

OPTOMETRÍA CLÍNICA Y CIENCIAS DE LA VISIÓN (OCCV)



ISSN: 2951-9349

CARTA DEL EQUIPO EDITORIAL

El Dr. Carlos Serrano Bernal es el actual Presidente del Colegio de Ópticos-Optometristas de Aragón. A su vez, dirige la Sociedad Aragonesa de Optometría y Contactología (SAOCO) a partir de la cual se abre esta revista de divulgación científica llamada "Optometría Clínica y Ciencias de la Visión (OCCV)"



DR. CARLOS SERRANO BERNAL

Bienvenidos a la Revista OCCV.

Con estas líneas quiero presentaros esta nueva revista, OPTOMETRÍA CLÍNICA Y CIENCIAS DE LA VISIÓN (OCCV), impulsada desde el Colegio de Ópticos Optometristas de Aragón y la Sociedad Aragonesa de Optometría y Contactología. La revista va a contar con todo el apoyo de estas instituciones, pero su funcionamiento será independiente para la selección y publicación de los artículos.

EDITOR-IN-CHIEF

DR. ALEJANDRO BLASCO MARTINEZ

editorial@revistaoccv.com

COMITÉ EDITORIAL

DR. CARLOS SERRANO BERNAL

DRA. GEMA INSA SÁNCHEZ

DR. JUAN CARLOS VIÑUELA RODRÍGUEZ

D. JAVIER PÉREZ VELILLA

DR. CLAUDIO DI MARO

SECRETARÍA TÉCNICA

DÑA. AZUCENA GRACIA CALVO

DÑA. MARTA CASERO PONTAQUE

Con este primer número iniciamos una singladura que esperamos nos lleve muy lejos. Cuando, ya hace tiempo, empezamos a hablar de este proyecto, ilusionante, pero lleno de dificultades, tuve mis dudas de si llegaría a buen puerto por las dificultades de la preparación, conseguir las personas para revisar los artículos, el formato de publicación, la continuidad en el tiempo, etc., pero el empuje de algunos compañeros y la ilusión de todos ha hecho que vea la luz este primer número y que sea un punto de partida para conseguir una gran revista científica.

Uno de los aspectos que había que decidir era el tipo de artículos a publicar en la revista, si se hacía específica de nuestra profesión y solo por y para profesionales ópticos optometristas o incluíamos otros perfiles. Queremos que sea una revista abierta a todo tipo de artículos en torno a la óptica, la optometría y la contactología, la visión, la salud, el desarrollo de nuevos materiales y nueva tecnología y tener puntos de vista desde todos los ángulos posibles, por lo que está abierta, por supuesto, a ópticos optometristas y también a cualquier otro profesional y/o estudiante que desde el ámbito de la ciencia y la salud visual quiera publicar en ella.

Queremos que sea una revista para todo tipo de autores ya sean noveles, con artículos preparados desde sus trabajos fin de grado, master o doctorado, o más experimentados en este tipo de publicaciones y que ya hayan editado en otras revistas.

Hemos elegido publicar la revista en formato digital para evitar el uso del papel y estar en concordancia con el momento tecnológico y ambiental en el que vivimos.

Para publicar en la revista hace falta seguir unos parámetros que se pueden encontrar en: www.revistaoccv.com/index.php/occv/about/submissions

Cuando el trabajo está adaptado a nuestra revista, se puede enviar, junto con las tablas e imágenes (si procede) a través del formulario de la web

Por último animaros a presentar estos artículos porque el futuro es prometedor, pero necesitamos la ayuda de todos para dar continuidad y valor a la revista.

CONTENIDO

CARTA DEL EQUIPO EDITORIAL

- 2 [Dr. Carlos Serrano Bernal:](#)
Bienvenidos a la Revista OCCV

INVESTIGACIÓN

- 4 [María Pilar Morte Palacios et al.:](#)
Influencia de la Percepción Global del Movimiento en la Lectura

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

- 12 [Ricardo Bernárdez Vilaboa:](#)
Neuroptometría Deportiva

INVESTIGACIÓN

- 20 [Guisela Fernández-Espinosa et al.:](#)
Cambios en la Vascularización Retiniana Valorados Mediante OCTA en Pacientes Diabéticos Tipo 2 con Retinopatía Diabética

SERIE DE CASOS

- 27 [Jorge Andrés-Navarro et al.:](#)
Serie de Casos Clínicos: Contactología en Córnea Irregular y para el Control de Miopía

Influencia de la Percepción Global del Movimiento en la Lectura

Influence of Global Motion Perception on Reading

María Pilar Morte Palacios, MSc^{1,2*}, Sara Perchés Barrena, PhD¹, Jorge Ares García, Prof¹

1: Universidad de Zaragoza. Departamento de Física Aplicada. España.

2: Centro de Optometría y Terapia Visual D-Visual, Zaragoza, España.

* pilarmorte@desarrollovisual.es

Enviado: 13 de junio del 2022

Aceptado: 30 de agosto del 2022

Financiación: Ninguno de los autores declaran tener financiaciones.

Declaración de Conflictos de Intereses: Ninguno de los autores declaran tener conflictos de intereses.

Propósito: Conocer la asociación entre la percepción global del movimiento y la velocidad de lectura en niños sanos con edades comprendidas entre 7 y 9 años.

Material y Métodos: Se incluyeron un total de 26 participantes, de los cuales el 57,7% eran mujeres. Se incluyeron sujetos con visión binocular normal y una agudeza visual decimal superior a 0,90 en visión próxima. Los participantes con diagnóstico de dislexia fueron descartados. El estudio se llevó a cabo por el mismo profesional, en el mismo colegio dónde se encontraban los pacientes, de forma individualizada y con una duración aproximada de 30 minutos por paciente.

Resultados: Los resultados mostraron que la percepción global del movimiento estaba correlacionada con la velocidad de lectura, principalmente, cuando la sensibilidad del movimiento se medía con un número de puntos coherentes elevado (40%). No obstante, la velocidad lectora también estaba asociada con la discriminación visual deficiente y la eficiencia de los movimientos sacádicos necesarios para lectura. A su vez, a mayor coherencia de puntos, mayor correlación se encontraba con la discriminación visual y con la deficiencia de movimientos sacádicos.

Conclusiones: Nuestros hallazgos apoyan la hipótesis de que la percepción global de movimiento, aunque en menor medida que la discriminación visual, está asociada a la velocidad lectora.

Palabras clave: Sistema Magnocelular, Aprendizaje, Visión Infantil, Movimientos Oculares.

Purpose: To determine the association between global motion perception and reading speed in healthy children aged 7 to 9 years.

Methods: A total of 26 participants were included, of whom 57.7% were female. Subjects with normal binocular vision and a decimal visual acuity greater than 0.90 for near vision were included. Participants with a diagnosis of dyslexia were excluded. The study was conducted by the same professional, in the same school where the patients were located, on an individualized basis, with an approximate duration of 30 minutes per patient.

Results: The results showed that global motion perception was correlated with reading speed, mainly when motion sensitivity was measured with a high number of coherent points (40%). However, reading speed was also associated with poor visual discrimination and the efficiency of saccadic movements necessary for reading. Additionally, the greater the coherence of points, the greater the correlation with visual discrimination and the deficiency of saccadic movements.

Conclusions: Our findings support the hypothesis that global motion perception, although to a lesser extent than visual discrimination, is associated with reading speed.

Keywords: Magnocellular System, Learning, Child Vision, Eye Movements

INTRODUCCIÓN

En el aprendizaje, el sistema visual es uno de los sistemas más importantes, aunque la población todavía no se encuentra sensibilizada con dicha importancia (1). A lo largo del día, nuestro cerebro recibe mucha cantidad de información que debe procesar y el 80% de esa información proviene del sistema visual, por lo que un mal funcionamiento de nuestro sistema visual puede acarrear diversas dificultades y/o sintomatología que disminuyen nuestro rendimiento, ya sea académico, laboral o deportivo (2). Centrándonos en el aprendizaje, el número de fracasos escolares en España supera la media europea (3). El fracaso escolar es la incapacidad de alcanzar el rendimiento establecido por los centros educativos autorizados. Se sabe que aproximadamente el 30% de estos fracasos no están relacionados con sus capacidades o su inteligencia (3). En el caso del aprendizaje, la visión es muy importante sobre todo para la lectura y la escritura. Si hablamos de la lectura, se necesita captar lo que son las correspondencias que existen entre los sonidos del lenguaje (los fonemas) y los símbolos visuales que usamos para representarlos (los grafemas). Se requiere esta habilidad especialmente durante el período del aprendizaje de la lectura, pero también más tarde, cuando el lector adulto debe leer palabras desconocidas o pseudopalabras. Ya se han visto en distintos estudios que las dificultades de aprendizaje de la lectura no son únicamente causadas por una Agudeza Visual (AV) deficiente o un problema refractivo sin corregir, sino que se deben considerar otras habilidades visuales que pueden ocasionar sintomatología como visión doble, cefalea, visión borrosa, inestabilidad de las letras, pérdidas de lugar al leer, entre otros (4). Algunas de estas habilidades visuales más conocidas y valoradas son: los movimientos oculares (fijaciones, seguimientos y sacádicos), la acomodación, la estereopsis, la visión del color, la sensibilidad al contraste y diferentes habilidades de la percepción visual, como por ejemplo la discriminación visual, la memoria visual, figura-fondo, entre otras. Lo que no es tan común valorar dentro de las habilidades de percepción visual es la percepción global del movimiento. Cuando hay una dificultad para el aprendizaje de la lectura, una de las cosas que se intenta descartar es la dislexia. Hay muchos estudios sobre la dislexia y todos ellos llegan a la conclusión de que no es un problema puramente fonológico, como ya se ha mencionado anteriormente, sino que el sistema visual como primer sistema de entrada en la lectura también tiene implicaciones y disfunciones que interfieren (5-7). Entre las alteraciones encontradas en dichos estudios podemos encontrar dificultades para la percepción visual, el contraste, la percepción global de movimiento, los movimientos oculares y la organización visoespacial.

También han visto una diferencia anatómica entre las dos rutas del sistema visual, el parvocelular y el magnocelular (6, 8).

Con este trabajo se ha querido profundizar en la percepción global del movimiento; qué dificultades y/o alteraciones visuales conlleva para el aprendizaje de la lectura. No únicamente las personas con dislexia pueden tener esta habilidad mermada y que le esté interfiriendo en el aprendizaje de la lectura. Lo mismo ocurre con la dificultad en los movimientos oculares y/o en la percepción visual, habilidades que, una vez se trabajan, se normalizan y desaparecen las dificultades para la lectura.

Vías visuales parvocelular y magnocelular

El sistema visual tiene 2 rutas, la primera y principal es la llamada ruta retino-geniculo-cortical. Esta ruta la sigue la mayor parte de los axones procedentes de la retina y van hasta el córtex visual. La segunda ruta la sigue únicamente aproximadamente un 10% de los axones de la retina y salen proyectados a diferentes áreas del encéfalo; algunas de estas áreas son los núcleos pretectales, el colículo superior, los núcleos pulvinares y el núcleo supraquiasmático del hipotálamo (9, 10).

La primera parte de la vía visual es común para todos los axones de la retina y es la parte denominada vía pre-geniculada cuyo recorrido comienza en la retina y va al nervio óptico pasando después por el quiasma óptico (donde se produce un cruce de las fibras nasales de ambos ojos mientras que las temporales continúan sin cruzarse) hasta llegar finalmente a las cintillas ópticas. Estas últimas llevarán las fibras hasta el cuerpo geniculado lateral o hacia el resto de las áreas comentadas anteriormente (11).

Como ya se ha dicho, a partir de aquí habrá diferentes rutas visuales. Una de ellas será la vía geniculo-cortical que va del Cuerpo Geniculado Lateral (CGL) al córtex visual primario mientras que la otra ruta será la extrageniculada, en la cual los axones abandonan la ruta común antes de llegar al CGL para dirigirse a otras áreas del encéfalo. Entre las áreas de la ruta extrageniculada las siguientes se consideran de mayor relevancia para este trabajo:

- **Colículos superiores:** Estos reciben información de diferentes procedencias: retina, corteza visual, médula espinal y núcleos del tronco de encéfalo. Con toda esta información está encargada de ajustar nuestra posición de cabeza y de ojos con la información que recibe de manera que se maximice la entrada de información (10, 12).
- **Núcleos motores del tronco encéfalo:** entre los núcleos motores que se sitúan en el tronco encéfalo se encuentran el núcleo del nervio oculomotor (III par), del nervio 5 troclear o patético (IV par) y del nervio motor ocular

lateral (VI par) que inervan a los músculos extraoculares encargados de controlar los movimientos oculares (9, 10).

Respecto a la vía genículo-cortical, presenta una división marcada entre los axones de la ruta dorsal o magnocelular y la ruta ventral o parvocelular (8, 13).

El cuerpo geniculado lateral es el primer centro donde vienen a parar los axones de la retina de la vía genículo-cortical y hacen sinapsis con las neuronas de segundo orden cuyos axones se extienden hasta la corteza visual primaria para el ulterior procesamiento de la información retiniana. Se conoce que en el CGL existe una clara separación anatómica de los axones que pertenecen a la vía magnocelular o a la vía parvocelular y siguen una ruta diferente a partir de la corteza visual primaria (8, 13).

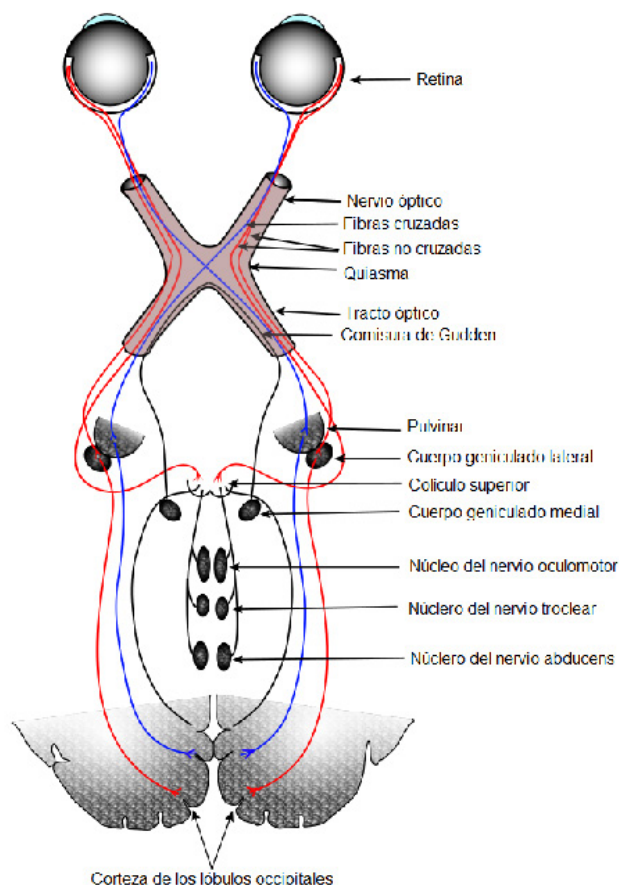


Figura 1: ruta visual

La ruta visual principal llega hasta la corteza occipital y en ella diferentes áreas corticales visuales que son V1, V2, V3, V3A, V4, V5 y V6 y realizan un procesamiento secuencial y de paralelo entre ellas (10, 13, 14). El procesamiento paralelo se da a través de las vías parvocelular y magnocelular:

- **La vía parvocelular** (parvo) o de procesamiento lento, se extiende hacia el lóbulo temporal, también llamada ruta ventral; procesa la información relativa al detalle (8,

15).

- **La vía magnocelular** (magno) o de procesamiento rápido, se extiende hacia el lóbulo parietal, también llamada ruta dorsal, encargada del procesamiento de la información relativa al movimiento, la localización y la organización espacial (8, 15).

De las áreas visuales mencionadas, las áreas V3A, V6 y V5 son de especial interés para la percepción y procesamiento del movimiento (16).

El área V5 responde selectivamente a distintos tipos de movimientos. Mientras que las áreas V3A y V6 son sensibles a ciertos análisis del movimiento como parecen ser la dirección y velocidad, tanto del entorno como de la misma persona.

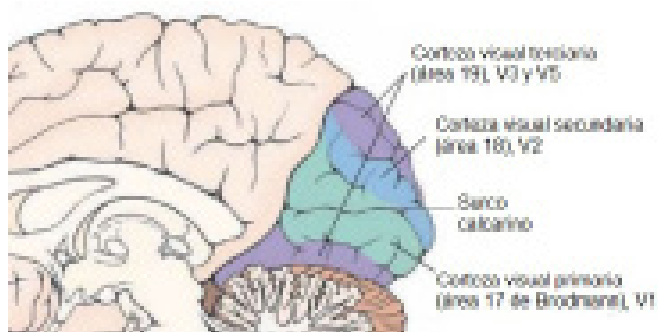


Figura 2: áreas visuales en corteza occipital

Según estudios que hablan sobre la vía magnocelular, un defecto en el área V5 puede bloquear a una persona ante una situación o lugar con mucha aglomeración y demasiados estímulos visuales ya que su cerebro no puede procesar la escena visual cambiante e inestable con la suficiente rapidez y se colapsa, a este problema se denomina akinetopsia (17).

Movimientos oculares y la lectura

Los movimientos oculares llevan una ruta visual diferente y coordinada a las explicadas anteriormente. Respecto a los movimientos oculares existe una jerarquía de control neuronal dentro de cada una de las categorías funcionales de los movimientos oculares que planifica, coordina y ejecuta la actividad motora (18).

El nivel superior de esta jerarquía son los núcleos premotores del tronco-encéfalo, estos coordinan las acciones de varios músculos para ejecutar las rotaciones oculares. Estos centros de mirada dirigen la dirección, amplitud, velocidad y duración de los movimientos oculares. Para poder realizar esto, las neuronas premotoras reciben información de diferentes regiones cerebrales y se transforman los estímulos visuales sensoriales que estas zonas le aportan en órdenes motoras (18).

El segundo nivel en esta jerarquía son los núcleos motores de los nervios craneales III, IV, VI par. Las neuro-

nas motoras de estos núcleos constituyen la última vía común para todas las clases de movimientos del ojo, siendo las proyecciones de axones de estas neuronas las que transmiten información a los músculos extraoculares para ejecutar tanto los movimientos oculares lentos como los rápidos. En esta última vía común se unen con las interneuronas de los núcleos premotores (18).

El último nivel dentro de esta jerarquía son los tres pares de músculos extraoculares que se encargan de girar cada ojo alrededor de su centro de rotación con la información transmitida por los dos niveles anteriormente explicados (18).

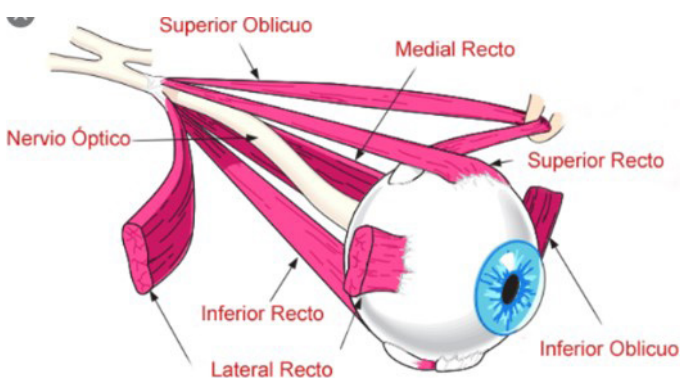


Figura 3: músculos extraoculares

Hay diferentes tipos de movimientos oculares que realizan estos músculos extraoculares y cada uno de ellos tiene una función para poder ayudarnos a fijar la imagen visual, mantenerla en nuestra fóvea o conseguir desplazar el ojo para poner la imagen de interés en ella que son la fijación visual, el movimiento sacádico y los seguimientos visuales.

Durante el acto de lectura, intervienen los tres tipos de movimientos oculares y son necesarios unos movimientos oculares rápidos, coordinados y precisos.

Las alteraciones del procesamiento visual de la ruta magnocelular, o de procesamiento rápido, pueden afectar a la lectura. Esto va a implicar dificultad para una atención visual estable, dificultades para las fijaciones en las palabras y de los movimientos oculares por las líneas del texto (19).

Percepción de movimiento global y la lectura

Hay estudios que describen una posible relación entre la percepción del movimiento y la lectura. La percepción del movimiento madura antes y de una manera independientemente del idioma nativo (20). El procesamiento de la información de movimiento consta de dos pasos de procesamiento: procesamiento local, donde las señales de movimiento son captadas por células que tienen campos receptivos que abarcan menos de un grado y procesamiento global, en el que se combina información de varias unidades locales de procesamiento

de movimiento (21). El sistema visual debe atribuir movimientos o propiedades derivadas de los movimientos a los objetos, incluido el orden de profundidad y las relaciones con la trayectoria del perceptor. Por lo tanto, el sistema visual debe calcular los movimientos globales asociados con objetos y superficies, no solo los movimientos locales asociados con las ubicaciones de los objetos en el campo visual.

El rendimiento de la percepción de movimiento global se puede probar, por ejemplo, con una visualización de puntos aleatoria donde algunos puntos están en movimiento coherente, pero otros se mueven al azar (22). El desarrollo de mecanismos de movimiento para el cálculo de la velocidad aún se desconoce, pero los estudios en bebés indican que la sensibilidad a velocidades más lentas se desarrolla más tarde que la sensibilidad a velocidades más rápidas (23). Los procesos básicos del rendimiento de lectura y los relacionados con la percepción del movimiento se realizan en diferentes campos del cerebro. Solo la transferencia de la mirada es esencial para el proceso de lectura, así como para la percepción del movimiento. Por lo tanto, los trastornos relacionados con la transferencia de la mirada pueden conducir a problemas de percepción, incluida la lectura.

Uno de los modelos que intenta explicar la relación entre la lectura y la percepción del movimiento es la hipótesis visual magnocelular. Las funciones de la corriente dorsal son más susceptibles a las deficiencias derivadas de las alteraciones del desarrollo, porque generalmente son más plásticas que las funciones de la corriente ventral (24).

Prueba de percepción de movimiento de puntos coherentes

La prueba de percepción de Movimiento de Puntos Coherentes (CDM) es una prueba para la evaluación de la percepción global del movimiento y se ha observado que activa las áreas V3A y V5 correspondientes a la vía dorsal, responsables del análisis del movimiento (16). Mediante esta prueba se consigue cuantificar la calidad de la percepción global del movimiento de una persona y mide la capacidad de discriminar el movimiento coherente dentro de un patrón de ruido con movimiento aleatorio (16).

Esta prueba consta de un porcentaje de puntos que se mueven de manera conjunta en la misma dirección y a la misma velocidad mientras que, el resto lo hacen con velocidades y direcciones aleatorias e independientes. Esta relación de puntos que se mueven de forma conjunta y puntos con movimiento aleatorio se denomina en la prueba grado de coherencia del patrón. La prueba se puede realizar con diferentes grados de coherencia,

dentro de los cuales, a menor grado de coherencia, mayor dificultad para poder percibir la dirección de los puntos que se mueven de forma conjunta. Las posibles direcciones de los puntos son: arriba, abajo, derecha, izquierda.

PROPÓSITO

En pacientes diagnosticados con dislexia se ha observado que la alteración de la percepción global del movimiento está asociada a una vía magnocelular más desorganizada y cuerpos celulares más pequeños (6) que puede influir en la velocidad y eficacia lectora.

Sin embargo, existe una carencia de estudios que analicen en personas que no padezcan dislexia, la relación entre dificultades para la lectura y su relación con problemas con el procesamiento rápido requerido para estas tareas.

En este trabajo se va a valorar la asociación entre la percepción global del movimiento y la velocidad de lectura en población infantil sin diagnóstico de dislexia, para obtener una idea de los posibles mecanismos visuales asociados a habilidades de lectura deficientes.

MATERIAL Y MÉTODOS

Descripción de la muestra:

Se incluyeron un total de 26 participantes con una edad media de $7,4 \pm 0,4$ años, de los cuales el 57,7% eran mujeres.

Todos los sujetos incluidos en el estudio eran emétopes ($\pm 0,50$ D esféricas; $\pm 0,50$ D cilíndricas) o corregidos con lentes de contacto o gafa, con visión binocular y una AV decimal superior a 0,90 en Visión Próxima (VP).

Tras analizar los resultados, 3 de los participantes fueron excluidos porque no cumplían los criterios de inclusión a continuación mencionados (2 de ellos presentaban estrabismo y otro una insuficiencia de convergencia descompensada).

Las medidas para el estudio se realizaron en una sala del colegio dónde se llevó a cabo el estudio, en las mismas condiciones y por el mismo examinador. La duración máxima de las medidas para cada sujeto fue de aproximadamente 30 minutos para evitar el cansancio o la fatiga y de forma individualizada.

Todos los sujetos fueron informados previamente de las pruebas a realizar y firmaron un consentimiento informado.

Criterios de inclusión y exclusión

Se incluyeron niños emétopes ($\pm 0,50$ D esféricas; $\pm 0,50$ D cilíndricas) o corregidos con lentes de contacto o gafa, con visión binocular y una AV decimal

superior a 0,90 en VP.

Los criterios de exclusión fueron:

- Criterio de edad: El rango de edad escogido fue de 7 a 9 años. Es el rango de edades escogido en la mayor parte de los estudios sobre las dificultades lectoras.
- Personas con una AV decimal en VP inferior a 0,9 con la mejor corrección.
- Ambliopía/ estrabismo/ alteración binocular en cerca
- Patologías oculares y/o sistémicas conocidas
- Cirugía refractiva previa
- Diagnóstico de dislexia

Con el objetivo de descartar pacientes con posible dislexia sin diagnosticar se evaluaron las habilidades visuales de discriminación visual y orientación espacial que, según muestran los estudios sobre la dislexia, se encuentran afectadas además de los movimientos oculares y la percepción global del movimiento.

Diseño del estudio

El protocolo de medidas seguido con cada paciente fue:

- Anamnesis. Esta nos servirá para descartar pacientes con diagnósticos de dislexia, enfermedades oculares y/o sistémicas.
- AV en VP valorada con Optotab Screening (office) Polar (Smarthings4vision)
- Medida de la estereopsis valorado con Optotab Screening (office) Polar (Smarthings4vision)
- Medida de la discriminación visual medido con Test de Habilidades Visuales Perceptivas (TVPS)
- Medida de la constancia de forma medido con TVPS.
- Medida de los movimientos oculares con Developmental Eye Movement test (DEM)
- Medida de la percepción global del movimiento con la prueba CDM: prueba integrada en el equipo de evaluación Optotab Screening (office) Polar (Smarthings4vision)

RESULTADOS

Relación entre movimientos oculares, variables lectoras y percepción de movimiento

Se realizaron análisis de correlación para ver la relación entre las variables de motilidad ocular, velocidad lectora y percepción del movimiento de puntos coherentes.

Los recuadros con contorno azul agrupan a las variables por pruebas, mientras que los rectángulos en amarillo indican las correlaciones entre la velocidad lectora y la prueba DEM, y los rectángulos en morado, las correlaciones entre la velocidad lectora y la prueba de puntos coherentes y los recuadros verdes, la correlación entre los distintos grados de coherencia con el tiempo nece-

sario para completar la parte horizontal de la prueba DEM.

Esta figura muestra la fuerza de la correlación entre las variables adquiridas en este estudio. Se observó que las distintas variables calculadas en el DEM correlacionaban entre sí. Asimismo, en la prueba de puntos coherentes, los resultados con distintos grados de coherencia correlacionaban principalmente con los resultados de las pruebas con la proporción de puntos coherentes más próximos a su valor, pero se observó una relación débil entre el resultado con 10 % de puntos coherentes frente a 30 % y 40 % de puntos coherentes ($r = 0,00$ y $r = 0,16$, respectivamente). Curiosamente, a mayor grado de coherencia mayor era la correlación con el tiempo para completar la parte horizontal y vertical del DEM.

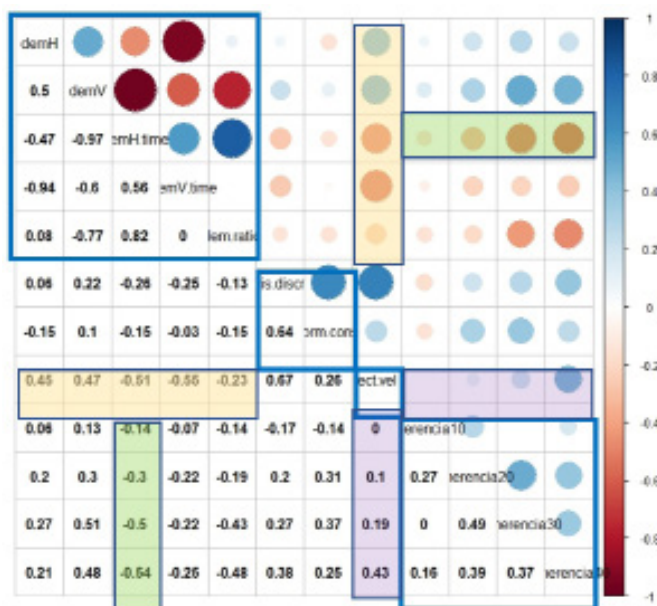


Figura 4: correlación entre variables

La velocidad de lectura presentó la correlación más alta con el parámetro “coherencia 40” ($r = 0,43$) dentro de la prueba de puntos coherentes. Asimismo, se observó una correlación negativa de la velocidad lectora con el tiempo necesario para completar la parte horizontal ($r = -0,51$) y vertical ($r = -0,55$) de la prueba DEM. Por último, cabe destacar la asociación entre la velocidad de lectura y la discriminación visual, cuyo valor del coeficiente de correlación fue de 0,67.

Parámetros asociados a la velocidad lectora

Posteriormente, se hizo un análisis de regresión lineal univariante para observar qué factores podrían estar asociados a la velocidad lectora y, en concreto, si el rendimiento en la percepción del movimiento coherente podría estarlo de forma significativa.

De aquí, concluimos que la percepción del movimiento de puntos coherentes estaba asociado a la velocidad lectora, pero únicamente los resultados de la prueba con 40 % de puntos coherentes ($p = 0,039$), y esta sola-

mente explicaba el 15 % de la variabilidad observada en la velocidad lectora (R^2 ajustada = 0,15).

Asimismo, la discriminación visual estaba asociada significativamente a la velocidad lectora ($p < 0,001$) y un punto de diferencia en la escala de discriminación visual supone una diferencia de velocidad de lectura de 7,5 palabras por minuto. Este modelo explicaba el 42,3 % de la variabilidad en la velocidad lectora (R^2 ajustada = 0,423). La constancia de forma no estaba asociada a la velocidad lectora.

Al analizar la asociación entre la velocidad lectora y el tiempo para completar la parte horizontal de la prueba DEM y concluimos que cada segundo de más para completar la parte horizontal del DEM suponía leer 0,58 letras menos por minuto y esta asociación era significativa ($p = 0,013$), explicando el 22 % de la variabilidad en la velocidad lectora.

Para finalizar, se creó un modelo de regresión multivariante incluyendo como variables independientes la coherencia 40, discriminación visual y tiempo DEM horizontal y como variable dependiente la velocidad lectora. El modelo resultó ser significativo ($p < 0,001$, R^2 ajustada = 0,50). Los resultados se indican en la Tabla 1.

Según estos resultados, la percepción de movimiento con 40 % de puntos coherentes no estaba asociado a la velocidad lectora tras controlar por el efecto de la discriminación visual y los movimientos oculares horizontales para la lectura. No obstante, aunque los diagnósticos del modelo fueron aceptables, cabe destacar que la muestra es pequeña para sacar resultados concluyentes.

DISCUSIÓN

En este trabajo hemos contrastado la hipótesis de que la percepción global del movimiento está asociada a la velocidad de lectura en sujetos sin dislexia, concluyendo que existe cierta relación entre ambas. Encontramos que los sujetos con baja percepción global del movimiento, a pesar de tener habilidades de lectura reducidas, también mostraban una discriminación visual deficiente y movimiento sacádicos necesarios para lectura deficientes. En conjunto, estos hallazgos respaldan la opinión de que la percepción global del movimiento y las habilidades lectoras podrían estar indirectamente relacionadas a través de otro mecanismo común, o que el mal procesamiento del movimiento es solamente uno de los muchos factores que contribuyen a las dificultades de lectura. Asimismo, observamos que la relación entre la percepción global del movimiento y la velocidad de lectura estaban relacionadas cuando la sensibilidad del movimiento se medía con un número de puntos coherentes elevado (40 %) y que, a su vez, a mayor coherencia de puntos, mayor correlación se en-

contraba con la discriminación visual y con la deficiencia de movimientos sacádicos.

La lectura es más compleja que el habla a causa de que se trata de un conjunto arbitrario de símbolos visuales que debe ser rápidamente identificado, ordenado y traducido a los sonidos que representan. Los estudios que se han encontrado parecen estar de acuerdo en admitir que la sensibilidad visual al movimiento está correlacionada con las habilidades de lectura, lo que según un estudio puede ser un indicador de predisposición a tener dificultades para el aprendizaje de la lectura. (25) Parece que los mecanismos de lectura y percepción del movimiento coherente se están desarrollando de forma progresiva y de una manera similar. Sin embargo, hay pocas pruebas de que todos los pacientes con velocidad lectora disminuida tengan una mala percepción del movimiento. (26) Además, se ha observado que sujetos con baja velocidad lectora que tienen asociada una disminución de la percepción del movimiento, pueden alcanzar igualmente una mejora muy significativa en el rendimiento lector a través de un programa de intervención de lectura, a pesar de que no mejores la percepción del movimiento (25).

Esto pone en duda la relación causal directa entre la percepción del movimiento y las capacidades lectoras. No obstante, y en línea que nuestros resultados, se ha observado que la percepción global del movimiento se correlaciona con las habilidades de lectura. Aunque la explicación para este hecho no está del todo esclarecida, presumimos que tanto los déficits de la percepción del movimiento como las discapacidades de lectura surgen de otros mecanismos comunes, o que los déficits de procesamiento del movimiento se encuentran entre una colección de factores de riesgo correlacionados para las dificultades de lectura. Por ejemplo, la percepción del movimiento se ha medido utilizando un paradigma de toma de decisiones perceptivas, durante el cual el

sistema visual acumula evidencia de juicios perceptuales. Es posible que la integración de la información de movimiento, en lugar de la detección de movimiento, es lo que está afectado en sujetos con bajas habilidades lectoras. Esto concordaría la alta asociación entre la discriminación visual y habilidades lectoras que encontramos.

Una de las principales limitaciones del presente trabajo es el tamaño muestral. Se estima que los análisis de regresión requieren, por norma general, diez sujetos por cada variable independiente que se introduce en el modelo. Por ello, el modelo multivariante que se propone en este trabajo necesitaría al menos 30 sujetos para que los resultados fueran robustos. Asimismo, para comprobar de forma fehaciente que la percepción global de movimiento influye en la velocidad lectora, los futuros estudios podrían centrarse en un estudio de intervención, donde a través de un programa de terapia visual se entrenase la percepción del movimiento y se observaría si la velocidad lectora y las habilidades visuales mejoran a causa de esta intervención. A pesar de estas limitaciones, este trabajo aporta información novedosa, ya que hasta la fecha no se ha publicado ningún estudio que determine la relación entre la percepción global de movimiento y la velocidad lectora en niños con AV y sistema binocular normal y sin dislexia.

CONCLUSIONES

Nuestros hallazgos apoyan la hipótesis de que la percepción global de movimiento, aunque en menor medida que la discriminación visual, está asociada a la velocidad lectora.

Modelo univariante				
	β	Error estándar	t-valor	p
Coherencia 40	42,79	19,4	2,20	0,040
Discriminación visual	7,53	1,82	4,14	<0,001
DEM horizontal (s)	-0,58	0,22	-2,70	0,013
Modelo multivariante				
	β	Error estándar	t-valor	p
Intercepto	33,8	31,1	1,086	0,213
Coherencia 40	2,77	18,6	0,149	0,883
Discriminación visual	6,40	1,83	3,49	0,002
DEM horizontal (s)	-0,39	0,21	-1,9	0,071

Tabla 1: Coeficientes derivados de la regresión lineal univariante y multivariante

REFERENCIAS

1. Goldstand S, Koslowe KC, Parush S. Vision, Visual-Information Processing, and Academic Performance Among Seventh-Grade Schoolchildren: ¿A More Significant Relationship Than We Thought? *Am J Occup Ther*. 2005;59(4):377-89.
2. Díaz Álvarez S, Gómez García A, Jiménez Garófano C, Martínez Jiménez MP. Bases optométricas para una lectura eficaz. Madrid, Trabajo de Fin de Master del COI, 2004.
3. Sánchez Delgado, P. PISA 2012. Programa para la evaluación internacional de los alumnos. Informe español. Resultados y contexto. Reseña. *Revista de Educacion* 365 244 246.
4. Hussaindeen JR, Shah P, Ramani KK, Ramanujanc L. Efficacy of vision therapy in children with learning disability and associated binocular vision anomalies. *J Optom*. 2018 Jan-Mar; 11(1): 40–48. doi: 10.1016/j.optom.2017.02.002.
5. Cestnick L, Coltheart M. The relationship between language and visual processing in developmental dyslexics. *Cognition* 1999; 71: 231-55.
6. Galaburda A, Livingstone M. Evidence for a magnocellular defect in developmental dyslexia. *Ann NY Acad Sci* 1993; 682: 70-82.
7. Galaburda AM, Cestnick L. Dislexia del desarrollo. *S9REV NEUROL* 2003; 36 (Supl 1):S3-S9.
8. Ratey, JJ. El cerebro: manual de instrucciones. Grupo Editorial Random House.
9. Soriano Mas, C. Fundamentos de neurociencia. Barcelona: editorial UOC; 2007.
10. Guyton, AC. Anatomía y fisiología del sistema nervioso. Neurociencia básica. 2ª edición. Madrid: editorial medica panamericana; 1997.
11. Santiesteban Freixas, R. Oftalmología pediátrica. La Habana: editorial Ciencias Médicas; 2010.
12. Schünke M, Schulte E, Schumacher U, Vollm, Wesker K. Prometheus. Texto y atlas de anatomía. Tomo 3. Cabeza y Neuroanatomía 2ª mejorada y ampliada. ed. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2010.
13. Carpenter, MB. Neuroanatomía: Fundamentos. 4ª edición. Madrid: Editorial medica panamericana; 1994.
14. Livingstone MS, Hubel D. Segregation of form, colour, movement and-

depth: anatomy and perception. *Science*. 1988;240:740-749.

15. Gori S, Seitz AR, Ronconi L, Franceschini S, Facoetti A. Multiple Causal Links Between Magnocellular–Dorsal Pathway Deficit and Developmental Dyslexia. *Cereb Cortex*. 2016;26(11):4356-4369.
16. Braddick O, O'Brien J, Wattam-Bell J, Atkinson J, Hartley T, Turner, R. Brain Areas Sensitive to Coherent Visual Motion. *Perception*. 2001;30:61-72.
17. Heutink J, de Haan G, Marsman JB, van Dijk M, Cordes C. The effect of target speed on perception of visual motion direction in a patient with akinetopsia. *Cortex* 2019;119:511-518.
18. Skaliky, SE. Neural Control of Eye Movements. *Ocular and Visual Physiology* 2016;251-270.
19. Stein, J. Visual motion sensitivity and reading. *Neuropsychologia*. 2003;41(13):1785-93.
20. Hayward J, Truong G, Partanen M, Giaschi D. Effects of speed, age, and amblyopia on the perception of motion-defined form. *Vision Research* 2011;51:2216–2234.
21. Badcock DR, Clifford CWG, Khuu SK. Interactions between luminance and contrast signals in global form detection. *Vision Research* 2005;45, 881–889.
22. Braddick O, Qian N. The organization of global motion and transparency. Motion vision—computational, neural and ecological constraints. 2001:86–106. Berlin: Springer.
23. Ellemberg D, Lewis TL, Dirks M, Maurer D, Ledgeway T, Guillemot JP et al. Putting order into the development of sensitivity to global motion. *Vision Research*, 2004;44, 2403–2411.
24. Braddick O, Atkinson J, Wattam-Bell J. Normal and anomalous development of visual motion processing: motion coherence and 'dorsal stream vulnerability'. *Neuropsychologia* 2003;41(13), 1769–1784.
25. Joo SJ, Donnelly PM, Yeatman JD. The causal relationship between dyslexia and motion perception reconsidered. *Sci Rep*. 2017;7:4185.
26. Kassaliete E, Lacis L, Fomins S. Reading and coherent motion perception in school age. *Ann Dyslexia* 2015 Jul;65(2):69-83.

ABREVIATURAS

- CGL: Cuerpo Geniculado Lateral
- CDM: Movimiento de Puntos Coherentes
- AV: Agudeza Visual
- VP: Visión Próxima
- TVPS: Test de Habilidades Visuales Perceptivas
- DEM: Developmental Eye Movement Test

Neurooptometría Deportiva

Sports Neuro-Optometry

Ricardo Bernárdez Vilaboa, Prof^{1*}

1: Universidad Complutense de Madrid. Departamento de Optometría y Visión. España.

* ricardob@ucm.es

Enviado: 5 de julio del 2022

Aceptado: 1 de septiembre del 2022

Financiación: Ninguno de los autores declaran tener financiaciones.

Declaración de Conflictos de Intereses: Ninguno de los autores declaran tener conflictos de intereses.

Relevancia: Presentación de una nueva disciplina para presentar una combinación de áreas de gran aplicación como es la Optometría deportiva y la neurooptometría con interacción profesional de dos sectores como son la Optometría (baja visión y optometría deportiva) y la neurooftalmología. Se aportan datos para explicar el término.

Resumen: La neurooptometría deportiva es un conjunto de disciplinas para atender al deportista contemplando visión desde la mejor posible hasta la ceguera total pero con resto visual, de valores por debajo de 2,6 logMAR. En caso de problemas visuales con afectación neurológica se activa el protocolo completo con examen optométrico para la refracción básica, medida de la visión binocular y acomodación pero también cualquier otra prueba que aporte y aclare a qué nivel neurológico se encuentra con posibilidades de tratamiento para mejorar rendimiento deportivo.

Palabras clave: Optometría Deportiva, Ceguera, Neurooptometría, Neurooftalmología, Neurooptometría Deportiva.

Relevance: Introduction of a new discipline combining highly applicable areas such as sports optometry and neuro-optometry, with professional interaction between two sectors: optometry (low vision and sports optometry) and neuro-ophthalmology. Data is provided to explain the term.

Summary: Sports neuro-optometry is a set of disciplines aimed at addressing athletes' vision, ranging from the best possible vision to total blindness with remaining visual function, with values below 2.6 logMAR. In cases of visual problems with neurological involvement, a comprehensive protocol is activated, including an optometric examination for basic refraction, measurement of binocular vision and accommodation, as well as any other tests that clarify the neurological level and treatment possibilities to improve sports performance.

Keywords: Sports Optometry, Blindness, Neuro-optometry, Neuro-ophthalmology, Sports Neuro-optometry

INTRODUCCIÓN

Esta combinación de términos, Neurooptometría deportiva, enmarca una nueva actividad de evaluación y tratamiento de problemas visuales que implican problemas neurológicos en deportistas. Etimológicamente, Neuro del griego νευρο- neuro- significa 'nervio' o 'sistema nervioso', optometría, del griego οπτος optós 'visible' y -metría o medida del ojo y deportiva, adjetivo perteneciente o relativo al deporte (RAE, 2022).

Es una especialidad de la optometría donde son nece-

sarios optometristas especialistas en baja visión y de optometría deportiva y de la oftalmología, en concreto de la neurooftalmología. Estos especialistas deben combinar sus esfuerzos para lograr analizar en profundidad la medida de la refracción combinada con un estudio de la visión binocular y acomodación, las habilidades visuales adaptadas al deportista con deficiencia visual o no, la pérdida visual en baja visión y su tratamiento, siendo importante un estudio oftalmológico de los problemas neurológicos y su extensión, así como las posibilidades de permitir el tratamiento más completo que dé dependencia desde el deportista con buena visión hasta el deportista con ceguera. El espectro de agudeza visual

hasta un 2,6 logMar también diferencia a las clases de deportistas y permite que compita con iguales condiciones de ceguera en el límite de su capacidad visual.

La neurooptometría deportiva va dirigida a deportistas con problemas neurológicos y visuales también si no tienen problemas y debemos conocer estos deportistas en general y desde la: optometría deportiva, baja visión para deficiencia visual hasta ceguera y neurooptometría medida por el óptico-optometrista en colaboración con el neurooftalmólogo.

En un número elevado de publicaciones en optometría deportiva destaca siempre que los atletas profesionales muestran mejores habilidades visuales en comparación con los no profesionales (1-3).

Funciones cognitivas en atletas permiten un rendimiento superior en tareas que miden la atención y las habilidades sensoriomotoras (4, 5).

Hay factores importantes en el deporte, de optimización del estado de recuperación-estrés. La recuperación efectiva de las intensas cargas de entrenamiento que a menudo enfrentan los atletas de élite a menudo puede determinar el éxito o el fracaso deportivo. Los factores más relevantes son el sobre entrenamiento, la fatiga, las lesiones, las enfermedades y el agotamiento. Un instrumento de seguimiento y sencillo a la vez es un cuestionario de estrés de recuperación para atletas que proporcione información del estado de recuperación percibido (6). Por tanto, deberíamos incluir este tipo de preguntas en una anamnesis optométrica normal, para descartar problemas visuales a la vez que indagamos cuestiones personales respecto a los antecedentes familiares y actividad deportiva o elemento diferenciador entre atletas y no atletas.

La infancia es un período importante y sensible para el desarrollo cognitivo. Se demuestra la influencia de la actividad física en la salud, especialmente una correlación positiva entre el deporte y las funciones cognitivas, utilizando las áreas de atención, pensamiento, lenguaje, aprendizaje y memoria en relación con el deporte y la infancia. La práctica de deportes en la infancia tardía influye positivamente en las funciones cognitivas y emocionales (7).

Destacamos la infancia como un grupo donde se demuestra la correlación positiva entre la actividad física y las funciones cognitivas, pero si lo pensamos en el análisis optométrico, los beneficios de un primer examen optométrico son incalculables, nos permiten comprobar ese estado visual básico con visión binocular y acomodación, para de inmediato con una anamnesis abierta pasar a conocer el estado de las habilidades visuales más relevantes que permitan clasificar el rendimiento visual de cualquier niño y ver su evolución tanto incluyendo ejercicios visuales en las secuencias de entrenamiento físico y estratégico de sus entrenadores como insistir en

definir el mejor tratamiento con gafas especiales, lentes de contacto y entrenamiento visual para mejorar acomodación y visión binocular además de recuperar una ambliopía perfectamente clasificada, un estrabismo acomodativo, reducir adecuadamente la aniseiconía, mejorar la estereopsis como valor diagnóstico y definitivo del proceso de recuperación visual.

En relación con el problema visual encontrado, es interesante comprobar parte de lo publicado por términos, así iniciamos este análisis con el término neurooptometría para profundizar, ahora si, en los principales problemas neurológico. Después, siguiendo con la misma idea, tratar de mostrar un abanico de trabajos sobre optometría deportiva, por separado, comprobando la entidad de cada bloque.

Hacemos enseguida una exposición de los trabajos de la combinación. Por ello iniciamos con la neurooptometría.

Neurooptometría

La neurooptometría se ocupa del diagnóstico y tratamiento de problemas relacionados con la visión, comúnmente en la población con lesión cerebral (por ejemplo, conmoción cerebral y accidente cerebrovascular). Se "aborda el procesamiento de información oculomotor, acomodativo, visomotor, binocular, vestibular, perceptivo/visual y específico de las secuelas oculares/neurobiológicas de esta población". Algunos de estos problemas incluyen una marcada sensibilidad a la luz y al movimiento visual, disfunción de vergencia, lectura oculomotora, desenfoque, déficits de integración sensorial multimodal y planificación y ejecución visomotora deficiente. El tratamiento incluye terapia visual, lentes, prismas, oclusión selectiva y tintes/revestimientos de lentes. La rehabilitación neurooptométrica sigue los principios científicos de neuroplasticidad, incorporando los principios de aprendizaje perceptivo y motor. Las posibles áreas incluyen:

- Desarrollo y uso de filtros de espectro muy estrecho y digital cromático personalizado.
- Software de dispositivo para el tratamiento de la condición común de fotosensibilidad y sensibilidad al movimiento visual.
- Desarrollo y uso de gafas con prismas.
- Sistema de control del movimiento ocular simple y compacto basado en video proporcionando una señal auditiva cuando se interrumpe la fusión.
- Realidad virtual/aumentada para evaluar y tratar las disfunciones de percepción comunes (8).

Es importante incluir un neurooptometrista como miembro del equipo de pacientes con trastornos del equilibrio. Los mareos, los problemas de equilibrio y la sensación de que el mundo espacial se mueve (vértigo) son uno de los problemas más comunes en la práctica médica general. Las personas con una lesión del sistema

nervioso central u otras causas idiopáticas de problemas de procesamiento visual o que tienen problemas de visión funcional, a menudo experimentan dificultades extremas con el equilibrio y el movimiento, así como con su percepción del espacio. En consecuencia, el paciente a menudo experimenta dificultades para funcionar en un entorno con estimulación visual excesiva. Los síntomas de desequilibrio, problemas vestibulares y de equilibrio son comúnmente un problema del oído interno y una binocularidad inestable. La combinación de terapia rehabilitadora neurooptométrica y terapia de equilibrio resultará en un tratamiento efectivo para reducir o resolver estos síntomas (9).

El seguimiento visual predictivo, evaluado mediante la tecnología de seguimiento ocular, puede diferenciar los déficits en las funciones oculomotoras en personas con y sin conmoción cerebral. La tecnología de seguimiento ocular puede servir como una herramienta objetiva rápida para detectar y controlar los déficits neuronales debido a una lesión cerebral traumática (Traumatic Brain injury- TBI) (10).

Además la estimulación de la retina puede influir en la función cerebral a través del tratamiento con gafas tanto a nivel subcortical como cortical. Haciendo uso del registro de electroencefalografía (EEG) antes y después de que el paciente use gafas, se analizaron la electroencefalografía cuantitativa equivalente (QEEG). Con las gafas puestas, se encontró que las lecturas de los participantes estaban más cerca de la base de datos normalizada. La prueba Z-bellSM identificó lentes para influir en la actividad cerebral neurotípica, lo que respalda el paradigma de que las gafas se pueden utilizar como una intervención terapéutica. El análisis QEEG y las imágenes cerebrales derivadas de EEG en los esfuerzos de investigación neurooptométrica para afectar la función cerebral pueden tener un papel preponderante en neurooptometría (11).

Aparte de definiciones, futuras investigaciones y detalles de la importancia de un neurooptometrista así como fórmulas de medida útiles en los registros de problemas neurológicos, vemos a continuación enfermedades o anomalías relevantes en neurooptometría a buscar y evaluar para mejor tratar. Se trata de la ambliopía, pacientes afectados de Parkinson, pacientes con conmoción cerebral, la migraña, la enfermedad de Alzheimer, la anisocoria, el DEM asociado a la lesión cerebral adquirida leve y los dolores de cabeza asociados a la lesión cerebral.

La ambliopía es una anomalía del neurodesarrollo asociada con déficits en una amplia gama de tareas visuales de bajo y alto nivel. Esto es particularmente cierto en la ambliopía estrábica donde la fijación es inestable y hay una mayor frecuencia de micro sacadas. El aumento de la latencia para los movimientos sacádicos y el tiempo de respuesta manual con la visión del ojo ambliope es

consistente con la atención distraída por movimientos oculares de fijación no deseados (12).

La disminución de la visión asociada con la dificultad para leer (40 %) fue común en los pacientes con Parkinson. En términos de restricción de la mirada, la afectación de la mirada vertical (35%) fue mayor que la afectación horizontal (7%). La insuficiencia de convergencia (IC) fue la disfunción de la visión binocular más frecuente (30 %), seguida de la IC con disfunción oculomotora (14 %) y parálisis de la mirada vertical (18 %). La disfunción de la visión binocular es altamente prevalente entre los pacientes con Enfermedad de Parkinson. Estos datos brindan evidencia que respalda la idea de que el tratamiento para la IC sintomática debe investigarse en personas con EP (13) (14).

Se encontró endoforia de cerca en cerca del 25% de la muestra de pacientes con conmoción. Dos mecanismos propuestos basados en el sistema oculomotor con relación a estos pacientes endofóricos sintomáticos incluyeron descompensación de foria y exceso de vergencia acomodativa (15).

Se encontró que el rendimiento del movimiento ocular de lectura usando ReadAlyzer disminuyó en la lesión cerebral traumática. La evaluación de la lectura puede servir como una medida clínica para comprender el sistema oculomotor después de una lesión cerebral traumática (16).

La migraña es otro trastorno neurovascular común, crónico, multifactorial, caracterizado típicamente por ataques recurrentes de dolor de cabeza pulsátil unilateral y disfunción del sistema nervioso autónomo. La migraña también puede estar asociada con el aura; aquellos síntomas neurológicos focales que pueden preceder o, a veces, acompañar al dolor de cabeza. La relación entre las migrañas y las anomalías de la pupila, los defectos del campo visual y el patrón de deslumbramiento es sólida. Se describe el uso terapéutico de gafas polarizadas con precisión para reducir el patrón de deslumbramiento (estrés visual) y para ayudar a algunos pacientes con migraña (17).

La evidencia acumulada ha demostrado que la retina podría proporcionar información valiosa sobre los primeros diagnósticos de la enfermedad del Alzheimer (EA). Las imágenes microvasculares y estructurales neuronales de la retina mediante OCT/OCTA son potencialmente útiles para respuestas de detección de la población a gran escala a las terapias en pacientes con EA. Los hallazgos sobre la pérdida neuronal retiniana y el daño microvascular en defecto cognitivo leve (DCL) o incluso en pacientes con EA preclínica están relacionados con la progresión del deterioro cognitivo y pérdida vascular/neuronal cerebral en pacientes con EA individuales (18).

La anisocoria puede implicar una patología subyacente grave, por lo que son primordiales una prueba precisa de la pupila y una observación astuta. Esta revisión analiza el diagnóstico diferencial de una pupila grande (anisocoria más evidente en la luz) y una pupila pequeña (anisocoria más evidente en la oscuridad), y analiza el defecto pupilar aferente relevante, en el que no hay anisocoria pero ambas pupilas reaccionan de manera diferente, según el ojo que se ilumine (19).

El uso de la prueba de Desarrollo del Movimiento Ocular (DEM) en la población adulta con lesión cerebral adquirida leve puede cuantificar clínicamente los efectos de la terapia de visión/visión oculomotora controlada. El programa de entrenamiento oculomotor (fijación, movimientos sacádicos, persecución y lectura simulada) en ordenador se hace durante ocho semanas (9,6 h en total) con y sin retroalimentación auditiva. La medida del resultado clínico fue la puntuación de la prueba de Desarrollo del Movimiento Ocular (DEM) (proporción, errores) tomada antes, a la mitad e inmediatamente después del entrenamiento. Se produjeron mejoras considerables en la puntuación de la prueba DEM después del entrenamiento, lo que refleja un seguimiento sacádico más preciso y óptimo (20).

Optometría deportiva

Se distinguen tres tipos de deportes: deporte estático, interceptivo y estratégico. Los deportes estáticos involucran situaciones altamente consistentes y a su propio ritmo (por ejemplo, correr y nadar); los deportes interceptivos requieren la coordinación de varias partes del cuerpo o un implemento sostenido para atrapar o alcanzar un objeto que pasa en el entorno dinámico (por ejemplo, tenis, esgrima y boxeo); los deportes estratégicos requieren el procesamiento simultáneo de una cantidad sustancial de información, como compañeros de equipo, oponentes, posición en el campo y pelota, y a menudo implican situaciones muy variadas (por ejemplo, voleibol, baloncesto, fútbol, hockey, hockey sobre césped y waterpolo). El entrenamiento de la visión para el rendimiento deportivo sigue siendo una cuestión abierta si puede tener una transferencia a habilidades específicas del. Se probó el efecto de programas de entrenamiento de optometría deportiva durante 6 semanas en un contexto no específico del deporte en comparación con un tercer grupo que realiza entrenamiento del deporte tradicional en un contexto específico del deporte.

Antes y después del período de entrenamiento, se evaluó la precisión de las habilidades específicas del deporte y el rendimiento cognitivo (tiempo de reacción, control ejecutivo, velocidad de percepción) de los sujetos. La precisión de las habilidades específicas del deporte analizado mejoró después del entrenamiento tradicio-

nal con respecto a los grupos de entrenamiento visual. Por el contrario, los grupos de entrenamiento visual mejoraron el rendimiento cognitivo (tiempo de reacción, control ejecutivo y velocidad de percepción), en comparación con el grupo de entrenamiento tradicional. Los resultados han demostrado que el entrenamiento de la visión en un contexto no específico del deporte (tanto genérico como con acciones motoras específicas) mejoró el rendimiento cognitivo, pero parece ser menos efectivo para mejorar las habilidades específicas del deporte. El entorno de los ejercicios juega un papel clave para mejorar la percepción y la acción en las habilidades específicas del deporte, apoyando el enfoque ecológico del aprendizaje deportivo (4, 21),

Las acciones controladas visualmente se basan en tres sistemas: el sistema de la mirada responsable de localizar y fijar objetos relevantes para la tarea, el sistema motor de las extremidades para realizar la tarea y el sistema visual para proporcionar información a los otros dos. Los tres sistemas están bajo el control de un cuarto sistema, el sistema de esquemas, que especifica la tarea actual y planifica la secuencia general de acciones. Estos cuatro sistemas tienen representaciones corticales separadas pero interconectadas. Las secuencias de acción complejas consisten en una sucesión de acciones individuales relacionadas con el objeto, cada una de las cuales normalmente implica un giro hacia el objeto, seguida de fijación y manipulación supervisada por la visión. La mirada a menudo pasa al siguiente objeto justo antes de que se complete la manipulación.

Las fijaciones simples tienen funciones identificables (ubicar, dirigir, guiar y verificar) relacionadas con la acción que se va a realizar. Se discuten varias variantes del esquema de acción básico relacionado con el objeto, incluidos los eventos de una sola acción en los deportes de pelota que involucran solo un cambio de mirada anticipatorio, bucles de producción continuos en la lectura de texto y música, y la alternancia de acción de almacenamiento en tareas de copiado, como dibujar retratos (22).

Las habilidades visuales en el deporte se consideran variables relevantes del rendimiento deportivo, de ellos la estereopsis en el rendimiento deportivo son aún escasos y dispersos en la literatura. La estereopsis dinámica está involucrada principalmente en las acciones de captura o interceptación en deportes de pelota, mientras que los deportes estratégicos utilizan diferentes habilidades visuales (visión periférica y espacial). Los atletas profesionales como los no profesionales deben entrenar sus habilidades visuales con estaciones sensoriales y sistemas de luces. Los atletas no profesionales utilizan las entradas visuales como método principal para programar gestos motores y deportistas profesionales integran la

información visual con la experiencia deportiva, por lo que codifican el partido (o el rendimiento deportivo) a través de un sistema de integración visomotor más complejo (1).

Ciertas habilidades visuales como la percepción periférica o la reacción de elección son entrenables. Se puede lograr una mejora automática de otras habilidades visuales como resultado del entrenamiento, como la capacidad de seguir simultáneamente diferentes objetos en el campo visual central y periférico y para identificar y distinguir objetos individuales, como lo es en el tarea de seguimiento de múltiples objetos (23).

Un programa de entrenamiento visual de seis semanas en los entrenamientos de pretemporada tiene un impacto positivo en las habilidades visuales que son importante en hockey incluyendo las binoculares básicas, habilidades de visión como tiempo de reacción visual. La gran mayoría de los jugadores sintieron la capacitación de forma efectiva en su tiempo de práctica asignado (24).

En los deportes de equipo, la visión periférica puede ser útil para comprobar simultáneamente los movimientos de los oponentes y compañeros de equipo. El uso de la visión periférica por parte de los defensas centrales depende de la posición del balón y de la posición del adversario directo. Se demostró que los jugadores usan una estrategia de pivote, en la que con frecuencia miran al oponente directo si no está en posesión del balón, además de hacer movimientos sacádicos para controlar a otros jugadores, o emplean una estrategia más directa, en la que la mirada es anclada en esta ubicación, evitando movimientos sacádicos y controlando a los otros jugadores con visión periférica (25).

La visión estroboscópica puede usarse para inducir errores de rendimiento durante la práctica para estimular mayores efectos de entrenamiento, particularmente en jugadores más hábiles (26).

Los ejercicios oculares se han diseñado para brindar a los atletas la oportunidad de practicar las habilidades visuales esenciales para las actividades deportivas. Son ejercicios que enfatizan el reconocimiento visual, la coordinación motora y la concentración. Los ejercicios que se emplean incluyen el cordón de Brock, cartas de Hart o flippers, la pelota de Marsden, el taquistoscopio y el Wayne Saccadic Fixator®. Se pueden emplear lentes positivas y negativas, prismas gemelos y luces estroboscópicas para mejorar la concentración mientras se realiza el ejercicio (27).

Es fundamental comprender qué procesos visuales se pueden alterar a través del entrenamiento y cuáles no. Con entrenamiento estroboscópico hay mejoras en detección de movimiento y atención central, pero no en atención sostenida. Se encontraron efectos después de 2 días de entrenamiento y después de 10 días presentes

para los no atletas y la División de la NCAA. Una pequeña mejora porcentual en la percepción del movimiento y la atención enfocada puede significar un mundo a un atleta comprometido en un deporte competitivo. El entrenamiento visual estroboscópico puede proporcionar una medios específicos para mejorar las habilidades cognitivas visuales (28).

Comparando deportistas de voleibol, de Badminton y un grupo control a los que se les completaron evaluaciones cognitivas sobre atención espacial, memoria sensorial, flexibilidad cognitiva, inhibición motora y redes de atención, se observó que los atletas tuvieron un rendimiento superior en dominios cognitivos selectivos en comparación con los controles sanos. Jugadores de voleibol mostraron superioridad en la memoria icónica, el control inhibitorio de la acción y las alertas atencionales, mientras que los jugadores de bádminton mostraron ventajas en la memoria icónica y la velocidad de procesamiento básica.

Los jugadores de voleibol superaron a los de bádminton en aquellas tareas que requieren atención visual e inhibición motora impulsadas por estímulos, probablemente debido a las diferentes modalidades de entrenamiento y características de especialidad que involucran procesos cognitivos aún más complejos. La plasticidad cognitiva puede ser impulsada por el entrenamiento deportivo en la experiencia deportiva en equipo/individual, manifestando un perfil cognitivo en la experiencia deportiva con distintas modalidades de entrenamiento (4).

En los deportes de equipo, la coordinación interpersonal está basada en la habilidad de los jugadores para identificar y calibrar información específica para las capacidades de acción de compañeros y oponentes (21). Otro ejemplo es el tiro olímpico o deporte con altas exigencias de precisión. Se llegaron a evaluar once variables visuales en cuatro grupos de habilidades como la agudeza visual, heteroforia, funciones de acomodación entre otras. En general, los tiradores tenían valores de agudeza visual más altos que los no deportistas $p < 0,001$, y los tiradores de élite presentaban valores de acomodación más altos que los no deportistas $p < 0,05$. Los tiradores de élite emplean estrategias o habilidades visuales diferentes a las de los tiradores que no son de élite y que la actividad de tiro está estrechamente relacionada con algunas habilidades visuales específicas.

La actividad de tiro parece mejorar las habilidades de agudeza visual, el tiempo visual binocular y la coordinación ojo-mano en tiradores que no son de élite, y acomodación y coordinación ojo-mano en tiradores de élite inmediatamente después de la simulación de competición (29).

Neurooptometría deportiva

Se ha demostrado que las medidas basadas en

la visión son marcadores útiles en la esclerosis múltiple (EM), el Alzheimer y la enfermedad de Parkinson. Por lo tanto, estos paradigmas de prueba pueden tener aplicaciones para poblaciones que explican el traumatismo craneal repetitivo que se ha asociado con secuelas neurodegenerativas a largo plazo. Se investigó la estructura de la retina y la función visual en atletas profesionales de deportes interceptivos comparados con participantes de control de la misma edad y raza. Se midió tomografía de coherencia óptica (OCT) de dominio espectral de la capa de fibras nerviosas retinales peripapilares (RNFL) y el espesor del complejo de células ganglionares maculares (GCC = células ganglionares + capas plexiformes internas). Se midió la agudeza visual de alto contraste (nivel del 100 %), agudeza de letras de bajo contraste (LCLA) (niveles de 1,25 % y 2,5 %) y la prueba King-Devick de desempeño rápido en la denominación de números. Se evaluaron las medidas de calidad de vida (QOL) específicas de la visión. La pérdida axonal y neuronal de la retina está presente entre los atletas de deportes interceptivos, con diferencias más notables observadas en los boxeadores. Estos hallazgos van acompañados de reducciones en la función visual y la calidad de vida, similares a los patrones observados en la esclerosis múltiple, las enfermedades de Alzheimer y Parkinson (30).

Las personas ambulatorias con lesión de la médula espinal dependen más de la visión para cruzar obstáculos y muestran deficiencias en los parámetros clave de la marcha necesarios para cruzar obstáculos con éxito. Los déficits propioceptivos deben tenerse en cuenta en los programas de rehabilitación destinados a mejorar la movilidad funcional en personas ambulatorias con lesión de la médula espinal (31).

Un mayor porcentaje de atletas en el grupo de conmociones cerebrales no participaba en su nivel de competición deportiva percibido antes de la lesión, un año después de la conmoción cerebral relacionada con el deporte en comparación con un grupo de control sin lesiones (32).

Las funciones ejecutivas en atletas de deportes de equipo con y sin antecedentes de conmoción cerebral comprenden muchos procesos cognitivos que incluyen la memoria de trabajo, la atención y la multitarea. Las conmociones cerebrales causan dificultades en la doble tarea vestibular-visual y vestibular-auditiva. Las dos pruebas involucraron la memoria de trabajo visuoespacial (es decir, la prueba de bloque de Corsi) y la discriminación del tono auditivo. Los participantes completaron ambas tareas individualmente, luego simultáneamente. Se midieron dos variables de resultado, la capacidad de memoria del bloque de Corsi y la precisión de la discriminación del tono auditivo. Los atletas con antecedentes de conmoción cerebral tuvieron un desempeño significativamente peor en la tarea de discriminación de tono

en la condición de tarea dual. Las evaluaciones de las funciones ejecutivas y la atención dividida parecen ser útiles para discriminar a los participantes con y sin antecedentes de conmoción cerebral (33).

CONCLUSIONES

La conclusión señala la neurooptometría deportiva como necesidad a incluir en un examen optométrico más extenso pero fundamentalmente, supone una atención hacia personas con problemas y enfermedades del sistema neurológico ligado a la visión y por tanto, a la optometría deportiva, si nos centramos en los atletas y todos sus problemas visuales, cuando los tienen y las posibles causas neurológicas que los producen o viceversa.

REFERENCIAS

1. Clark, J.F., et al., Vision training methods for sports concussion mitigation and management. *J Vis Exp*, 2015(99): p. e52648.
2. Jabnoun, S., R. Borji, and S. Sahli, Postural control of Parkour athletes compared to recreationally active subjects under different sensory manipulations: A pilot study. *Eur J Sport Sci*, 2019. 19(4): p. 461-470.
3. Romeas, T. and J. Faubert, Soccer athletes are superior to non-athletes at perceiving soccer-specific and non-sport specific human biological motion. *Front Psychol*, 2015. 6: p. 1343.
4. Meng, F.W., et al., Team sport expertise shows superior stimulus-driven visual attention and motor inhibition. *PLoS One*, 2019. 14(5): p. e0217056.
5. Nuri, L., et al., Reaction time and anticipatory skill of athletes in open and closed skill-dominated sport. *Eur J Sport Sci*, 2013. 13(5): p. 431-6.
6. Kellmann, M., Preventing overtraining in athletes in high-intensity sports and stress/recovery monitoring. *Scand J Med Sci Sports*, 2010. 20 Suppl 2: p. 95-102.
7. Bidzan-Bluma, I. and M. Lipowska, Physical Activity and Cognitive Functioning of Children: A Systematic Review. *Int J Environ Res Public Health*, 2018. 15(4).
8. Ciuffreda, K.J. and B. Tannen, Future directions in neuro-optometry. *Concussion*, 2020. 5(4): p. Cnc80.
9. Cohen, A.H., Vision rehabilitation for visual-vestibular dysfunction: the role of the neuro-optometrist. *NeuroRehabilitation*, 2013. 32(3): p. 483-92.
10. Hunfalvay, M., et al., Smooth Pursuit Eye Movements as a Biomarker for Mild Concussion within 7-Days of Injury. *Brain Inj*, 2021. 35(14): p. 1682-1689.
11. Zelinsky, D. and C. Feinberg, Quantitative electroencephalograms and neuro-optometry: a case study that explores changes in electrophysiology while wearing therapeutic eyeglasses. *Neurophotics*, 2017. 4(1): p. 011013.
12. Verghese, P., S.P. McKee, and D.M. Levi, Attention deficits in Amblyopia. *Curr Opin Psychol*, 2019. 29: p. 199-204.
13. Irving, E.L., et al., Prevalence of Convergence Insufficiency in Parkinson's Disease. *Mov Disord Clin Pract*, 2017. 4(3): p. 424-429.
14. Kwan, S.C.K., et al., Ocular features of patients with Parkinson's disease examined at a Neuro-Optometry Clinic in a tertiary eye care center. *Indian J Ophthalmol*, 2022. 70(3): p. 958-961.
15. Tannen, B., et al., Prevalence of esophoria in concussed patients. *J Optom*, 2019. 12(1): p. 64-68.
16. Reddy, A.V.C., et al., Reading eye movements in traumatic brain injury. *J Optom*, 2020. 13(3): p. 155-162.
17. Harle, D.E. and B.J. Evans, The optometric correlates of migraine. *Ophthalmic Physiol Opt*, 2004. 24(5): p. 369-83.
18. Zhang, Y., et al., Advances in retina imaging as potential biomarkers for early diagnosis of Alzheimer's disease. *Transl Neurodegener*, 2021. 10(1): p. 6.
19. Heath Jeffery, R.C., et al., Unequal pupils: Understanding the eye's aperture. *Aust J Gen Pract*, 2019. 48(1-2): p. 39-42.
20. Kapoor, N. and K.J. Ciuffreda, Assessment of neuro-optometric rehabilitation using the Developmental Eye Movement (DEM) test in adults with acquired brain injury. *J Optom*, 2018. 11(2): p. 103-112.
21. Formenti, D., et al., Perceptual vision training in non-sport-specific context: effect on performance skills and cognition in young females. *Sci Rep*, 2019. 9(1): p. 18671.
22. Land, M.F., Vision, eye movements, and natural behavior. *Vis Neurosci*, 2009. 26(1): p. 51-62.
23. Schwab, S. and D. Memmert, The impact of a sports vision training program in youth field hockey players. *J Sports Sci Med*, 2012. 11(4): p. 624-31.
24. Jenerou, A., B. Morgan, and R.S. Buckingham, A Vision Training Program's Impact on Ice Hockey Performance. 2015, *Optometry & visual performance*.
25. Vater, C., S. Luginbühl, and L. Magnaguagno, Testing the functionality of peripheral vision in a mixed-methods football field study. *J Sports Sci*, 2019. 37(24): p. 2789-2797.
26. Beavan, A., et al., The effect of stroboscopic vision on performance in a football specific assessment. *Sci Med Footb*, 2021. 5(4): p. 317-322.
27. Kirscher, D.W., Sports vision training procedures. *Optom Clin*, 1993. 3(1): p. 171-82.
28. Appelbaum, L.G., et al., Improved Visual Cognition through Stroboscopic Training. *Front Psychol*, 2011. 2: p. 276.
29. Mon-López, D., et al., Air shooting competition effects on visual skills depending on the sport level. *Eur J Sport Sci*, 2022. 22(3): p. 336-343.
30. Leong, D., et al., Visual Structure and Function in Collision Sport Athletes. *J Neuroophthalmol*, 2018. 38(3): p. 285-291.
31. Malik, R.N., R. Cote, and T. Lam, Sensorimotor integration of vision and proprioception for obstacle crossing in ambulatory individuals with spinal cord injury. *J Neurophysiol*, 2017. 117(1): p. 36-46.
32. Büttner, F., et al., Participation in pre-injury level sport one-year following sport-related concussion: A prospective, matched cohort study. *J Sci Med Sport*, 2021. 24(6): p. 561-566.
33. Tapper, A., et al., Executive function deficits in team sport athletes with a history of concussion revealed by a visual-auditory dual task paradigm. *J Sports Sci*, 2017. 35(3): p. 231-240.

ABREVIATURAS

- AV: Agudeza Visual
- DCL: Defecto cognitivo leve
- DEM: Developmental Eye Movement o desarrollo del movimiento ocular
- EEG: Electroencefalografía
- EA: Enfermedad del Alzheimer
- EM: Esclerosis múltiple
- EP: Enfermedad de Parkinson
- GCC: Células ganglionares + capas plexiformes internas
- IC: Insuficiencia de convergencia
- LCLA: Agudeza de letras de bajo contraste
- NCAA: National Collegiate Athletic Association o Asociación Nacional de Atletas colegiados
- OCT: Tomografía de coherencia óptica
- QEEG: Electroencefalografía cuantitativa equivalente
- QOL: Calidad de vida
- RNFL: Capa de fibras nerviosas retinales peripapilares
- TBI: Traumatic Brain injury o lesión cerebral traumática

Cambios en la Vascularización Retiniana Valorados Mediante OCTA en Pacientes Diabéticos Tipo 2 con Retinopatía Diabética

Changes in Retinal Vascularization Assessed by OCTA in Type 2 Diabetic Patients with Diabetic Retinopathy

Guisela Fernández Espinosa, MSc^{1,2*}, Elvira Orduna Hospital, PhD^{1,2}, Isabel Pinilla Lozano, PhD^{2,3}

1: Universidad de Zaragoza. Departamento de Física Aplicada. España.

2: Instituto de Investigación Sanitaria de Aragón (IIS Aragón), Zaragoza, España.

3: Hospital Clínico Universitario Lozano Blesa, Zaragoza, España.

* guisela.fernandez3@gmail.com

Enviado: 20 de julio del 2022

Aceptado: 22 de septiembre del 2022

Financiación: Ninguno de los autores declaran tener financiaciones.

Declaración de Conflictos de Intereses: Ninguno de los autores declaran tener conflictos de intereses.

Relevancia: El presente estudio es de interés ya que estudia los cambios microvasculares retinianos en pacientes diabéticos mediante angiografía por tomografía de coherencia óptica (OCTA). Una técnica novedosa y prometedora que permite detectar signos microvasculares tempranos en la diabetes mellitus (DM), incluso antes de que sean clínicamente evidentes.

Propósito: Estudiar la vascularización retiniana en los plexos capilar superficial (PCS) y capilar profundo (PCP), así como la coriocapilar (CC) y el área de la zona avascular foveal (ZAF) mediante OCTA de barrido (DRI-Triton SS-OCT®, Topcon Corporation, Japan) en pacientes con diabetes mellitus tipo 2 (DM2), con retinopatía diabética (RD) moderada y sin edema macular diabético (EMD).

Material y Métodos: La muestra estaba compuesta por un total de 88 ojos, de los cuales 54 pertenecientes al grupo DM2 con edades comprendidas entre 42 y 86 años, y 34 ojos pertenecientes al grupo control con edades de 47 a 83 años. Presentaban ametropías esféricas máximas de $\pm 9,00$ y $\pm 3,00$ D de astigmatismo, sin ninguna otra patología ocular. A todos los sujetos se les tomaron medidas con el autorrefractómetro, biometría ocular, agudeza visual (AV), presión intraocular (PIO) y OCTA en los plexos PCS, PCP y CC en los sectores central, superior, temporal, nasal e inferior, y también se midió el área de la ZAF en ambos plexos retinianos. Además de estas medidas se estudiaron las alteraciones anatómicas del grupo DM2 y se recogieron una serie de variables clínicas también en el grupo DM2, con datos tales como el tiempo de evolución de la enfermedad y parámetros sobre el control metabólico de la DM. Se usaron test no paramétricos, concretamente el test de U de Mann-Whitney para muestras independientes para determinar la presencia o no de diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre grupos.

Resultados: Respecto al estudio de la densidad vascular mediante OCTA, el grupo de DM2 sí presentó resultados estadísticamente inferiores en el PCS frente al grupo control en las regiones Central, Superior y Nasal, y sin diferencias significativas en el PCP y en la CC. En el área de las ZAF se encontraron diferencias significativas, siendo la ZAF mayor en el grupo DM2 en el PCS ($p < 0,001$), mientras que no se encontró diferencia en el PCP entre ambos grupos. En cuanto a la presencia de alteraciones anatómicas en los plexos retinianos, las más destacadas fueron la presencia de disrupción periférica en el PCS (83.30%), la presencia de microaneurismas en el PCP (81.10%) y los cambios de flujo en el PCP (81.10%).

Conclusiones: Los resultados del presente estudio muestran diferencias en la densidad vascular entre los dos grupos estudiados, siendo menor en el grupo DM2, y alcanzando diferencias estadísticamente significativas a nivel del PCS retiniano. Además, se encontró que la ZAF está aumentada en el grupo DM2 en ambos plexos retinianos, especialmente en el PCS. Los pacientes DM2 con RD moderada presentan alteraciones anatómicas en el PCS, PCP y CC.

Palabras clave: Retinopatía Diabética, Vascularización Retiniana, OCTA.

Relevance: This study is of interest as it examines retinal microvascular changes in diabetic patients using optical coherence tomography angiography (OCTA). This novel and promising technique allows the detection of early microvascular signs in diabetes mellitus (DM), even before they are clinically evident.

Purpose: To study retinal vascularization in the superficial capillary plexus (SCP) and deep capillary plexus (DCP), as well as the choriocapillaris (CC) and the area of the foveal avascular zone (FAZ) using swept-source OCTA (DRI-Triton SS-OCT®, Topcon Corporation, Japan) in patients with type 2 diabetes mellitus (T2DM) with moderate diabetic retinopathy (DR) and without diabetic macular edema (DME).

Methods: The sample consisted of a total of 88 eyes, 54 of which belonged to the T2DM group aged between 42 and 86 years, and 34 eyes belonged to the control group aged between 47 and 83 years. They had maximum spherical ametropia of ± 9.00 and ± 3.00 D of astigmatism, with no other ocular pathology. All subjects underwent measurements with an autorefractometer, ocular biometry, visual acuity (VA), intraocular pressure (IOP), and OCTA in the SCP, DCP, and CC in the central, superior, temporal, nasal, and inferior sectors, and the FAZ area was also measured in both retinal plexuses. Additionally, anatomical alterations in the T2DM group were studied, and several clinical variables were collected, including the duration of the disease and parameters related to the metabolic control of DM. Non-parametric tests, specifically the Mann-Whitney U test for independent samples, were used to determine the presence of statistically significant differences ($p < 0.05$) between groups.

Results: Regarding the study of vascular density using OCTA, the T2DM group showed statistically significantly lower results in the SCP compared to the control group in the Central, Superior, and Nasal regions, with no significant differences in the DCP and CC. Significant differences were found in the FAZ area, being larger in the T2DM group in the SCP ($p < 0.001$), while no difference was found in the DCP between both groups. The most notable anatomical alterations in the retinal plexuses were the presence of peripheral disruption in the SCP (83.30%), the presence of microaneurysms in the DCP (81.10%), and flow changes in the DCP (81.10%).

Conclusions: The results of this study show differences in vascular density between the two groups studied, being lower in the T2DM group, with statistically significant differences at the level of the retinal SCP. Additionally, it was found that the FAZ is increased in the T2DM group in both retinal plexuses, especially in the SCP. T2DM patients with moderate DR present anatomical alterations in the SCP, DCP, and CC.

Keywords: Diabetic Retinopathy, Retinal Vascularization, OCTA

INTRODUCCIÓN

La retinopatía diabética (RD) es una de las principales causas de ceguera en la población mundial. Se estima que el aumento de la prevalencia de la diabetes mellitus (DM) alcance 629 millones de afectados para el año 2045. (1)

Actualmente el diagnóstico y control de la RD en la práctica clínica diaria está basada fundamentalmente en la evaluación de la agudeza visual (AV) y la medición del espesor macular mediante tomografía de coherencia óptica (OCT). Los nuevos avances tecnológicos han permitido la mejora de la OCT de alta resolución que permite evaluar alteraciones estructurales que antes no podían ser identificadas, incluida la valoración de la mi-

crovascularización retiniana mediante angiografía por tomografía de coherencia óptica (OCTA). (2)

La OCTA se basa en el mecanismo de contraste para imágenes del flujo sanguíneo y así permite la visualización del plexo capilar superficial (PCS) y capilar profundo (PCP), la red, la coriocapilar (CC) y, parcialmente, los grandes vasos coroideos. (3)

La OCTA puede detectar múltiples anomalías presentes en la RD como alteraciones en la perfusión capilar, exudados algodonosos, microaneurismas (MA) o neovascularización (NV). La densidad vascular (DV), la perfusión y la zona avascular foveal (ZAF), son los índices cuantitativos de la OCTA más investigados que se muestran como predictores de RD, correlacionados con la severidad de la RD y la función visual, también útiles para valorar la respuesta al tratamiento.

Este trabajo pretende estudiar en pacientes con DM tipo 2 (DM2) y RD moderada sin edema macular diabético (EMD) los hallazgos obtenidos con la OCTA, valorando los PCS, PCP y la CC, así como las áreas de la ZAF y comparar los resultados con un grupo de sujetos sanos de edades similares.

MATERIAL Y MÉTODOS

Diseño del estudio

Se realizó un estudio unicéntrico, prospectivo, y descriptivo, tipo transversal en el que se analizaron un total de 88 ojos, de los cuales 54 ojos pertenecían a pacientes con DM2 con RD moderada sin EMD, y no sometidos a ningún tipo de tratamiento previo por su patología ocular, y 34 ojos pertenecían a sujetos sanos, de edad similar que no presentaban historia previa de patologías oculares. Los pacientes fueron valorados por la sección de retina del servicio de Oftalmología del Hospital Clínico Universitario Lozano Blesa de Zaragoza. El presente estudio cumplió con los principios de Helsinki y fue aceptado por el Comité Ético de Investigación Clínica de Aragón (CEICA PI19/252), y todos los participantes firmaron formularios de consentimiento informado.

Los criterios de exclusión para todos los participantes incluyeron ambliopía o agudeza visual con su mejor corrección (AVMC) inferior a 20/40 en la tabla de Snellen, error refractivo superior a $\pm 9,00$ dioptrías (D) de equivalente esférico (EE) o $\pm 3,00$ D de astigmatismo, presión intraocular (PIO) superior a 20 mmHg, antecedentes de alguna patología que afecte la visión central (cataratas, degeneración macular relacionada con la edad (DMAE), agujero macular, etc.), glaucoma con afectación perimétrica o atrofia papilar, o incapacidad para realizar una evaluación de OCT y OCTA de buena calidad (dificultad en la segmentación de capas, opacificación de medios, o falta de fijación o cooperación).

Protocolo de estudio

Todos los participantes se sometieron a una valoración oftalmológica completa, incluida la AVMC expresada en logaritmo del ángulo mínimo de resolución (logMAR), valorada con el test Early Treatment Diabetic Retinopathy Study (ETDRS), PIO medida por tonometría de Goldmann y longitud axial (LA) usando un biómetro óptico Aladdin de la serie KR-1 W (Topcon Corporation, Tokio, Japón) expresado en milímetros. Además, se realizó una historia completa en la que se recogieron todos los aspectos relacionados con la enfermedad del paciente (DM2), incluyendo medicación actual, momento del diagnóstico y niveles en sangre de hemoglobina glucosilada (HbA1c). Tanto la OCT como la OCTA se realizaron utilizando el Deep Range Image (DRI)-Triton

Swept Source (SS)-OCT (Topcon Corporation, Japón) por el mismo investigador. Para evaluar la DV de los plexos retinianos y la CC, se realizó el protocolo de 3×3 mm con IMAGENet Versión 6 software 1.22.1.14101® 2014 (Topcon Corporation, Japón). El área de la ZAF se midió manualmente utilizando la herramienta de delimitación tanto en el PCS como en el PCP.

Análisis Estadístico

El análisis estadístico se realizó utilizando el programa informático Statistical Package for the Social Sciences software (SPSS versión 20, SPSS Inc., IBM Corporation, Armonk, NY, EE. UU.). En primer lugar, se realizó un análisis descriptivo y de frecuencias de la muestra según el perfil demográfico, variables y características clínicas. En segundo lugar, los cambios estructurales estuvieron determinados por los valores del PCS, el PCP y la CC, así como los del área de la ZAF y se compararon con los resultados del grupo control. La distribución normal de los valores se estudió con el test de Kolmogorov-Smirnov y, posteriormente, se realizó la prueba U de Mann-Whitney para muestras no paramétricas para evaluar si había diferencias estadísticamente significativas entre los grupos. Para la correlación de los resultados y los parámetros de control de la enfermedad, se realizó un análisis bivariado mediante la prueba de correlación de Spearman. En los pacientes con DM2, para el estudio de los cambios anatómicos de la OCTA, se describieron como % del total, considerando 0% la ausencia de la alteración anatómica y el 100% como máxima presencia de la misma. Para todos los análisis, un valor de $p < 0,05$ se consideró estadísticamente significativo.

RESULTADOS

Estudiamos un total de 88 ojos, 54 de pacientes con DM2 y 34 de controles sanos. La media de edad en el grupo control fue de $63,82 \pm 8,56$ años y en el grupo de pacientes DM2 de $64,06 \pm 11,98$ años, sin diferencias estadísticas entre ambos grupos.

Los datos de EE, la PIO y la AVMC no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre grupos. Sin embargo, los resultados de LA sí mostraron diferencias estadísticamente significativas entre controles y diabéticos, tal y como puede apreciarse en la Tabla 1, con LA discretamente superior en el grupo control.

Para el grupo de DM2 la media de evolución de la enfermedad fue de 2,47 años desde el diagnóstico de la enfermedad. Los valores medios de HbA1c en el momento del estudio fueron de $7,58 \pm 1,31\%$, con rango entre 5,30 y 10,10%.

Se realizó el estudio estructural comparativo de la DV de los diferentes plexos retinianos (PCS y PCP) y la CC entre el grupo de pacientes DM2 y el grupo control con el DRI-Triton SS-OCT y su protocolo OCTA. Se estudió la DV en

	Grupo Control		Grupo DM2		p
	Media	DE	Media	DE	
AVMC [logMAR]	0,06	0,06	0,10	0,12	0,237
EE [D]	-0,28	2,36	0,36	1,72	0,193
LA [mm]	24,12	1,7	23,23	0,85	0,012
PIO [mmHg]	13,87	2,22	14,7	2,48	0,078

Tabla 1: Media y desviación estándar (DE) de los parámetros de función visual obtenidos en el grupo control y de DM2 y su comparación entre grupos (p-valor). En rojo se resaltan las diferencias que alcanzaron significación estadística ($p < 0,05$).

Leyenda: AVMC: agudeza visual con la mejor corrección, EE: equivalente esférico, D: dioptrías, LA: longitud axial, PIO: Presión intraocular, DE: desviación estándar, DM2: Diabetes Mellitus tipo 2.

PCS					
	Grupo Control		Grupo DM2		p
	Media	DE	Media	DE	
C	20,71	4,62	17,56	6,54	0,006
S	46,31	3,08	44,26	4,31	0,007
T	45,71	3,89	44,08	3,83	0,078
N	44,97	3,48	41,90	4,22	<0,001
I	48,26	9,18	46,88	4,67	0,341
PCP					
	Grupo Control		Grupo DM2		p
	Media	DE	Media	DE	
C	22,23	4,20	23,26	7,18	0,361
S	50,10	5,32	50,16	8,61	0,893
T	46,91	3,98	56,62	67,10	0,257
N	48,02	3,43	47,99	6,41	0,622
I	51,70	10,75	57,37	43,99	0,854
CC					
	Grupo Control		Grupo DM2		p
	Media	DE	Media	DE	
C	49,63	4,20	47,35	7,17	0,261
S	50,27	3,64	59,79	66,65	0,315
T	53,12	1,97	1086,10	7249,43	0,390
N	51,04	2,57	56,63	44,13	0,968
I	52,50	9,90	50,12	6,63	0,075

Tabla 2: Media y desviación estándar (DE) de la DV (%) de los plexos retinianos (PCS y PCP) y la CC, medidos mediante el DRI-Triton SS-OCT en pacientes con DM2 y en controles sanos y su comparación entre grupos. En rojo y negrita se muestran las diferencias que alcanzaron significación estadística ($p < 0,05$).

Leyenda: C: Central, S: Superior, T: Temporal, N: Nasal, I: Inferior, PCS: Plexo capilar superficial, PCP: Plexo capilar profundo, CC: Coriicapilar, DE: Desviación estándar, DM2: Diabetes Mellitus tipo 2

Presencia Alteraciones Anatómicas Grupo DM2		
	No [%]	Sí [%]
Disrupción Periférica PCS	16,7	83,3
Dilataciones PCS	51,9	48,1
MA PCS	20,4	79,6
AMIRs PCS	53,7	46,3
Cambios de flujo PCS	33,3	66,67
Disrupción Periférica PCP	35,8	64,2
Dilataciones PCP	77,4	22,6
MA PCP	18,9	81,1
AMIRs PCP	79,2	20,8
Cambios de flujo PCP	18,9	81,1
Falta perfusión coriocapilar	81,5	18,5

Tabla 3: Análisis cualitativo de las alteraciones anatómicas presentes en el grupo DM2

Abreviaturas: DM2: Diabetes Mellitus tipo 2, PCS: Plexo capilar superficial, PCP: Plexo capilar profundo, MA: Microaneurismas, AMIRs: Anomalías microvasculares intrarretinianas.

cinco cuadrantes independientes: superior (S), temporal (T), inferior (I), nasal (N) y central (C).

El grupo de DM2 presentó una DV en el PCS estadísticamente inferior frente al grupo control en las regiones C ($p=0,006$), S ($p=0,007$) y N ($p<0,001$), tal y como se muestra en la Tabla 2. Respecto al resto de valores analizados de la DV no se encontraron diferencias estadísticamente significativas, ni en el PCP ni en la CC.

Respecto al área de la ZAF, el grupo de DM2 presentó diferencias estadísticamente significativas en el PCS frente al grupo control ($p=0,007$). Los valores obtenidos del PCP no reflejaron diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos ($p=0,485$).

Se realizó también el análisis cualitativo de las alteraciones anatómicas (Tabla 3) de las imágenes recogidas con el protocolo OCTA del DRI-Triton SS-OCT de los pacientes del grupo DM2.

En general las alteraciones se presentaron en ambos plexos. La disrupción periférica de la ZAF fue más frecuente en el PCS que en el PCP y también la frecuencia de Anomalías microvasculares intrarretinianas (AMIRs). Los cambios en la perfusión fueron similares en ambos plexos y también el número de MA. Hubo un mayor número de dilataciones vasculares en el PCS que en el PCP.

Se observó una correlación negativa débil en el PCS (S, I) y en el PCP (N) en el tiempo de evolución de la enfermedad, lo que demuestra que a mayor tiempo de evolución la DV es menor. Por otro lado, se observó una correlación significativa positiva moderada en el área de la ZAF del PCS y el tiempo de evolución de la RD, lo que

demuestra que a mayor tiempo de evolución de la enfermedad más grande es el área de la ZAF.

DISCUSIÓN

La RD sigue siendo la causa más importante de ceguera evitable en la población en edad laboral en muchos países del primer mundo y a pesar de que la RD se ha conocido siempre como una patología microvascular, este concepto ha evolucionado y hoy en día se considera una complicación diabética más compleja en la que la neurodegeneración desempeña un papel importante. (4) Simó y cols. en 2018 encontraron que los signos de neurodegeneración retiniana eran previos a las alteraciones microvasculares y que, sin existir cambios detectables a nivel del fondo de ojo, se podían detectar cambios vasculares a nivel de la OCTA. (5) Por tanto, la incorporación de la OCTA ha sido un gran avance tecnológico en el diagnóstico, tratamiento y seguimiento de muchas enfermedades de la retina, gracias a su alta resolución y rapidez en la toma de imágenes. (6) En cuanto a los resultados de nuestro estudio los valores de AVMC fueron mejores en el grupo control, sin diferencias entre ambos grupos ($p=0,237$). Respecto a los resultados obtenidos de DV con DRI-Triton SS-OCT, fue inferior en varias de las áreas del PCS del grupo DM2 (C, S y N), presentando una diferencia estadísticamente significativa comparado con los sanos ($p=0,006$, $p=0,007$ y $p<0,001$ respectivamente). Sin embargo, estas diferencias no se objetivaron en el PCP ni en la CC.

En relación a esto, estudios anteriores como el que realizaron Forte y cols. en 2020 (7) y Alam y cols. también en el año 2020 (8) encontraron que la DV presentaba diferencias estadísticamente significativas entre el grupo control y el grupo de diabéticos, tanto en el PCS como en el PCP, así como en la CC. Objetivaron una menor DV en el grupo DM2 respecto al grupo de pacientes sanos, y además, conforme el estadio de la RD iba progresando, la DV iba disminuyendo. (8)

En el caso del área de la ZAF obtuvimos que a nivel del PCS era significativamente mayor en el grupo DM2 comparada con el grupo control; sin embargo, no encontramos diferencias estadísticamente significativas en el PCP. A pesar de que en este segundo plexo la diferencia no fue significativa, si observamos que la ZAF se encuentra aumentada en ambos plexos en el grupo DM2 respecto al grupo control.

Del grupo de los DM2 se analizaron las imágenes tomadas con el protocolo OCTA del DRI-Triton SS-OCT para observar las alteraciones anatómicas que se encontraban en los diferentes plexos. Anteriormente en 2017 autores como Lupidi y cols. (9) ya estudiaron las alteraciones anatómicas en grupos de diabéticos, concretamente como la clasificación de nuestro estudio y en ambos plexos retinianos. Couturier y cols., en 2015, realizaron un estudio a un grupo de pacientes con DM en los que los resultados obtenidos fueron la falta de perfusión en todos los ojos en el PCS. Además, en algunos casos esta falta de perfusión no pudo ser detectada mediante AGF y sí mediante OCTA, por lo que se puede destacar la utilidad de la OCTA ante alteraciones en la vascularización de la retina. En el caso del PCP hallaron falta de perfusión en algunos ojos y también encontraron MA, aunque estas fueron detectadas mejor mediante AGF (10).

Posteriormente en 2018 Hwang y cols. (11) encontraron falta de perfusión capilar en el PCS al igual que en el estudio de Couturier, y, además de esto, también encontraron falta de perfusión capilar y dilataciones vasculares en el PCP.

Autores como Lavia y cols. en 2020 (12) encontraron, al igual que nosotros, correlaciones negativas significativas entre el tiempo de evolución de la enfermedad y la DV del PCP. Ciloglu y cols. en 2019 describieron la existencia de una relación entre el tiempo de evolución de la enfermedad y la DV tanto en el PCS como en el PCP, siendo menor en la zona central conforme avanzaban los años de la enfermedad. En el caso de la ZAF, en ambos plexos encontraron que, conforme aumentaban los años de evolución, mayor era el área de la ZAF, al igual que hemos encontrado en nuestro estudio en el PCS. (13) En el mismo año, Conti y cols. describieron que conforme avanzaban los estadios de la RD, es decir, cuantos más años de evolución de la enfermedad, menor era la perfusión de la CC y mayor el área de la ZAF. (14)

CONCLUSIONES

La vascularización retiniana se ve afectada en pacientes DM2 con RD moderada sin EMD con una disminución en la DV y un aumento en el área ZAF, especialmente en el PCS. Los pacientes DM2 con RD moderada presentan alteraciones anatómicas en ambos plexos. La OCTA proporciona información relevante sobre la vascularización de la retina y el área de la ZAF, dependiendo del nivel de DR que padezcan los pacientes.

REFERENCIAS

1. Cheloni R, Gandolfi SA, Signorelli C, et al. Global prevalence of diabetic retinopathy: Protocol for a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open*. 2019;9(3):2015–9.
2. Spaide RF, Fujimoto JG, Waheed NK, et al. Optical coherence tomography angiography. *Prog Retin Eye Res* [Internet]. 2017/12/08. 2018 May;64:1–55.
3. Kashani AH, Chen C-L, Gahm JK, et al. Optical coherence tomography angiography: A comprehensive review of current methods and clinical applications. *Prog Retin Eye Res* [Internet]. 2017/07/29. 2017 Sep;60:66–100.
4. Johannesen SK, Viken JN, Vergmann AS, et al. Optical coherence tomography angiography and microvascular changes in diabetic retinopathy: a systematic review. *Acta Ophthalmol*. 2019;97(1):7–14.
5. Simó R, Stitt AW, Gardner TW. Neurodegeneration in diabetic retinopathy: does it really matter? *Diabetologia*. 2018;61(9):1902–12.
6. Cuenca N, Ortuño-Lizarán I, Sánchez-Sáez X, et al. Interpretation of OCT and OCTA images from a histological approach: Clinical and experimental implications. *Progress in Retinal and Eye Research*. Elsevier Ltd; 2020. 100828 p.
7. Forte R, Haulani H, Jürgens I. Quantitative and qualitative analysis of the three capillary plexuses and choriocapillaris in patients with type 1 and type 2 diabetes mellitus without clinical signs of diabetic retinopathy: A Prospective Pilot Study. *RETINA*. 2020;40(2).
8. Alam M, Zhang Y, Lim JI, et al. Quantitative optical coherence tomography angiography features for objective classification and staging of diabetic retinopathy. *Retina*. 2020 Feb;40(2):322–32.
9. Lupidi M, Coscas G, Coscas F, et al. Retinal Microvasculature in Nonproliferative Diabetic Retinopathy: Automated Quantitative Optical Coherence Tomography Angiography Assessment. *Ophthalmic Res*. 2017;58(3):131–41.
10. Couturier A, Mané V, Bonnin S, et al. Capillary plexus anomalies in diabetic retinopathy on optical coherence tomography angiography. *Retina*. 2015;35(11).
11. Hwang T, Zhang M, Bhavsar K, et al. Visualization of 3 Distinct Retinal Plexuses by Projection-Resolved Optical

Coherence Tomography Angiography in Diabetic Retinopathy. *JAMA Ophthalmol*. 2018;134(12):1411–9.

12. Lavia C, Feldman-Billard S, Erginay A, et al. Rapid macular capillary loss in patients with uncontrolled type 1 diabetes. *Retina*. 2020 Jun;40(6):1053–61.

13. Ciloglu E, Unal F, Sukgen EA, et al. Evaluation of Foveal Avascular Zone and Capillary Plexuses in Diabetic Patients by Optical Coherence Tomography Angiography. *Korean J Ophthalmol*. 2019;33(4):359.

14. Conti FF, Qin VL, Rodrigues EB, et al. Choriocapillaris and retinal vascular plexus density of diabetic eyes using split-spectrum amplitude decorrelation spectral-domain optical coherence tomography angiography. *Br J Ophthalmol*. 2019 Apr;103(4):452–6.

ABREVIATURAS

- AGF: Angiografía Fluoresceínica
- AMIRs: Anomalías Microvasculares Intrarretinianas
- AV: Agudeza Visual
- AVMC: Agudeza Visual con la Mejor Corrección
- CC: Coriocapilar
- CEICA: Comité Ético de Investigación Clínica de Aragón
- D: Dioptrías
- DM: Diabetes Mellitus
- DM2: Diabetes Mellitus tipo 2
- DMAE: Degeneración Macular Asociada a la Edad
- DRI: Deep Range Image
- DE: Desviación Estándar
- DV: Densidad Vascular
- EE: Equivalente Esférico
- EMD: Edema Macular Diabético
- ETDRS: Early Treatment Diabetic Retinopathy Study
- HbA1c: Hemoglobina Glicosilada
- LA: Longitud Axial
- LogMAR: Logaritmo del Mínimo Ángulo de Resolución
- MA: Microaneurismas
- NV: Neovascularización
- OCT: Tomografía de Coherencia Óptica
- OCTA: Angiografía por Tomografía de Coherencia Óptica
- PCP: Plexo Capilar Profundo
- PCS: Plexo Capilar Superficial
- PIO: Presión Intraocular
- RD: Retinopatía Diabética
- SS-OCT: Tomografía de Coherencia Óptica Swept Source
- ZAF: Zona Avascular Foveal

Serie de Casos Clínicos: Contactología en Córnea Irregular y para el Control de Miopía

Clinical Case Series: Irregular Cornea Contactology and for Myopia Control

Jorge Andrés-Navarro, MSc^{1*}, Enrique Josua Fernández, PhD¹, Eloy Ángel Villegas Ruiz, PhD¹

1: Universidad de Murcia, Facultad de Óptica y Optometría, España.

* jandresn2@hotmail.com

Enviado: 17 de agosto del 2022

Aceptado: 3 de octubre del 2022

Financiación: Ninguno de los autores declaran tener financiaciones.

Declaración de Conflictos de Intereses: Ninguno de los autores declaran tener conflictos de intereses.

Relevancia: Podemos encontrarnos con casos en los que sea necesario un conocimiento superior en contactología. No es lo habitual, pero no por ello debemos olvidar o dejar de aprender en esta rama de la óptica. Las lentes de contacto rígidas van a ayudar a mejorar la calidad de vida del paciente, provocando el menor daño posible. Además de la satisfacción obtenida, cuando le devuelves una buena agudeza visual a un post-LASIK o reduces la miopía de manera diurna a una adolescente disgustada por sus gafas.

Propósito: Una buena formación con el uso de lentes de contacto es imprescindible para poder hacer frente a los casos un poco mas complicados que precisen de nuestra ayuda. Estar actualizado en este tema nos convertirá en mejores profesionales de lo que ahora somos y nos otorgara mayor prestigio.

Informes de casos: El primer caso clínico trata de un varón de mediana edad que cansado del uso de gafas y en los comienzos de la presbicia, no quiere usarlas mas, que es por ello por lo que se operó. Al no dar resultado la solución sencilla, lentes de contacto blandas, se colocan unas lentes de contacto rígidas. La agudeza visual mejora considerablemente aunque se reduce la comodidad en el porte. Es interesante como con la lente rígida somos capaces de dar buena agudeza visual en visión lejana y cercana a nuestro paciente.

En el segundo caso podemos estar orgullosos de que una adolescente pueda prescindir de sus gafas en el hogar y estar de nuevo contenta con su uso fuera de casa, además de intentar ralentizar el crecimiento de su ametropía, que como veremos puede aumentar la probabilidad de sufrir algunas patologías oculares.

Conclusiones: Podemos ver dos claros ejemplos en los que las lentes de contacto rígidas nos abren una gran cantidad de opciones para mejorar la agudeza visual y con ello la calidad de vida de nuestros pacientes. No reciclarnos en el tema de la contactología puede no dar la mejor solución a los problemas de nuestros pacientes.

Palabras clave: Contactología, Cornea Irregular, Control Miopía, Lentes de Contacto, Ortoqueratología.

Relevance: We may encounter cases in which superior knowledge in contactology is necessary. It is not usual, but that does not mean we should forget or stop learning in this branch of optics. Rigid contact lenses will help improve the patient's quality of life, causing as little damage as possible. In addition to the satisfaction obtained, when you restore good visual acuity to a post-LASIK or reduce daytime myopia for a teenager upset by her glasses.

Purpose: Good training in the use of contact lenses is essential to be able to deal with slightly more complicated cases that require our help. Being updated on this topic will make us better professionals than we are now and will give us greater prestige.

Case reports: The first clinical case is about a middle-aged man who, tired of wearing glasses and at the beginning

of presbyopia, no longer wants to wear them, which is why he had surgery. Since the simple solution, soft contact lenses, does not work, rigid contact lenses are placed. Visual acuity improves considerably although carrying comfort is reduced. It is interesting how with the rigid lens we are able to provide good visual acuity in distance and near vision to our patient. In the second case, we can be proud that a teenager can do without her glasses at home and be happy again with their use outside the home, in addition to trying to slow down the growth of her ametropia, which, as we will see, can increase the probability of suffering from some ocular pathologies.

Conclusions: We can see two clear examples in which rigid contact lenses open up a large number of options to improve visual acuity and thus the quality of life of our patients. Not recycling ourselves on the subject of contactology may not provide the best solution to our patients' problems.

Keywords: Contact Lens Practice, Irregular Cornea, Myopia Control, Contact Lenses, Orthokeratology

RELEVANCIA DE LOS CASOS

Debemos ser capaces de enfrentarnos a casos más complicados que una simple Lente de Contacto (LC) blanda. Formarse en contactología puede mejorar el bienestar y calidad de vida de nuestros pacientes. Además de ser mejores profesionales y darnos un mayor prestigio.

Muchas personas decidieron disminuir su refracción mediante cirugía refractiva, es cierto que en la mayoría de los casos, la cirugía es un éxito. Pero en casos aislados necesitan de una ayuda visual para recuperar la visión. Estos pacientes presentan una irregularidad corneal no patológica secundaria a una intervención quirúrgica. El láser disminuye la ametropía del ojo pero aumenta la aberración esférica.

Las LC Rígidas Gas Permeables (RGP) tienen la capacidad de enmascarar la superficie corneal anormal reduciendo aberraciones y mejorando Agudeza Visual (AV), que es el objetivo. El uso de RGP es la elección clásica para tratar irregularidades corneales. Además de que nos permiten conseguir la AV máxima potencial de cada paciente.

Las LC RGP y en especial las LC esclerales pueden usarse en la rehabilitación visual en córneas irregulares no solo post cirugía refractiva, sino además de queratoplastias, ectasias, cicatrices... (1)

Por otro lado, la epidemia de miopía es prácticamente inevitable. En 2050 se esperan 5000 millones de miopes y 1000 millones de altos miopes (> 6 D) en todo el mundo. (2)

Pasar menos tiempo al aire libre, un aumento de la actividad del sistema acomodativo (3), mayores niveles de trabajo en visión cercana (4) y el uso de escasa luz para tareas en visión cercana, puede tener algo que ver con esta epidemia.

Con el aumento de los niveles de miopía se incrementa

la probabilidad de riesgo de patología ocular. Patologías como: glaucoma, catarata, desprendimiento de retina o maculopatía miópica aumentan considerablemente la posibilidad de que aparezcan cuanto mayor es la miopía. (5). Estas patologías son más incapacitantes que la mayoría de las que pueden provocar el uso de LC. Autores como Cho et al. (6), Walline et al. (7) o Hiraoka et al. (8) defienden el ralentizamiento del crecimiento de la miopía en el tiempo con el uso de ortoqueratología. La realidad es que no todo son ventajas, aumenta la aberración esférica (9).

A continuación, se presentan dos casos clínicos donde la contactología es utilizada para la corrección de irregularidades corneales y para el control de miopía. En ninguno de los casos se muestra información clínica identificable de ningún paciente.

CASO CLÍNICO 1

El primer caso es un varón de 58 años, con antecedentes de miopía magna en la familia e intervenido con Laser Assisted in Situ Keratomileusis (LASIK) miópico, 10 años atrás, en ambos ojos. Refiere pérdida de visión y quiere dejar de usar gafas. Ahora usa gafas monofocales.

Se realizan refracción objetiva y subjetiva, tonometría 14mmHg Ambos Ojos (AO), biomicroscopía AO (donde destacamos una irregularidad en córnea, posible cicatriz de la intervención y un menisco lagrimal reducido, con un Tiempo de Ruptura Lagrimal (BUT) < 10 s. Resto normal) y topografía corneal.

Su graduación actual es de Ojo Derecho (OD) -9,50 D esf -1,00 D cil x 30°, obtiene una AV lejana de 0,5 y en su Ojo Izquierdo (OI) -6,75 D esf -1,00 D cil x 155° con la que puede ver hasta la línea 0,6 de AV. Con su gafa monofocal para visión lejana, ve un 0,7 de AV en distancia próxima.

Se gradúa y se obtiene que en su OD -10,00 D esf -0,75 D cil x 30°, alcanza una AV lejana de 0,6 y en su OI -7,50 D esf -1,00 D cil x 155° hasta 0,8 de AV. Con una adición de +1,75 D obtiene una AV 1,0 en visión cercana.

En la Figura 1 se observa, con fluoresceína, la irregularidad corneal que comentamos anteriormente.

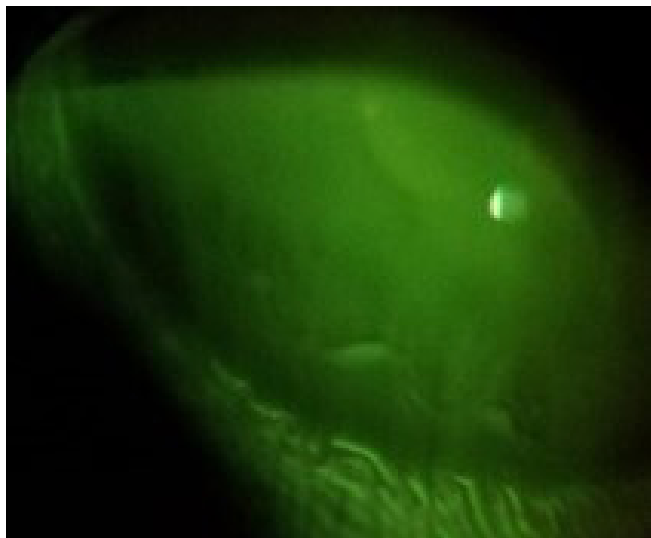


Figura 1: Fotografía tomada con lámpara de hendidura de córnea teñida con fluoresceína

En cuanto a la topografía, se pueden observar irregularidades centrales en OD (Figura 2) que pueden provocar esa AV más baja que en OI (imagen de la derecha). En ambas se observa el aplanamiento central debido a LASIK.

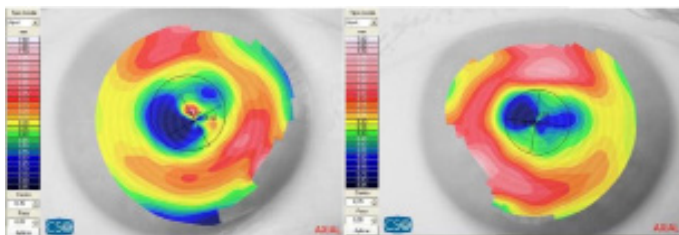


Figura 2: Topografía corneal AO, a la izquierda OD, a la derecha OI

De la topografía se obtiene:

- OD: K1 8,6 mm - K2 8,37 mm y Diámetro Horizontal de Iris Visible (DHIV) 12,47 mm.
- OI: K1 8,56 mm - K2 8,33 mm y DHIV 12,56 mm. Excentricidades negativas y astigmatismo de 1 D en ambos ojos.

Se comienza con varias pruebas de LC blandas (monofocales y multifocales, diarias y mensuales) y el resultado es el esperado, AV de lejos es razonable OD 0,5 y OI 0,8. No consigue ver bien para leer y se reduce la calidad lagrimal.

Desechada la opción de LC blandas, se escoge RGP BIAS de Conóptica monofocal. Para asegurar la graduación y descubrir el menisco lagrimal que provoca la LC. Se dispone, en la caja de pruebas de Conóptica, de una LC con graduación -6 D y diámetro 9,6 mm. Se usa para comprobar la sobre-refracción y movimiento de la LC. Se observa que el menisco lagrimal que se crea en un operado de LASIK es muy positivo y la movilidad excesiva por la diferencia con el radio que le corresponde a cada ojo. Por lo que se piden en base a las reglas de cálculo de BIAS (10) las LC con los siguientes parámetros:

- OD radio 8,10 mm y diámetro 10,00 mm potencia -13,25 D. AV obtenida 0,8 en Visión Lejana (VL) y 0,7 en Visión Próxima (VP).
- OI radio 8,20 mm y diámetro 10,00 mm potencia -9,00 D. AV obtenida 0,8 en VL y 0,7 en VP. AV binocular 1,0 VL y 0,7 VP.

Con esta opción se consigue la AV deseada. El paciente tiene una leve molestia con las LC, pero ha quedado muy contento con la buena AV VL. Es cierto que le gustaría mejorar su AV en visión cercana.

Aunque aparentemente la movilidad y el intercambio lagrimal es bueno, con porte > 4 horas aparecen tinciones en el OD (Figura 3), por posible hipoxia. Y aunque en un principio, se intenta abrir más la LC para mejorar el intercambio, no es suficiente y nos vemos obligados a cambiar la geometría de la LC del OD por una de doble geometría inversa, para mejorar el intercambio lagrimal. Se elige KA4 reverse de Conóptica, con $r_0 = 8,2$ mm, diámetro 6,40 mm, $r_1 = 8,1$ mm diámetro 8,60 mm, $r_2 = 8,3$ mm diámetro 9,00 mm, $r_3 = 10,30$ mm diámetro 10,00 mm, potencia -10,50 D, mucho menor que la potencia anterior debido a la mejor adaptación al perfil corneal que reduce el menisco lagrimal positivo.

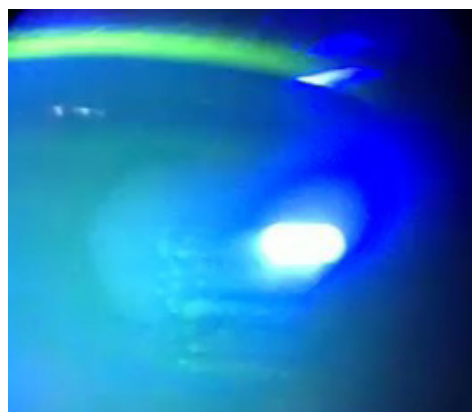


Figura 3: Tinciones corneales OD con fluoresceína

Con esta geometría de LC queda solucionado el problema de tinciones y reduciendo la potencia del ojo no dominante, en este caso OD, mejoramos la AV VP quedando: OD AV VL 0,7 AV VP 1,0. AV Binocular VL y VP 0,9. Disminuye la molestia (pero no desaparece) de las LC y la visión es perfecta según dice el paciente.

Este es un claro ejemplo de la mejora de AV por irregularidad corneal con el uso de LC RGP. Otra solución para este caso hubiera sido LC esclerales que reducirían la fricción y el rozamiento mejorando la comodidad. Pero el coste de esta solución hizo que se descartara esta opción.

CASO CLÍNICO 2

El segundo caso es una adolescente de 14 años, estudiante y con una gran afición por la lectura. Su madre presenta miopía (-8 D). El motivo de la visita es, que ve bien de cerca pero de lejos le cuesta ver la pizarra.

En su historia optométrica se observa que en 2016 tenía en el OD -5,25 D esf -1,00 D cil x 180° y en el OI -5,00 D esf -1,00 D cil x 180°. En 2018 aumentó 1 D de miopía en cada ojo y al año siguiente había aumentado 0,75 D en AO. El astigmatismo siempre es constante.

Se realizan refracción objetiva y subjetiva, tonometría (16 mmHg OD y 17 mmHg OI), biomicroscopía (nada relevante, córnea y cristalino transparentes, menisco lagrimal normal, BUT >10 s AO, profundidad de cámara anterior mediante la técnica de Van Herick grado 4) y topografía corneal.

En la refracción se obtiene: OD -7,00 D esf -1,00 D cil x 180° que alcanza una AV VL de 0,9 y en su OI -6,75 D esf -1,00 D cil x 180° con una AV VL 0,9.

La paciente comenta que ya no está contenta con sus gafas por el efecto que estas provocan en el tamaño de sus ojos. Le ofrecemos el uso de LC blandas u Ortoqueratología (Orto-K).

Asesorando e informando de cada uno de los tratamientos para corregir la ametropía con sus ventajas e inconvenientes, deciden, tanto a la paciente como su madre, la idea de usar unas LC por la noche que corrigen la miopía de forma temporal por el día e intentar reducir el crecimiento de esa miopía. Quedan informadas de que la miopía es alta y probablemente se deberá usar unas gafas con una graduación mucho menor. Además, no se podrá asegurar que disminuya el crecimiento de la ametropía.

La LC que utilizamos es denominada Paragon CRT dual axis de la casa comercial Interlenco. Esta LC llega a disminuir hasta 6 D de miopía y 1 D de astigmatismo, les exponemos el caso a los técnicos de Interlenco y nos informan que puede dar resultado. Se calcularon los parámetros con las medidas obtenidas y las reglas de cálculo del fabricante y solicitamos estas lentes de prueba (Tabla 1).

La primera visita para probar las LC, se dan las estrictas indicaciones de manipulación, limpieza y mantenimiento (colocación, extracción, limpieza con jabón de

RGP, aclarado con solución salina, uso de peróxido para desinfección y gota de lágrima sin conservantes antes de colocar). Colocamos la LC, observamos movimiento aceptable, no hay descentramientos. La sobre-refracción es de +0,50 D. Muy importante valorar el fluorograma (levantamiento de borde, zona de contacto y zona central correctas).

Se lleva las LC y se las pone por la noche. Al día siguiente vuelve a primera hora sin las lentes puestas y se obtiene que en el OD se ha reducido la miopía 2,25 D y en el OI 1,75 D. El cilindro no ha sufrido cambios.

Comparando las topografías iniciales con las topografías obtenidas tras 8 horas de porte de las LC, se obtiene que el efecto ha sido correcto y el centrado también.

La paciente está muy contenta porque no le han molestado nada y la visión ha mejorado mucho. Citamos en 9 días para volver a valorar y se le advierte que cualquier síntoma que note, como mala visión, dolor, escozor... detenga el uso de LC y acuda al centro.

Se realiza una topografía con 10 días de uso (Figura 4) y se gradúa. Se muestra toda la progresión en la Tabla 2.

Se concluye que el tratamiento ha funcionado según lo esperado, se ha reducido considerablemente la graduación, pero tendrá que llevar una gafa para alcanzar 100 % de visión. La paciente queda contenta, ya que en su gafa, no tiene la lente gruesa y el tamaño de sus ojos apenas varía. Se observa que la zona óptica es muy reducida para el tamaño pupilar. Pero al ser una miopía alta, la zona de tratamiento se reduce. La paciente solo nota los halos en las luces por la noche y no le molesta. Después de 1 año revisando a esta paciente por utilización de LC de uso nocturno podemos decir que no le ha subido la graduación. No se puede asegurar que haya sido gracias al uso de la LC Paragon CRT pero tampoco podemos descartar que haya ayudado a disminuir el aumento progresivo de miopía de la paciente.

Si se hubiese tenido opción de otro fabricante, seguramente se podría haber reducido la refracción a cero. Por ejemplo Tiedra o Paunevision cuentan con LC para Orto-K que cubren mucha más rango de graduación de miopía y reducen también astigmatismos.

Paragon CRT dual axis					
	CB	RZD	LZA	Diámetro	Potencia
OD	9,20	550/600	34	10,50	0,5
OI	9,20	525/575	34	10,50	0,5

Tabla 1: Parámetros solicitados a Interlenco obtenidos con sus reglas de cálculo basadas en topografía de la paciente.

Abreviaturas: OD: Ojo Derecho; OI: Ojo Izquierdo; CB: Curva Base; RZD: Profundidad de Zona de Retorno; LZA: Ángulo Zona de Contacto

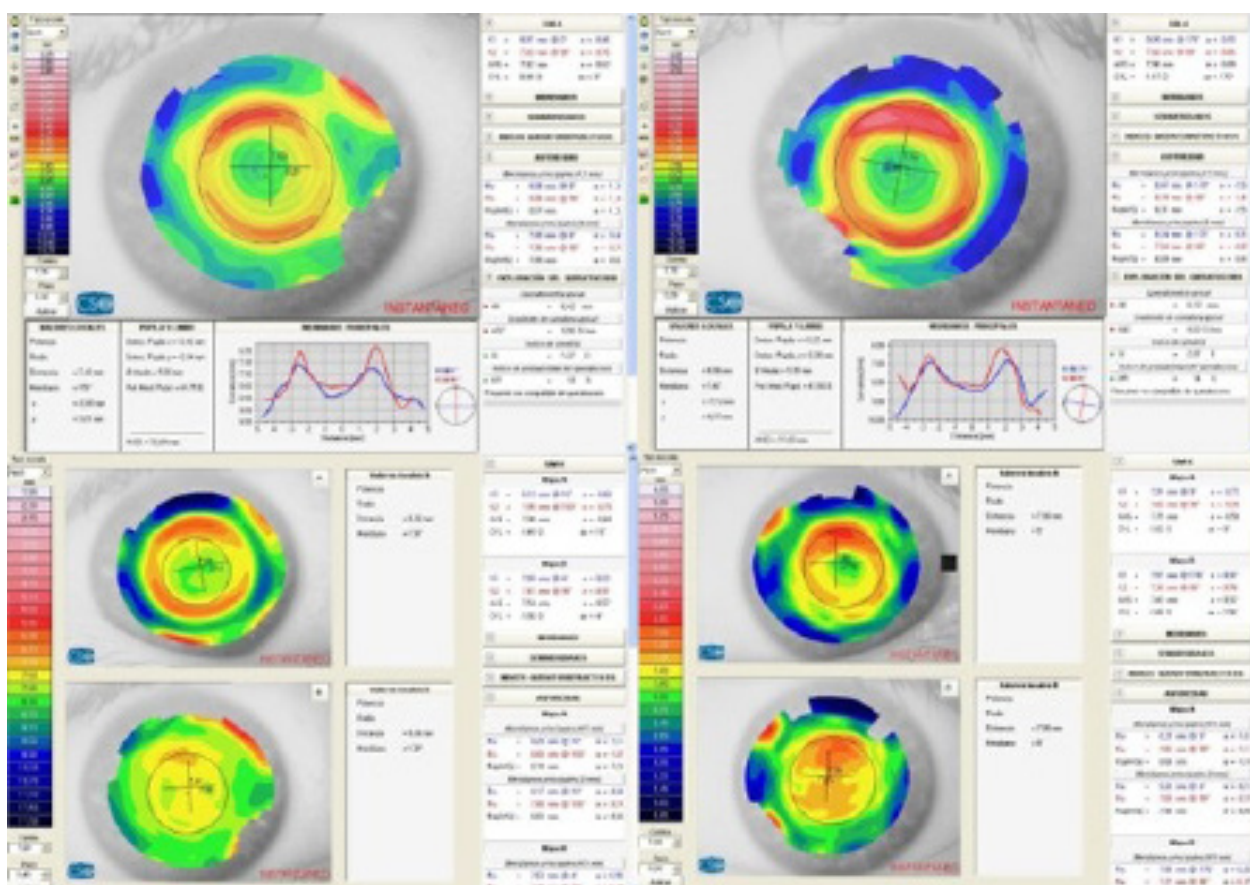


Figura 4: Topografías corneales, a la izquierda OD y a la derecha OI. Progresión del efecto de la LC Paragon CRT en la córnea de la paciente. Topografías inferiores sin uso de LC, topografías intermedias con 8h de uso, topografías superiores con 10 días de uso de LC.

COMPARATIVA TOTAL DEL EFECTO Orto-K		
OD	MEDIDAS INICIALES	OI
-7,00 D esf -1,00 D cil x 180°	REFRACCIÓN	-6,75 D esf -1,00 D cil x 180°
768 / 741 mm	QUERATOMETRÍA	757 / 730 mm
OD	CON 8H DE PORTE	OI
-4,75 D esf -1,00 D cil x 180°	REFRACCIÓN	-5,25 D esf -1,00 D cil x 180°
813 / 785 mm	QUERATOMETRÍA	791 / 762 mm
OD	CON 10 NOCHES DE USO	OI
-1,25 D esf -1,00 D cil x 180°	REFRACCIÓN	-0,75 D esf -1,00 D cil x 180°
801 / 783 mm	QUERATOMETRÍA	809 / 782 mm

Tabla 2: Efecto de ORTO-K tanto en refracción como queratometría después de 8h y 10 días de uso.

Abreviaturas: OD: Ojo Derecho; OI: Ojo Izquierdo

REFERENCIAS

1. Fadel D, Kramer E. Potential contraindications to scleral lens wear. *Contact Lens Anterior Eye*. 2019;42(1):92-103.
2. Holden BA, Fricke TR, Wilson DA, et al. Global Prevalence of Myopia and High Myopia and Temporal Trends from 2000 through 2050. *Ophthalmology*. 2016;123(5):1036-42
3. Bullimore MA, Brennan NA. Myopia Control: Why Each Diopter Matters. *Optom Vis Sci* 2019;1(1)
4. Baird PN, Saw SM, Lanca C, et al. Myopia. *Nat Rev Dis Primers*. 2020;6(1):99
5. Flitcroft DI. The complex interactions of retinal, optical and environmental factors in myopia aetiology. *Prog Retin Eye Res*. 2012;31(6):622-60
6. Cho P, Tan Q. Myopia and orthokeratology for myopia control. *Clin Exp Optom*. 2019;102(4):364-377
7. Walline JJ. Myopia Control: A Review. *Eye Contact Lens*. 2016;42(1):3-8
8. Hiraoka T, Sekine Y, Okamoto F, et al. Safety and efficacy following 10-years of overnight orthokeratology for myopia control. *Ophthalmic Physiol Opt*. 2018;38(3):281-289
9. Hughes RP, Vincent SJ, Read SA, et al. Higher order aberrations, refractive error development and myopia control: a review. *Clin Exp Optom*. 2020;103(1):68-85
10. Garrido J, Herrero S. Estudio de la comodidad, visión y facilidad de adaptación del nuevo diseño Gas Permeable BIAS: Resultados y conclusiones. *Servicios profesionales Conóptica*. 2008

ABREVIATURAS

- AO: Ambos Ojos
- OD: Ojo Derecho
- OI: Ojo Izquierdo
- AV: Agudeza Visual
- LC: Lente/s de Contacto
- RGP: Rígida Gas Permeable
- BUT: Tiempo de ruptura de la película lagrimal
- LASIK: Laser Assisted in Situ Keratomileusis
- Orto-K: Ortoqueratología
- CB: Curva Base
- DHIV: Diámetro Horizontal de Iris Visible
- RZD: Profundidad de Zona de Retorno
- LZA: Ángulo Zona de Contacto
- VL: Visión Lejana
- VP: Visión Próxima



Revista Optimetría Clínica y Ciencias de la Visión (OCCV)

Sociedad Aragonesa de Optimetría y Contactología
(SAOCO)

Volumen 1 - Número 1 - Septiembre 2022

ISSN: 2951-9349

EDITOR-IN-CHIEF: Dr. Alejandro Blasco Martínez

COMITÉ EDITORIAL: Dr. Carlos Serrano Bernal, Dra. Gema Insa Sánchez, Dr. Juan Carlos Viñuela Rodríguez,
D. Javier Pérez Velilla, Dr. Claudio Di Maro

SECRETARÍA TÉCNICA: Dña. Azucena Gracia Calvo, Dña. Marta Casero Pontaque

CONTACTO: editorial@revistaoccv.com

COLABORA: Universidad de Zaragoza



**Universidad
Zaragoza**