-5.00031-2
52. Assefa NL, Weldemichael DZ, Alemu HW, Anbesse DH. Prevalence and associated factors of computer vision syndrome among bank workers in Gondar city, Northwest Ethiopia, 2015. *Clin Optom (Auckl)*. 2017;9:67-76. doi:10.2147/OPTO.S126366
53. Jaiswal S, Asper L, Long J, Lee A, Harrison K, Golebiowski B. Ocular and visual discomfort associated with smartphones, tablets and computers: what we do and do not know. *Clin Exp Optom*. 2019;102(5):463-477. doi:10.1111/cxo.12851
54. Abudawood GA, Ashi HM, Almarzouki NK. Computer Vision Syndrome among Undergraduate Medical Students in King Abdulaziz University, Jeddah, Saudi Arabia. *J Ophthalmol*. 2020;2020:1-7. doi:10.1155/2020/2789376
55. Utlu ES, Bayraktar M, Utlu B. Dry eye in primary care: the relationship between digital display device usage and dry eye syndrome (DES) in medical students. *Fam Pract*. 2023 Jan 21:cmac155. doi: 10.1093/fampra/cmac155
56. SC R, Jailkhani S. Prevalence and Associated Risk Factors of Computer Vision Syndrome among the Computer Science Students of an Engineering College of Bengaluru-A Cross-Sectional Study. *GIJHSR*. 2019;4(3):10-15.
57. Kamal NN, Abd El-Mageed AS. Determinants of Computer Vision Syndrome among Bank Employees in Minia City, Egypt. *Egypt. J. Community Med*. 2018;36(4):70-76.
58. Logaraj M, Madhupriya V, Hegde S. Computer vision syndrome and associated factors among medical and engineering students in Chennai. *Ann Med Health Sci Res*. 2014;4(2):179. doi:10.4103/2141-9248.129028
59. Zayed HAM, Saied SM, Younis EA, Atlam SA. Digital eye strain: prevalence and associated factors among information technology professionals, Egypt. *Environmental Science and Pollution Research*. 2021;28(20):25187-25195. doi:10.1007/s11356-021-12454-3
60. Mowatt L, Gordon C, Santosh ABR, Jones T. Computer vision syndrome and ergonomic practices among undergraduate university students. *Int J Clin Pract*. 2018;72(1). doi:10.1111/ijcp.13035
61. Anshel J, ed. *Visual Ergonomics Handbook*. 1st edition. CRC Press; 2005. doi:10.1201/9781420032055
62. Alghamdi WM, Alrasheed SH. Impact of an educational intervention using the 20/20/20 rule on Computer Vision Syndrome. *African Vision and Eye Health*. 2020;79(1):0554. doi:10.4102/avesh.v79i1.554
63. Poudel S, Khanal SP. Magnitude and Determinants of Computer Vision Syndrome (CVS) among IT Workers in Kathmandu, Nepal. *Nepal J Ophthalmol*. 2020;12(24):245-251. doi: 10.3126/nepjoph.v12i2.29387
64. Rempel D, Willms K, Anshel J, Jaschinski W, Sheedy J. The effects of visual display distance on eye accommodation, head posture, and vision and neck symptoms. *Hum Factors*. 2007;49(5):830-838. doi:10.1518/001872007X230208
65. Kharal Sitaula R, Khatri A. Knowledge, Attitude and practice of Computer Vision Syndrome among medical students and its impact on ocular morbidity. *J Nepal Health Res Counc*. 2018;16(3):291-296. doi:10.3126/jnhr.v16i3.21426
66. Munshi S, Varghese A, Dhar-Munshi S. Computer vision syndrome-A common cause of unexplained visual symptoms in the modern era. *Int J Clin Pract*. 2017 Jul;71(7). doi: 10.1111/ijcp.12962
67. Kamøy B, Magno M, Nøland ST, Moe MC, Petrovski G, Vehof J, Utheim TP. Video display terminal use and dry eye: preventive measures and future perspectives. *Acta Ophthalmol*. 2022;100(7):723-739. doi: 10.1111/aos.15105
68. Ripple PH. Variation of accommodation in vertical directions of gaze. *Am J Ophthalmol*. 1952;35(11):1630-1634. doi:10.1016/0002-9394(52)91453-0
69. Gadain Hassan HA. Computer Vision Syndrome Among Medical Students at the University of Khartoum, Sudan: Prevalence and Associated Factors. *Cureus*. 2023;15(5):e38762. doi: 10.7759/cureus.38762
70. Teo C, Giffard P, Johnston V, Treleaven J. Computer vision symptoms in people with and without neck pain. *Appl Ergon*. 2019;80:50-56. doi:10.1016/j.apergo.2019.04.010
71. Negassa Gondol B, Shiferaw Areba A, Gebremeskel Kanno G, Tesfaye Mamo T. Prevalence of Visual and Posture Related Symptoms of Computer Vision Syndrome among Computer User Workers of Ethiopian Roads Authority. *JOEM*. 2020;10(3):79-90.
72. Amick BC, Meréndez CC, Bazzani L, Robertson M, DeRango K, Rooney T, et al. A field intervention examining the impact of an office ergonomics training and a highly adjustable chair on visual symptoms in a public sector organization. *Appl Ergon*. 2012;43(3):625-631. doi: 10.1016/j.apergo.2011.09.006
73. Telles S, Naveen KV, Dash M, Deginal R, Manjunath NK. Effect of yoga on self-rated visual discomfort in computer users. *Head Face Med*. 2006;2:46. doi:10.1186/1746-160x-2-46
74. Boadi-Kusi SB, Abu SL, Acheampong GO, Aduemeng POW, Abu EK. Association between Poor Ergophthalmologic Practices and Computer Vision Syndrome among University Administrative Staff in Ghana. *J Environ Public Health*. 2020;2020:1-8. doi:10.1155/2020/7516357
75. Boadi-Kusi SB, Aduemeng POW, Hammond FA, Antiri EO. Computer vision syndrome and its associated ergonomic factors among bank workers. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*. 2022;28(2):1219-1226. doi:10.1080/10803548.2021.1897260
76. Chlasta-Twardzik E, Górecka-Nitoń A, Nowińska A, Wyłecka E. The influence of work environment factors on the ocular surface in a one-year follow-up prospective clinical study. *Diagnostics*. 2021;11(3). doi:10.3390/diagnostics11030392