

11 –

- Existen cuestionarios validados para la evaluación de la **Fatiga Visual Digital (FVD)**, como el **CVS-Questionnaire (CVS-Q)** desarrollado por Segui et al. en 2015, que evalúa **16 síntomas** y mide su gravedad en una escala Likert de 1 a 5, y la escala lineal basada en Rasch **Computer-Vision Symptom Scale (CVSS17)** creada por González-Pérez.
 - Dado que no hay un consenso clínico sobre la definición de FVD, una forma segura de diagnóstico es considerar solo a los sujetos con un puntaje patológico en estos cuestionarios validados. Sin embargo, muchos estudios utilizan cuestionarios personalizados que no han sido validados, lo que limita su confiabilidad para diagnosticar o cuantificar con precisión los síntomas de FVD y dificulta la obtención de conclusiones sólidas.
-

35 –

- El **ojo seco** se cita como un contribuyente principal al **Síndrome Visual Informático (SVI)**. Uchino et al. encontraron síntomas de ojo seco en el **10.1% de hombres** y el **21.5% de mujeres** japoneses que trabajaban con terminales de video (VDT). Períodos prolongados de trabajo en computadora también se asociaron con una mayor prevalencia de ojo seco.
- Blehm et al. revisaron extensamente este problema, señalando que los usuarios de computadoras suelen reportar **sequedad, ardor y sensación arenosa en los ojos** después de un tiempo prolongado de trabajo. Estos síntomas pueden deberse a:
 1. **Factores ambientales:** Bajos niveles de humedad, calefacción o aire acondicionado intensos, ventiladores, electricidad estática excesiva o contaminantes en el aire pueden contribuir al secado de la córnea.
 2. **Reducción en la frecuencia de parpadeo:** Estudios como el de Tsubota y Nakamori mostraron que la frecuencia promedio de parpadeo disminuye de **22 por minuto en estado relajado a 10 mientras se lee un libro y 7 al ver texto en un VDT.**
 3. **Parpadeo incompleto:** Además de la reducción en la frecuencia de parpadeo, es importante considerar si el parpadeo cubre completamente la córnea expuesta. Parpadeos incompletos contribuyen significativamente a los síntomas de ojo seco.

- **Distancia de visión y fatiga visual:**

- Jaschinski-Kruza (1988) señaló que la distancia de visualización en tareas con terminales de video (VDT) suele ser menor que el punto de enfoque en oscuridad, lo que genera fatiga visual. Las tareas cercanas exigen un esfuerzo significativo a los músculos de acomodación y convergencia, y esta tensión aumenta a medida que la distancia de visión se reduce. Se observó que la fatiga visual era mayor a **50 cm** de distancia en comparación con **100 cm**, independientemente del punto de enfoque en oscuridad.

- **Cambios temporales y efectos en la acomodación:**

- Estudios como los de Saito et al. (1993) e Iwasaki y Kurimoto (1987) midieron cambios temporales en la capacidad de acomodación después del trabajo con VDT.
- Weissenbock (1982) correlacionó una disminución de la agudeza visual con la duración de los periodos de trabajo.

- **Tamaño de la pupila y fatiga visual:**

- Un aumento en el tamaño de la pupila afecta negativamente la profundidad de enfoque y la precisión de las respuestas acomodativas. Saito et al. (1993) observaron que las pantallas CRT positivas reducían el diámetro pupilar en un 10%, causando menos tensión adaptativa en el ojo que las pantallas CRT negativas.
- Aunque el diámetro pupilar puede ser un indicador de fatiga visual, la relación entre este y la comodidad visual no ha sido confirmada.

- **Carga de trabajo y movimientos oculares:**

- Los trabajadores de VDT realizan tareas intensas debido a la velocidad de procesamiento de las pantallas, lo que incrementa la frecuencia y amplitud de los movimientos oculares en comparación con trabajadores de oficina tradicionales.
- Saito et al. (1993) encontraron que los operadores de VDT mueven los ojos 2.5 veces más rápido que los trabajadores que no usan pantallas. Movimientos oculares extremos pueden generar tensión en el nervio óptico y conjuntivitis, contribuyendo a la fatiga visual.

- **Frecuencia de fusión crítica (CFF):**
 - Osaka (1985) mostró que la CFF verde y amarilla disminuían significativamente tras 30 minutos de carga, mientras que la roja lo hacía después de 15 minutos de tarea visual. Esta reducción puede reflejar un deterioro de la función retiniana, confirmado por Iwasaki y Akiya (1991).
- **Medición de la fatiga visual:**
 - Indicadores como la potencia de acomodación, agudeza visual, diámetro pupilar, velocidad de movimientos oculares, CFF y escalas de calificación subjetiva son útiles para evaluar la fatiga visual. Sin embargo, las medidas subjetivas suelen ser globales y complementan las evaluaciones objetivas.

40 –

- **Relación entre la fatiga ocular y la fuente de luz artificial:**
 - Se evaluó cómo las diferentes fuentes de luz artificial influyen en la fatiga ocular durante el trabajo visual. Las pruebas incluyeron **lámparas fluorescentes, incandescentes, de mercurio a alta presión y de sodio a alta presión**.
 - Los resultados mostraron que la **luz de sodio** produjo la mayor fatiga visual, especialmente en mujeres con errores de refracción.
- **Factores que influyen en la fatiga visual:**
 - La fatiga ocular depende de factores externos, como la **iluminación** y la dificultad de la tarea, y de factores internos, como los **errores de refracción** y las alteraciones en la acomodación y convergencia.
 - El tipo de luz afecta:
 - La magnitud de los **síntomas subjetivos** de fatiga visual.
 - El nivel de **reflejo** con luminancia similar.
 - La eficiencia y precisión del trabajo visual.
 - Los niveles de fatiga general y los síntomas fisiológicos de fatiga durante el trabajo.
- **Espectro y pulsación de las fuentes de luz:**

- Las fuentes de luz difieren significativamente en su **contenido espectral** y nivel de pulsación. Las lámparas incandescentes tienen pulsaciones bajas, mientras que las lámparas de descarga presentan pulsaciones altas.
- **Evaluación de la fatiga visual:**
 - La fatiga puede evaluarse midiendo el deterioro en la **contracción y relajación** de los músculos oculares involucrados, como el músculo ciliar.
 - Durante tareas cercanas que requieren acomodación, la fatiga del músculo ciliar se manifiesta en:
 - Aumento de la distancia del **punto de visión cercana (NVP)**.
 - Relajación incompleta del músculo, lo que afecta la **tolerancia a lentes dispersoras (DLT)**.
- **Impacto de los errores de refracción:**
 - Los errores de refracción aumentan la carga de trabajo visual, reducen la capacidad del individuo y exacerban la fatiga ocular bajo diferentes condiciones de iluminación.

41 –

- **Riesgo de fatiga ocular por uso prolongado de computadoras:**
 - El uso de computadoras por más de **2 horas** presenta un riesgo del **50%-90%** de desarrollar fatiga ocular, principalmente debido a la contracción prolongada de los músculos oculares.
 - Mirar fijamente la pantalla por largos periodos reduce la frecuencia de parpadeo, lo que aumenta la evaporación de las lágrimas y causa **sequedad ocular**, un síntoma asociado con la fatiga ocular que reduce la **eficiencia visual**.
- **Métodos de evaluación de la fatiga ocular:**
 - La fatiga ocular puede evaluarse utilizando cuestionarios de **astenopía o ojo seco**, así como medidores de **frecuencia crítica de parpadeo (CFF)**.
 - La relación entre diferentes factores que afectan la fatiga ocular también puede influir en las pruebas de **agudeza visual**.

10 –

- **Evaluación del DES:**

- El **Síndrome Visual Digital (DES)** puede medirse mediante cuestionarios validados o evaluaciones objetivas de parámetros como frecuencia crítica de fusión (CFF), tasa y completitud de parpadeo, función acomodativa y características pupilares.
- Sin embargo, no siempre hay correlación entre medidas objetivas y subjetivas.

- **Prevalencia del ojo seco en usuarios de dispositivos digitales:**

- Una meta-análisis reciente reportó una prevalencia general del **49.5%** de ojo seco en usuarios de computadoras, comparado con el **5%-33%** en la población general.
- La falta de criterios diagnósticos estandarizados limita la precisión de estas estimaciones.

- **Impacto en niños:**

- Estudios en Corea del Sur revelan que el uso prolongado de terminales de video (VDT) y teléfonos inteligentes son factores de riesgo para ojo seco en niños.
- Suspender el uso de smartphones durante 4 semanas mejoró significativamente indicadores de ojo seco como tiempo de ruptura lagrimal, erosión epitelial y puntuaciones en cuestionarios.

- **Cuestionarios subjetivos:**

- Herramientas como el **CVS-Q**, desarrollado por Seguí et al., permiten diagnosticar DES a partir de la intensidad y frecuencia de 16 síntomas.
- Estas herramientas, aunque útiles, deben combinarse con medidas objetivas para validar los resultados.

- **Evaluación objetiva:**

- Parámetros como la **acomodación** y la **frecuencia crítica de fusión (CFF)** han sido ampliamente investigados en el contexto del DES.
- La **CFF** indica fatiga visual y carga mental, disminuyendo después de tareas prolongadas.

- **Parpadeo y fatiga visual:**

- El uso de computadoras reduce significativamente la tasa de parpadeo, por ejemplo, de **22 parpadeos/min en condiciones relajadas** a solo **3.6 parpadeos/min** durante el uso de pantalla.
- El parpadeo incompleto, más que la reducción en la frecuencia, contribuye al ojo seco al aumentar la evaporación lagrimal y romper la película lagrimal.
- **Efectos acomodativos:**
 - Tareas cercanas como leer en pantallas requieren respuestas rápidas y precisas de acomodación. Se ha observado un mayor retraso en la acomodación al usar pantallas digitales en comparación con materiales impresos.
- **Tamaño pupilar y fatiga:**
 - Cambios en el tamaño pupilar durante tareas visuales pueden reflejar fatiga visual, con tareas más demandantes causando aumentos en el diámetro pupilar.
 - Tras tareas prolongadas, algunos individuos muestran un estado pupilar constreñido, lo que podría indicar espasmos musculares o dificultad en la recuperación.
- **Manejo del ojo seco:**
 - Factores como características alteradas del parpadeo, condiciones ambientales (baja humedad, ventilación) y el ángulo de visión contribuyen al ojo seco en usuarios de dispositivos digitales.
 - Estrategias como gotas lubricantes, suplementos de ácidos grasos omega-3 y entrenamiento de parpadeo han mostrado efectos beneficiosos en la gestión de síntomas.
 - El entrenamiento para reducir parpadeos incompletos podría ser más efectivo que simplemente aumentar la tasa de parpadeo.

12 –

- **Uso excesivo de dispositivos electrónicos (ED) y DED:**
 - El uso prolongado de dispositivos electrónicos es un factor de riesgo principal para el **ojo seco evaporativo (DED)**. Las tasas de parpadeo promedio son **22 parpadeos/min en reposo**, **10 parpadeos/min leyendo en papel**, y **7 parpadeos/min en pantallas digitales**. Esta reducción afecta la

dispersión de la película lagrimal, causando síntomas como **sequedad ocular, ardor, picazón y sensación de arenilla**.

- El **DED** es una de las principales razones para consultas oftalmológicas y se define por alteraciones en la dinámica lagrimal y la hiperosmolaridad, impactando la **calidad de vida** y la **productividad** de los pacientes. En EE.UU., las pérdidas por DED alcanzan los **55.4 mil millones de dólares anuales**.

- **Relación entre DES y DED:**

- Los síntomas de DES (Síndrome Visual Digital) y DED están asociados al tiempo de exposición a pantallas y pueden coexistir. Por ejemplo, el **CVS-Q** incluye preguntas sobre síntomas de ojo seco como ardor, picazón, sensación de cuerpo extraño, lagrimeo, parpadeo excesivo, enrojecimiento, dolor ocular, párpados pesados y sequedad.
- La literatura existente no ha evaluado suficientemente la correlación entre DES y DED, lo que motivó este estudio para determinar dicha relación y la prevalencia de los síntomas de DED según la severidad de DES. Además, se ofrecen recomendaciones de expertos sobre el uso seguro de dispositivos electrónicos.

37 –

- **Relación entre ojo seco y pantallas electrónicas:**

- Existe una fuerte asociación entre el **ojo seco** y los síntomas relacionados con el uso de computadoras. Periodos más largos de trabajo frente a pantallas están relacionados con una mayor prevalencia de ojo seco.
- La reducción en la tasa de parpadeo durante el uso de computadoras podría explicar algunos síntomas. Por ejemplo, Tsubota y Nakamori reportaron tasas de parpadeo de **22/min en reposo, 10/min leyendo en papel, y 7/min frente a pantallas electrónicas**.

- **Factores que afectan la tasa de parpadeo:**

- La tasa de parpadeo disminuye cuando el tamaño de fuente o el contraste son bajos, o cuando aumenta la demanda cognitiva de la tarea.

- Aunque se ha observado esta reducción durante el uso de pantallas, no está claro si se debe al tipo de pantalla o a los requerimientos mentales de la tarea.

- **Estudio sobre demanda cognitiva y tasa de parpadeo:**

- El estudio actual compara las tasas de parpadeo al leer materiales de **alta o baja demanda cognitiva** tanto en tabletas como en texto impreso en papel.

44 –

- **Relación entre dispositivos digitales y ojo seco:**

- El uso de dispositivos digitales se ha identificado como un factor que contribuye al desarrollo de **ojo seco**. Diversos estudios han demostrado una mayor prevalencia de signos y síntomas de ojo seco en usuarios de pantallas digitales.

- **Anomalías en la superficie ocular y la película lagrimal:**

- Los usuarios de dispositivos digitales presentan alteraciones en la **estabilidad de la lágrima**, volumen y composición lagrimal, estrés oxidativo aumentado, inflamación de la superficie ocular y disfunción de las glándulas de Meibomio, condiciones que se agravan con el uso prolongado de pantallas.

- **Patrones de parpadeo alterados:**

- Uno de los mecanismos principales detrás de los efectos nocivos de las pantallas digitales en la superficie ocular es la alteración en el patrón de parpadeo, destacando una **reducción en la frecuencia y amplitud del parpadeo**, lo que incrementa el **parpadeo incompleto** y agrava los síntomas oculares.

26 –

- **Incremento de tareas visuales cercanas e intermedias:**

- En el mundo actual, las tareas visuales cercanas e intermedias han aumentado drásticamente debido al uso prolongado de computadoras, dispositivos electrónicos y la lectura de libros.

- **Impacto en los músculos oculares:**

- Estas actividades demandan un esfuerzo excesivo de los **músculos extraoculares (EOMs)** para la **vergencia** y los **músculos ciliares** para la **acomodación**, lo que puede generar **fatiga ocular** y síntomas asociados de **astenopía**.