



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA

DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

**“EVALUACIÓN DE LA SENSIBILIDAD AL CONTRASTE Y VISIÓN AL COLOR EN
PACIENTES CON GLAUCOMA CON Y SIN FILTROS DE ABSORCIÓN SELECTIVA,
ADEMÁS DE FILTROS ROJO Y VERDE”**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

LICENCIADO EN OPTOMETRÍA

PRESENTA

OMAR SANTIAGO GRIJALVA IBAÑEZ

DIRECTORA DE TESIS

DRA. MYRNA MIRIAM VALERA MOTA

ASESORAS

MTRA. LUZ ELENA MAYA LÓPEZ

MTRA. MONICA ISABEL LUNA CASILLAS

DICTAMINADORES

DRA. NADIA Yael MORALES RODRÍGUEZ

MTRO. JUAN MAURICIO ORTIZ

Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla, Estado de México, 2024



Universidad Nacional
Autónoma de México

Biblioteca Central

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM



UNAM – Dirección General de Bibliotecas

Tesis Digitales

Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

Después de estos cinco años en esta bella carrera, agradezco primeramente a Dios por haberme colocado personas increíbles de las cuales obtuve muchos aprendizajes que me servirán no solamente en el ámbito académico y profesional, sino también en el ámbito personal.

También agradezco a la UNAM por haberme brindado no solamente los conocimientos académicos, sino también por brindarme experiencias únicas dentro de sus instalaciones, así como amistades sólidas y duraderas.

Agradezco especialmente al proyecto PAPIIT IN207323 titulado: “Evaluación de la visión al color, sensibilidad al contraste y agudeza visual utilizando filtros Zeiss en pacientes sanos, discromatas congénitos y con discromatopsia adquirida inducida por glaucoma de ángulo abierto y retinopatía diabética”, por el cual tuve la oportunidad de desarrollar mi tesis y obtener los fondos necesarios para desarrollarla satisfactoriamente.

Agradezco igualmente a Dios por haberme dado una familia maravillosa que siempre me ha demostrado todo su cariño y apoyo, especialmente a mi papá, mamá y hermana, que siempre han estado para mí aún en los momentos más difíciles.

DEDICATORIAS

A mi papá, hermana y mamá.

Gracias por siempre apoyarme, aconsejarme y acompañarme en cada etapa de mi vida, sin importar lo desafiante que fuera, y por todos los sacrificios hechos para poder salir adelante.

ÍNDICE

	Pagina
Introducción	6
Planteamiento del problema	6
Hipótesis	7
Objetivo general	8
Objetivos específicos	8
Antecedentes nacionales e internacionales	8
Capítulo I. Glaucoma	24
Glaucoma	24
Clasificación del glaucoma	25
Glaucomas primarios	25
Glaucomas secundarios	27
Capítulo II. Color, discromatopsia, pruebas de color	31
Color	31
Historia de la teoría del color	31
Percepción del color	34
El color y el sentido de la vista	36
Colorimetría	39
Propiedades del color	40
Discromatopsia	41
Tipos de discromatopsia	42

Pruebas de color	46
Capítulo III. Sensibilidad al contraste	57
Contraste	57
Sensibilidad al contraste	58
Pruebas para evaluar la sensibilidad al contraste	59
Capítulo IV. Filtros	67
Filtros	67
Tipos de filtros	68
Justificación	73
Trascendencia	73
Metodología	74
Fases de estudio	74
Criterios de inclusión	74
Criterios de excusión	75
Recursos humanos	75
Recursos materiales	75
Plan de análisis	75
Resultados	75
Discusión	83
Conclusión	86
Referencias	87
Referencias de imágenes	93

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo muestra la evaluación de pacientes con glaucoma con un rango de edad de entre 25 a 74 años atendidos en la clínica de optometría, mediante filtros de absorción selectiva, midiendo la sensibilidad al contraste con la prueba CSV-1000 sin y con cada uno de los filtros de absorción selectiva Zeiss (F60, F80, F90, F540, F560, F580, F451, F452 y Z1), además de los filtros rojo y verde, así como la evaluación de la visión al color con la prueba HRR. Tiene como finalidad comprobar que si se anteponen filtros de absorción selectiva entonces los pacientes con glaucoma tendrán disminución de la calidad visual y se modificará la percepción del color.

Estas pruebas fueron realizadas en el periodo de agosto de 2023 a junio de 2024.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿Los filtros de absorción selectiva mejoran la calidad visual mejorando la percepción del color en los pacientes con glaucoma?

Las personas con deficiencias en la percepción del color suelen buscar ayudas visuales para mitigar sus confusiones cromáticas. Las ayudas más populares son los filtros de paso alto rojos que se usan monocularmente. Cualquier beneficio que ofrezcan estas ayudas se limita a tareas específicas o regiones de tonos y puede verse anulado por efectos secundarios perjudiciales, como una menor luminancia y agudeza visual, distorsiones visuales inducidas, estereopsis alterada y percepción de profundidad deteriorada.

Sharpe LT, Jägle H. I used to be color blind. Color Res Appl [Internet]. 2001;26(S1):S269–72. Disponible en: [http://dx.doi.org/10.1002/1520-6378\(2001\)26:1+<::aid-col58>3.0.co;2-0](http://dx.doi.org/10.1002/1520-6378(2001)26:1+<::aid-col58>3.0.co;2-0)

Los filtros espectralmente selectivos de banda ancha propuestos para mejorar la visión de los observadores con deficiencias en la visión del color modifican principalmente el iluminante y son en gran medida ineficaces para mejorar la discriminación o la

percepción porque no cambian suficientemente la actividad relativa de los fotorreceptores M y L.

Moreland JD, Westland S, Cheung V, Dain SJ. Quantitative assessment of commercial filter 'aids' for red-green colour defectives. *Ophthalmic Physiol Opt* [Internet]. 2010;30(5):685–92. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1475-1313.2010.00761.x>

HIPÓTESIS

Si se anteponen filtros de absorción selectiva entonces los pacientes con glaucoma tendrán disminución de la calidad visual y se modificará la percepción del color.

En 2023 Abraham CH, Morny E, Aboagye-MacCarthy A, Ocansey S, Ntodie M, Sakyi-Badu G, et al., realizaron un estudio con la finalidad de investigar el efecto de los filtros y la iluminación sobre la sensibilidad al contraste en personas con cataratas, pseudofaquia, maculopatía y glaucoma para proporcionar una guía para los proveedores de atención oftalmológica en la rehabilitación de baja visión. En este estudio se empleó un diseño experimental intra-sujeto con una técnica de presentación contrabalanceada. La sensibilidad al contraste de ojos con cataratas, pseudofaquia, maculopatía y glaucoma primero se midió con filtros Lee 101 (amarillo 450nm, rosa 400nm y naranja 500nm) y luego sin filtros, combinados con niveles de iluminación crecientes (100 lx, 300 lx, 700 lx y 1000 lx) utilizando la tabla de sensibilidad al contraste SpotChecks™. Los datos se analizaron utilizando estadísticas descriptivas y ANOVA de medidas repetidas de dos vías.

Se llegaron a los siguientes resultados y conclusiones: El filtro amarillo a 100 lx mejoró significativamente la sensibilidad al contraste en el grupo de maculopatía. No hubo mejoras significativas con ninguna de las intervenciones en el resto de los grupos. Sin embargo, hubo una interacción significativa entre los filtros y la iluminación en el grupo de cataratas.

Se observaron pequeñas mejoras en la sensibilidad al contraste en niveles bajos de iluminación con el filtro amarillo en el grupo de pacientes con maculopatía, y esto podría tenerse en cuenta en la práctica clínica y en la rehabilitación de la baja visión. En general, los filtros en la mayoría de los niveles de iluminación no beneficiaron a la mayoría de los grupos.

Abraham CH, Morny E, Aboagye-MacCarthy A, Ocansey S, Ntodie M, Sakyi-Badu G, et al. The effect of filters and varying illumination on contrast sensitivity in eyes with moderate to severe visual impairment. *Int Ophthalmol* [Internet]. 2023;43(9):3329–37. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s10792-023-02738-7>

A través del filtro rojo solo permanece la percepción del color rojo. Un filtro rojo no mejora la percepción protanópica del rojo y el verde, pero sí mejora la capacidad del protanope para detectar luz de longitud de onda larga. Esta mejora parece surgir por medio del mecanismo de luminancia.

Diaconu V, Sullivan D, Bouchard JF, Vucea V. Discriminating colors through a red filter by protanopes and colour normals: Discriminating colors through a filter. *Ophthalmic Physiol Opt* [Internet]. 2010;30(1):66–75. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1475-1313.2009.00695.x>

OBJETIVO GENERAL

Comprobar la nula efectividad de los filtros de absorción selectiva y la disminución de la sensibilidad al contraste en pacientes con glaucoma.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Seleccionar a los pacientes con glaucoma que asistieron a la clínica de optometría y que tienen un diagnóstico escrito en el expediente.

Evaluar con cada uno de los filtros de absorción selectiva y los filtros rojo y verde monocularmente la visión al color con la prueba HRR.

Evaluar con cada uno de los filtros de absorción selectiva y los filtros rojo y verde monocularmente la sensibilidad al contraste con la prueba CSV-1000.

Analizar los resultados sin y con filtro monocularmente de la visión al color y la sensibilidad al contraste, con el uso de Excel.

ANTECEDENTES NACIONALES

Efecto de los filtros de colores en la sensibilidad al contraste, la visión al color y la estereopsis en usuarios de dispositivos electrónicos asociados al estado refractivo

En 2019 Hernández Toledo YM realizó un estudio observacional, analítico y comparativo durante enero-septiembre de 2018 con el fin de determinar cambios en la sensibilidad al contraste, visión al color y estereopsis con diferentes filtros de colores en usuarios de dispositivos electrónicos asociados al estado refractivo.

Se evaluaron a un total de 100 alumnos usuarios de dispositivos electrónicos (25 con emetropía, 25 con miopía, 25 con hipermetropía y 25 con astigmatismo) con un rango de edad de los 12 a los 18 años estudiantes de la secundaria y preparatoria del Centro de Estudios Benemérito de las Américas en Iguala de Independencia, Guerrero, se evaluaron las habilidades visuales, recurriendo para ello a 3 aplicaciones informáticas disponibles en la app store de Apple para los dispositivos IOS: "Vision C" (sensibilidad al contraste), "ColorEyeExam" (visión al color) y "StereotAB" (estereopsis), estas pruebas se realizaron sin y con filtros oftálmicos entintados de color ámbar, azul, rosa y verde en tono II uniforme y sin graduación, además con tratamiento anti-reflejante básico.

Se obtuvieron los siguientes resultados:

Se analizaron a 100 usuarios que utilizaban dispositivos electrónicos, presentaron una media de 15.1 años con una desviación estándar de ± 1.9 , el 45% del sexo masculino, 55% femenino; en cuanto a la distribución del estado refractivo cada uno tenía el 25%. En el análisis de la varianza (ANOVA) se observa que con el filtro rosa y azul presentan una baja AV (agudeza visual).

En este estudio se llegó a la siguiente conclusión:

El uso del filtro ámbar y verde mejora la AV, la visión al color fue normal y la estereopsis con filtro ámbar y verde mejoró la estereoagudeza.

Hernández Toledo YM. Efecto de los filtros de colores en la sensibilidad al contraste, la visión al color y la estereopsis en usuarios de dispositivos electrónicos asociados al estado refractivo [Internet]. 2019 Jun [cited 2024 Apr 3]. Recuperado de: <http://bdigital.dgse.uaa.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/11317/1776/438175.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Relación del test de sensibilidad al contraste y la calidad de vida en pacientes con glaucoma

En 2023 Ortiz R, realizó un estudio de relación, observacional, prospectivo, transversal, homodémico con el objetivo de identificar la relación que existe entre el test de

sensibilidad de contraste y la calidad de vida de los pacientes con Glaucoma primario de ángulo abierto (GPAA) de acuerdo al daño glaucomatoso existente.

Se llevó a cabo en el servicio de Oftalmología del HGZ No. 20, en 70 pacientes con diagnóstico de GPAA que cumplieron con los criterios de selección del estudio (diagnóstico de glaucoma primario de ángulo abierto GPAA en control, gonioscopía normal y agudeza visual mayor a 20/100). Se midió de la sensibilidad al contraste con el test de SPARCS (Spaeth Richman Contrast Sensitivity), se valoró la calidad de vida del paciente con el cuestionario NEI VFQ-25 (National Eye Institute 25-item Visual Function Questionnaire) y se clasificó a cada paciente de acuerdo al grado de daño glaucomatoso por medio de campimetría, dividiéndolo en daño leve, moderado y severo de acuerdo a la desviación media. Se realizó un muestreo no probabilístico incidental y se analizaron posteriormente los datos mediante el programa SPSS.

Se obtuvieron los siguientes resultados:

De los 70 pacientes analizados 41 tuvieron un daño glaucomatoso leve, con un promedio de puntaje del test de SPARCS de: 75.65 y resultados del cuestionario NEI VFQ-25 de: 86. Por otro lado 18 pacientes con daño glaucomatoso moderado, con un promedio del Test de SPARCS de 66.16 y de 74.29 en sus resultados del cuestionario NEI VFQ-25. Y 11 pacientes con daño severo con puntajes del Test de SPARCS de 54.09 y resultados de su cuestionario del NEI VQF-25 de 46.33. Se realizó una correlación de Pearson entre la sensibilidad al contraste y la calidad de vida obteniendo una relación de 0.781 ($p= 0.001\%$), lo cual muestra una correlación positiva entre ambas variables.

Finalmente se llegó a la siguiente conclusión:

Existe relación entre la sensibilidad al contraste y la calidad de vida de los pacientes con glaucoma.

Ortiz R. Relación del test de sensibilidad al contraste y la calidad de vida en pacientes con glaucoma [Internet]. Buap.mx. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; 2023 [cited 2024 Apr 2]. Recuperado de: <https://repositorioinstitucional.buap.mx/items/5f2be7bd-1bd9-47da-bfc1-557963c0c2f2>

Evaluación de la visión al color y agudeza visual con y sin filtros ZEISS además de rojo-verde en estudiantes de optometría sanos de entre 18 y 24 años sin adicciones

En 2024 Torres SLD, realizó un estudio observacional, transversal, descriptivo, en 30 pacientes de entre 18 y 24 años sanos con las pruebas de Snellen para evaluar AV (agudeza visual) y Fransworth D-15 para evaluar la visión cromática con la finalidad de demostrar los cambios que existen en la percepción del color y agudeza visual al anteponer los diferentes filtros de Zeiss además del rojo y verde de la caja de pruebas, para demostrar que modifican la percepción, sin embargo, no corrigen la discromatopsia.

Este estudio fue realizado de la siguiente manera:

Fase 1

Se reclutaron a alumnos de la carrera de optometría desde primer semestre hasta octavo semestre de edades comprendidas entre 18 y 24 años, sin adicciones o enfermedades sistémicas con repercusión ocular o discromatopsias congénitas o adquiridas.

Fase 2

Se colocó a cada paciente a 6 metros de la cartilla de Snellen, en un gabinete con buena iluminación, se tomó la agudeza visual de manera monocular empezando con ojo derecho. Una vez registrada la agudeza visual con su mejor graduación se montó en flippers cada uno de los 9 filtros de Zeiss, el filtro rojo y el filtro verde de manera monocular empezando por el ojo derecho. Posteriormente se realizó la toma de agudeza visual sin y con filtros en ojo izquierdo.

Fase 3

Se evaluó al paciente con la prueba de Farnsworth D-15, colocándolo a 75 centímetros del atril de evaluación de visión al color, se apagó la luz y se prendió la lámpara del atril. Se le explicó al paciente cómo realizar la prueba, primero con ojo derecho y posteriormente con ojo izquierdo con su mejor graduación. Se realizó la prueba con los 9 filtros de Zeiss, filtro rojo y filtro verde de manera monocular empezando con ojo derecho y posteriormente con ojo izquierdo.

Fase 4

Una vez terminadas las pruebas con cada uno de los 11 filtros se procedió a vaciar los resultados en la base de datos y se realizó el análisis.

En total se evaluaron a 30 pacientes, de los cuales fueron 18 mujeres y 12 hombres, siendo las mujeres un mayor porcentaje con un 60% de la población total evaluada.

Se obtuvieron los siguientes resultados:

En la AV (agudeza visual), en ojo derecho cada alumno empeoró con al menos 8 filtros de los cuales los peores fueron: F452, Z1, F Rojo y F verde, teniendo agudezas visuales de 20/30 a 20/40 y siendo el filtro F540 y F560 que mantienen la agudeza visual del paciente.

En ojo izquierdo cada alumno empeoró al menos 2 líneas en agudeza visual con los filtros F452, Z1, F Rojo y F Verde de 20/20 hasta 20/40. Tomando en cuenta que con los filtros F540, F560 y F580 la agudeza visual se mantuvo en 20/20 o menor.

En la visión al color evaluada con la prueba de Fransworth D-15, se analizaron las tendencias en la modificación de la percepción a los colores con cada uno de los filtros arrojando los siguientes resultados:

En F60 (filtro 60): podemos distinguir las tendencias que los pacientes tuvieron, siendo la de tritan la más frecuente, siendo los colores azul amarillos que los pacientes no perciben de manera correcta, sin embargo, la segunda predisposición más frecuente sería tricromata, sin tendencia y acromata.

En F80 (filtro 80): se observa una inclinación a tritan siendo la principal con mayor número de pacientes, seguida de una ceguera total a los colores azul amarillo seguida de sin tendencia, indicando la gran confusión que se tuvo al realizar la prueba.

En F90 (filtro 90): se aprecia la propensión a tritan en primer lugar, y en segundo lugar tricromata, pensando que no hay ninguna modificación, pero se observan también tendencias tritanopes, protan y en algunos casos sin tendencia.

En F540 (filtro 540): las propensiones con mayor número de pacientes son tritan y tritanope, siendo la segunda una ceguera a los colores azul amarillo, mostrando que hay muy pocos pacientes tricromatas.

En F560 (filtro 560): podemos observar que la predisposición con más pacientes es tritan, muy pocos tritanopes, sin dejar de lado que hay pacientes con una tendencia a protan, es decir que modificaría su percepción al color rojo.

En F580 (filtro 580): podemos contemplar que en ambos ojos la inclinación que más predomina es la tritan, sin tendencia sería la segunda más predominante. En ojo derecho se observa como la tendencia protan está dentro de las 3 tendencias más predominantes.

En F451 (filtro 451): podemos notar que la inclinación tricromata es la más predominante en este filtro, sin dejar de lado que hay pacientes con tendencias tritan y deutan.

En F452 (filtro 452): este filtro nos presenta más tendencias con un alto número de pacientes, entre ellas tritan, protan, y deutan, recordando que esta última afecta la visión a los colores verdes. Sin dejar de lado el gran número de pacientes tricromatas.

En FZ1 (filtro Z1): tiene aparte de pacientes tricromatas pacientes con tendencias tritan y deutan, pero podemos observar un número de paciente acromatas, lo que nos estaría indicando que todos los colores son modificados, denotando una mayor dificultad para realizar la prueba.

En FR (filtro rojo): con el filtro rojo volvemos a ver una tendencia mayor a tritan, tendiendo en segundo lugar una tendencia acromata, denotando la gran modificación a la percepción correcta de los colores.

En FV (filtro verde): al contrario de todos los filtros anteriores, el filtro verde tiene pocos pacientes con tendencias a tritan o tritanope, sin embargo, con este filtro la principal tendencia es a la deutan y como segunda tendencia predominante sería la acromata.

Se llegaron a las siguientes conclusiones:

El propósito del presente trabajo de investigación es demostrar que el uso de filtros modifica la agudeza visual y la percepción al color, señala que el uso de estas ayudas ópticas no proporciona una visión clara en la vida cotidiana del paciente, dificultando actividades que requieran de la visión tanto lejana como cercana.

El optometrista deberá considerar la evaluación de estas dos capacidades, agudeza visual y visión al color, tomando en cuenta las modificaciones que pueden causar en la percepción del paciente.

El optometrista deberá evaluar al paciente respecto al desarrollo que tendrá con los filtros.

No se deberá apostar a que el paciente “se siente mejor”, los aspectos cualitativos deben dejarse a un lado.

Torres SLD. EVALUACIÓN DE LA VISIÓN AL COLOR Y AGUDEZA VISUAL CON Y SIN FILTROS ZEISS ADEMÁS DE ROJO-VERDE EN ESTUDIANTES DE OPTOMETRÍA SANOS DE ENTRE 18 Y 24 AÑOS SIN ADICCIONES [Internet]. Unam.mx. 2024 [citado

el 21 de marzo de 2024]. Disponible en:
https://tesiunam.dgb.unam.mx/F/7GD2FXGEYREYKAXF158ES1VBXXUCNYHYLEQEGRKYQ9SMU8PA79-07418?func=full-set-set&set_number=133437&set_entry=000001&format=999

Tesis Digital [Internet]. 9.195. [citado el 21 de marzo de 2024]. Disponible en:
http://132.248.9.195/ptd2024/ene_mar/0850816/Index.html

ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Comportamiento de la visión de color en pacientes sospechosos de glaucoma y glaucomatosos como daño precoz de las células ganglionares de la retina

En 2007 J.A.Cabrera, J.Martinez, M.Marquez y A.Cabrera, realizaron un estudio descriptivo y analítico en 60 pacientes (sospechosos de glaucoma y con diagnóstico de glaucoma crónico simple estadio inicial) que concurrieron a la consulta de Oftalmología del Hospital Militar Central "Dr. Carlos J. Finlay" en el período comprendido entre los años 2003 y 2006

La muestra se conformó con 30 pacientes con sospecha de glaucoma y 30 con diagnóstico de glaucoma que cumplieron los requisitos de inclusión y exclusión que se señalan. Los primeros 30 pacientes con sospecha de glaucoma y los primeros 30 pacientes de con glaucoma, que se atendieron durante el período señalado fueron los seleccionados.

Se consideró sospechoso de glaucoma todo paciente que tuviese al menos tres de los más importantes factores de riesgos (HTO, edad mayor de 40 años, raza negra y antecedentes familiares de primer grado que padeciera la enfermedad). Se diagnosticó como glaucomatoso a los pacientes que presentaron síntomas y signos de la enfermedad y alteraciones incipientes del campo visual (aumento mancha ciega, escalón nasal o escotoma Seidel).

También se utilizó en el estudio una muestra de 31 sujetos supuestamente sanos de la investigación realizada en el Hospital "Hermanos Ameijeiras" bajo las mismas condiciones de exploración como grupo control que se titulaba "Estudio de la visión cromática en una población sana".

El método de evaluación de los pacientes consistió en un examen inicial oftalmológico donde se recogieron los datos generales del paciente, síntomas y signos clínicos hallados, así como factores de riesgo de la enfermedad. Los exámenes que se

realizaron fueron: agudeza visual central con proyector de optotipos; campo visual con analizador de campo Humphrey; test U 30-2 estímulo blanco con fondo blanco; examen biomicroscópico de segmento anterior; gonioscopia con gonioscopio de tres espejos de Goldmann; oftalmoscopia directa con oftalmoscopio luz halógena de la Welch Allyn; tonometría de aplanación con el tonómetro de Perkins; test de Farnsworth Munsell 100 Hue;¹⁷ test de Ishihara¹⁸ y test saturación al rojo.¹⁹

Los pacientes estudiados, así como los del grupo control considerados sanos estuvieron comprendidos entre 40 y 60 años de edad. La edad promedio de los pacientes fue de 49,5 años, muy semejantes tanto en los glaucomatosos como en los sospechosos de padecer glaucoma. En los del grupo control la edad promedio fue de 45,3 años.

Se obtuvieron los siguientes resultados:

La diferencia observada en la edad promedio entre los pacientes glaucomatosos, sospechosos de glaucoma y el grupo control fue estadísticamente significativa ($t = 2,938$; $p = 0,004$; y $t = 2,496$; $p = 0,015$ respectivamente) –eran más jóvenes los del grupo control.

El sexo masculino fue predominante entre los pacientes y entre los sujetos del grupo control (3 de cada 5 pacientes cinco eran del sexo masculino, así como más de 4 de cada 5 entre los sujetos sanos). Las diferencias observadas por sexo entre los grupos de estudio fueron significativas. El sexo femenino fue significativamente más bajo en los de control que en los dos grupos de pacientes. (Posteriormente se realizará el análisis independiente de cada sexo para evitar posibles efectos de confusión en cuanto a esta variable).

La raza predominante entre los pacientes glaucomatosos y entre los sospechosos fue la blanca, seguido de la negra y en último lugar la mestiza. Las diferencias observadas entre estos dos grupos de pacientes no fueron estadísticamente significativas. No se pudo obtener el dato de la raza entre los sujetos sanos.

Cabrera Martínez JA, Martínez Ribalta J, Márquez Fernández M, Cabrera Martínez A. Comportamiento de la visión de color en pacientes sospechosos de glaucoma y glaucomatosos como daño precoz de las células ganglionares de la retina. Revista

Cubana de Oftalmología [Internet]. 2007 Jun 1 [cited 2024 Feb 22];20(1). Recuperado de: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-21762007000100003&script=sci_arttext

Visión cromática adquirida y defectos del campo visual en pacientes con hipertensión ocular y glaucoma temprano

En 2009 Dimitris P, Geoergalas I, Kalantzis G, Karmiris E, Koutsandrea C, Diagourtas A, et al. Realizaron un estudio prospectivo en donde se evaluaron 99 ojos de 56 pacientes con OH (hipertensión ocular) sin defectos del campo visual y sin deficiencias hereditarias de color, seguidos durante 4 a 6 años (media = $4,7 \pm 0,6$ años) en el departamento de glaucoma del Hospital Universitario de Oftalmología de Atenas, Grecia, con el objetivo de determinar si existe una correlación entre la manifestación de defectos de visión del color y defectos glaucomatosos del campo visual.

Todos los pacientes fueron examinados y seguidos según un protocolo que implicaba: historial médico, medición de AV, examen con lámpara de hendidura, gonioscopia, fondo de ojo, fase de la PIO, prueba HVF, evaluación de la percepción visual, hacer un seguimiento.

Método de examen de la percepción visual.

La prueba clínica básica inicial para evaluar la visión del color se realizó con las placas pseudoisocromáticas de Ishihara, que son más útiles para la detección de anomalías congénitas rojo-verde. Los pacientes que superaron con éxito la prueba de Ishihara fueron examinados con métodos más detallados.

Se utilizó una prueba de Farnsworth-Munsell 100 hue (FM 100 hue) y los resultados se procesaron con un sofisticado programa informático que podía puntuar y trazar los resultados de la prueba. La prueba de visión del color siempre se realizó para cada ojo por separado utilizando la mejor refracción corregida para miopía en condiciones de iluminación específicas (luz diurna) y a 45° con respecto a la superficie de la placa.

La cuantificación de los defectos de la visión del color se basó en el TES y se calculó el cambio en el número total de errores durante el seguimiento.

Se obtuvieron los siguientes resultados:

En cincuenta y seis ojos se observaron defectos glaucomatosos durante el período de seguimiento. Hubo una diferencia estadísticamente significativa en la puntuación de

error total (TES) entre los ojos que finalmente desarrollaron glaucoma ($157,89 \pm 31,79$) y los ojos OH ($75,51 \pm 31,57$) en el primer examen (valor t 12,816, $p < 0,001$). Al mismo tiempo, los índices del campo visual estaban dentro de los límites normales en ambos grupos. En los ojos glaucomatosos, el cambio estadísticamente significativo más temprano en TES se identificó en el primer año de seguimiento y fue $-20,62 \pm 2,75$ (valor t 9,08, $p < 0,001$), mientras que en ojos OH fue $-2,11 \pm 4,36$ (valor t 1,1, $p = 0,276$). El coeficiente de Pearson fue alto en todos los exámenes y mostró una correlación directa entre TES y la desviación media y la desviación estándar del patrón corregido en ambos grupos.

Finalmente, los autores pudieron llegar a las siguientes conclusiones:

Los defectos de percepción del color ocurren en un gran número de pacientes con OH, lo que sugiere un deterioro funcional de la visión incluso en caso de una PIO elevada, que es sólo unos pocos mmHg por encima del valor de PIO normal.

La deficiencia en la visión de los colores parece preceder a los defectos glaucomatosos en las pruebas HVF, un hecho que puede desempeñar un papel importante como factor predictivo para el desarrollo de cambios glaucomatosos en el futuro.

El examen de la percepción cromática con métodos cuantitativos junto con la facilidad de registrar y procesar estos datos en un programa de computadora puede establecerlo como un método de examen de referencia importante en OH.

Existe una correlación estadísticamente significativa entre los resultados de las pruebas de percepción del color y los índices HVF.

Los defectos de la visión del color relacionados con el glaucoma afectan principalmente a los estímulos azul-amarillo.

Título original en inglés: Acquired color vision and visual field defects in patients with ocular hypertension and early glaucoma

Dimitris P, Geoergalas I, Kalantzis G, Karmiris E, Koutsandrea C, Diagourtas A, et al. Acquired color vision and visual field defects in patients with ocular hypertension and early glaucoma [Internet]. Clinical Ophthalmology; 2009 [cited 2024 Apr 5]. Recuperado de: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.2147/opth.s12160124>

Evaluación de la calidad de la visión en pacientes con glaucoma primario de ángulo abierto intervenidos en cirugía de glaucoma.

En 2014 Pérez Portero L, realizó un estudio retrospectivo de revisión de casos.

Se evaluaron pacientes diagnosticados de GPAA en la Unidad de Glaucoma del Servicio de Oftalmología del Hospital Universitario Miguel Servet (HUMS). Todos ellos firmaron un consentimiento informado. Los pacientes fueron divididos en dos grupos: uno de ellos operados de trabeculectomía y un grupo control de pacientes glaucomatosos no intervenidos pero con las mismas características perimétricas y edad que el anterior grupo.

Las pruebas exploratorias del estudio fueron realizadas en la unidad de función visual (UFV) del citado servicio de Oftalmología. Todos los pacientes que fueron incluidos cumplieron los siguientes criterios de inclusión: haber sido diagnosticado de GPAA por los especialistas de la Unidad de glaucoma del HUMS, edad comprendida entre 18 y 85 años, mejor agudeza visual corregida (MAVC) $\geq 5/10$, defecto de refracción menor de 6 dioptrías de equivalente esférico. En el grupo de pacientes operados de trabeculectomía, la cirugía tenía que haber sido realizada al menos un año anterior a la realización de las pruebas exploratorias.

Fueron excluidos todos aquellos pacientes que tuvieran como antecedente diabetes u otras enfermedades sistémicas, enfermedad oftalmológica (distinta de glaucoma) o neurológica anterior, o incapacidad para la correcta realización de las pruebas.

Para la evaluación de la sensibilidad al contraste se realizó de la siguiente manera:

El test Pelli-Robson (Pelli-Robson Contrast Sensitivity Chart; Essex, UK) se desarrolló con una iluminación fotópica y a una distancia de 1 metro.

CSV-1000HGTTM (Vector Vision; Greenville, USA) con la MAVC.CSV-1000 se desarrolló bajo condiciones de iluminación fotópica, y mesópica baja con deslumbramiento (glare) y filtro a una distancia de 2,5 m.

En sensibilidad al contraste se hallaron los siguientes resultados:

En relación a los resultados del test de Pelli Robson, el grupo de pacientes trabeculectomizados obtuvieron una media de 1,55 (0,29), frente al grupo de pacientes en tratamiento médico, cuyo resultado fue de 1,60 (0,19). En el test CSV1000 realizado en el grupo de pacientes trabeculectomizados, en condiciones fotópicas se obtuvo una media de 1,59 (0,17) en la frecuencia de 3 c/g, 1,68 (0,27) para la frecuencia espacial de 6c/g, para 12c/g un valor de 1,31 (0,31) y 0,77 (0,25) en la frecuencia de 18 c/g. Por

otro lado, en condiciones de iluminación mesópica con deslumbramiento (glare) y filtro, se obtuvieron los valores medios de 1,30 (0,25), 1,29 (0,35), 0,73 (0,15) y 0,51 (0,24) para las frecuencias espaciales de 3 c/g, 6 c/g, 12 c/g y 18 c/g, respectivamente. Los pacientes tratados únicamente con tratamiento médico mostraron los siguientes valores en el test CSV1000 en condiciones fotópicas: para la frecuencia espacial de 3c/g se obtuvo una media de 1,54 (0,27), para 6c/g una media de 1,76 (0,25), para 12c/g 1,26 (0,37) y para 18c/g 0,85 (0,36). En condiciones de iluminación mesópica con deslumbramiento (glare) y filtro los valores fueron de 1,41 (0,19), 1,28 (0,30), 0,83 14 (0,29), y 0,42 (0,23) para las frecuencias espaciales de 3 c/g, 6 c/g, 12 c/g y 18 c/g, respectivamente.

No hubo diferencias significativas entre ambos grupos en los test de sensibilidad al contraste. Sin embargo, se observó diferencia en la sensibilidad al contraste con el test CSV1000 con iluminación mesópica, con deslumbramiento (glare) y filtro en la frecuencia de 3c/g (el grupo de trabeculectomizados obtuvo un peor valor), aunque, como se ha comentado anteriormente, dicha diferencia no alcanzó significación estadística.

La autora llegó a las siguientes conclusiones en relación con la sensibilidad al contraste:

La terapia quirúrgica del glaucoma (trabeculectomía) no afecta a la calidad de la función visual del paciente. Si bien en la sensibilidad al contraste de frecuencias bajas (3c/g) y en condiciones de iluminación mesópica con deslumbramiento y filtro (ambiente que reproduce la situación de conducción nocturna en la vida cotidiana) pudieran verse más afectados los pacientes trabeculectomizados que los pacientes tratados con medicamentos.

Pérez Portero L. Evaluación de la calidad de la visión en pacientes con glaucoma primario de ángulo abierto intervenidos en cirugía de glaucoma. [Internet]. Larrosa JM, Güerri N, editors. Universidad de Zaragoza . 2014 [cited 2024 Apr 8]. Recuperado de: <https://zaguan.unizar.es/record/32274/files/TAZ-TFG-2015-3152.pdf>

Impacto en la sensibilidad al contraste en relación al grado de severidad del glaucoma primario de ángulo abierto

En 2015 A. Lafuente, realizó un estudio prospectivo transversal en el que se incluyeron pacientes con HTIO (Hipertensión intraocular) o GPAA (Glaucoma Primario de Ángulo

Abierto), los cuales fueron divididos en cinco grupos en función de la severidad perimétrica del daño glaucomatoso. Se realizó una exploración oftalmológica completa que incluyó las pruebas de sensibilidad al contraste de PelliRobson y CSV1000E (en condiciones de iluminación fotópica, mesópica con filtro y mesópica con filtro y glare) a cada uno de los sujetos, con el objetivo de evaluar la relación existente entre la alteración de la sensibilidad al contraste y la gravedad del GPAA (Glaucoma primario de ángulo abierto), valorando cómo la severidad de la enfermedad glaucomatosa afecta a las actividades de la vida cotidiana de estos pacientes.

Se incluyeron en el estudio un total de ochenta y nueve ojos de 89 pacientes con HTIO o GPAA, 42 varones (47,2%) y 47 mujeres (52,8%).

La realización del GHT (test de hemicampo para glaucoma) (Glaucoma Hemifield Test - GHT-). en los sujetos mostró los siguientes resultados: 41 (46,6%) dentro de los límites de la normalidad, 7 (8,0%) dudosos, 36 (40,9%) patológicos y 4 (4,5%) mostraron reducción generalizada de la sensibilidad.

Los individuos fueron divididos en 5 grupos en función del estadio de daño glaucomatoso objetivado en la perimetría: 36 (41,4%) presentaron HTIO (estadio 0), 26 (29,9%) glaucoma incipiente (estadio 1), 17 (19,5%) glaucoma moderado (estadio 2), 5 (5,7%) glaucoma avanzado (estadio 3) y 3 (3,4%) glaucoma severo (estadio 4).

A medida que aumenta la severidad perimétrica de la enfermedad glaucomatosa las alteraciones en la sensibilidad al contraste son mayores, condicionando una mayor afectación de la vida cotidiana de los pacientes.

La autora llegó a la conclusión de que la evaluación de la calidad de la visión mediante pruebas de sensibilidad al contraste es útil para el seguimiento del GPAA y además permite valorar la discapacidad visual de los pacientes en situaciones cotidianas.

Alba A, Galindo L, Pablo L, Noemí J, Monclús G. Trabajo Fin de Grado. Impacto en la sensibilidad al contraste en relación al grado de severidad del glaucoma primario de ángulo abierto [Internet]. 2015. Recuperado de: <https://core.ac.uk/download/pdf/289982364.pdf>

Sensibilidad al contraste en pacientes con glaucoma temprano: efectos del nivel de iluminación y la excentricidad

En 2018, M.C. Tripolone y otros, realizaron este presente trabajo en donde se explora la capacidad de la sensibilidad al contraste (SC) para detectar tempranamente el glaucoma de ángulo abierto. Para ello se midió la SC en pacientes con glaucoma leve, en dos rangos de edad (20- 49 y 50-69 años) y para dos niveles de iluminación.

Se examinaron 23 ojos de 17 pacientes con glaucoma entre 16 a 66 años de edad (grupo glaucoma) y 26 ojos de 26 sujetos entre 28 a 75 años sin patologías o afecciones visuales (grupo control mesópico). Los pacientes fueron reclutados en la Cátedra de Oftalmología de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional de Tucumán, donde se realizó una completa examinación ocular que incluyó estudios de campimetría, retinografía, agudeza visual (AV) y presión intraocular (PIO). El criterio de inclusión para ambos grupos consistió en una AV mayor o igual 7/10.

Se midió sensibilidad al Contraste (SC) en pacientes con glaucoma leve en dos niveles de adaptación a la luz: fotópico y mesópico. Para ello se usó un equipo FVC100 (Tecnovinc) que cuenta con curvas de normalidad fotópicas por rango de edad. Se accedió a los datos individuales de este nivel y con ellos se conformó el grupo control fotópico con 62 ojos en el rango de 20 a 49 años de edad (jóvenes) y 39 ojos de 50 a 69 años (adultos mayores). A fin de contar con datos normales en el nivel mesópico, se realizaron medidas en ese nivel con el mismo equipo en sujetos sanos (grupo control mesópico).

Se realizaron medidas monoculares, con corrección refractiva en los casos que fue necesaria, y pupila natural, tapando el ojo no testeado.

En el nivel fotópico se fijó una luminancia media de 70 cd/m². En este nivel se determinó la SC con visión foveal para las frecuencias espaciales de 4 y 8 ciclos por grado (c/g).

Se realizaron medidas foveales en el nivel fotópico (70 cd/m²) para frecuencias espaciales de 4 c/g y 8 c/g, encontrándose una disminución significativa de la SC de los pacientes respecto al grupo control ($p < 0,05$) para 4 c/g, en ambos rangos etarios. En el nivel mesópico (0,5 cd/m²) se realizaron medidas foveales para 4 c/g, y extra foveales (8° de excentricidad retiniana) para 2 c/g. En este nivel se encontró una disminución significativa de SC ($p < 0.05$) en el grupo de 50 a 69 años para las medidas foveales.

Los autores llegaron a la conclusión de que en determinadas condiciones la medida de SC puede ser útil para la detección el glaucoma en sus estadios tempranos.

Tropolone M, Issolio L, Silva B, Filgueira C, Perez D, Barrionuevo P. SENSIBILIDAD AL CONTRASTE EN PACIENTES CON GLAUCOMA TEMPRANO: EFECTOS DEL NIVEL DE ILUMINACIÓN Y LA EXCENTRICIDAD. CONTRAST SENSITIVITY IN EARLY GLAUCOMA: EFFECTS OF LIGHTING LEVEL AND ECCENTRICITY [Internet]. 2018 May [cited 2024 Feb 22]. Recuperado de: <https://anales.fisica.org.ar/index.php/analesafa/article/download/2200/2219>

Sensibilidad al contraste en pacientes con glaucoma primario de ángulo abierto.

En 2022 L. Izaza, G. perez, J. Zamora, D. Guerrero, A. Vasquez hicieron una revisión bibliográfica en donde se analizaron 6 artículos en idioma inglés, 4 observacional descriptivo y 2 observacional analítico, evaluaron pacientes con glaucoma primario de ángulo abierto, 1 de estadio medio y moderado, 2 de avanzado y 3 sin estadio. Se identificaron estudios publicados entre 2006 a 2022, PubMed y Scielo, con el objetivo de Identificar los valores de sensibilidad al contraste en pacientes con glaucoma primario de ángulo abierto y pacientes control, con los test Pelli Robson y CSV-1000.

Tres de los estudios midieron la sensibilidad al contraste con el test de Pelli Robson y tres con CSV-1000. Reportando un promedio de sensibilidad al contraste de 1,6 log en pacientes con glaucoma evaluados con Pelli Robson y un promedio de 1,07 en frecuencias espaciales bajas, medias y altas en el grupo de pacientes con glaucoma medidos con CSV-1000E.3

De acuerdo al análisis de los resultados del estudio se evidenció una disminución promedio de 1,6 log en frecuencias espaciales de 10cpd para la prueba de Pelli Robson y con el test de CSV1000-E con un promedio 1,28, 1,30, 1 y 0,73 log para las frecuencias espaciales 3, 6,12 y 18 respectivamente en pacientes diagnosticados con glaucoma primario de ángulo abierto.

Los estudios incluidos evidenciaron la disminución de la sensibilidad al contraste en pacientes con glaucoma en los test CSV1000 y Pelli Robson.

María L, Forero I, Yulieth G, Ramos P, Andrea J, Oliveros Z, et al. Sensibilidad Al Contraste En Pacientes Con Glaucoma Primario De Ángulo Abierto Modalidad: Producción Intelectual Relevante Línea De Investigación: Ciencias De La Visión E Innovación Óptica Universidad Antonio Nariño Facultad De Optometría [Internet]. 2022 [cited 2024 Feb 22]. Recuperado de:

Visión del color y espesor de la capa de fibras nerviosas mediante tomografía de coherencia óptica en el glaucoma congénito primario

En 2023 R. Teimi, realizó un estudio transversal, en donde se evaluaron 21 ojos de 13 niños con GCP con la prueba de visión de colores Farnsworth D-15 (FW D-15) y medición del espesor del CFN con tomografía de coherencia óptica de dominio espectral (SD-OCT), con el objetivo de evaluar la visión de los colores, medir el grosor de la capa de fibras nerviosas (CFN) en niños con glaucoma congénito primario (GCP) y correlacionar el grosor de la CFN con el rendimiento en la prueba de visión de los colores.

Parámetros como la edad, la agudeza visual, la ventosa del disco óptico y el equivalente esférico se correlacionaron con los datos de la visión del color. Con base en el desempeño de la prueba de visión del color, se compararon los datos de espesor global y los sectores CFN del disco óptico (cpCFN) y la mácula (mCFN).

Se arrojaron los siguientes resultados:

La edad media fue 8,33 (5-10) años, la relación copa-disco media 0,65 (0,2-0,9), la mediana del equivalente esférico -3,79 D (0 a -17) y la mediana de la agudeza visual en decimal de Snellen 0,54 (0,10- 1.0). Cuatro ojos (19%) presentaron una prueba de visión de colores alterada con un patrón difuso de discromatopsia. La edad fue el único parámetro que influyó significativamente en la prueba de visión del color en el análisis estadístico. El grosor de la porción nasal del cpCFN mostró una diferencia estadística entre los grupos.

La autora llegó a la siguiente conclusión: En la muestra evaluada, 4 ojos presentaron cambios en la visión de colores. En el grupo con cambios en la visión del color, la capa nasal de cpCFN mostró un mayor adelgazamiento.

Título original en portugués: VISÃO DE CORES E ESPESSURA DA CAMADA DE FIBRAS NERVOSAS PELA TOMOGRAFIA DE COERÊNCIA ÓPTICA NO GLAUCOMA CONGÊNITO PRIMÁRIO.

Kato RT. VISÃO DE CORES E ESPESSURA DA CAMADA DE FIBRAS NERVOSAS PELA TOMOGRAFIA DE COERÊNCIA ÓPTICA NO GLAUCOMA CONGÊNITO

PRIMÁRIO [Internet]. 2023. Recuperado de:
<https://repositorio.unifesp.br/bitstream/handle/11600/68029/RENATA%20TIEMI%20KATO%20-%20TESE%20MESTRADO.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

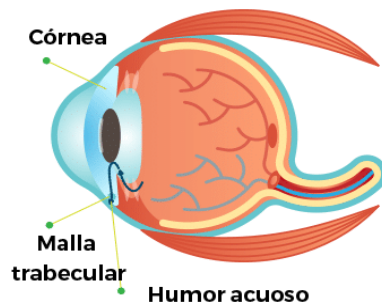
CAPÍTULO 1: GLAUCOMA

El glaucoma es una patología ocular que daña el nervio óptico y puede llegar a causar ceguera.

El glaucoma es un conjunto de enfermedades ópticas en las que se produce una excavación del disco óptico, acompañada de patrones específicos de pérdida de visión. En personas con glaucoma, la presión intraocular (PIO) basal es demasiado alta para la función y supervivencia de las células ganglionares de la retina. Se ha comprobado que, en la mayoría de los pacientes con glaucoma, al reducir la PIO se logra detener o retardar la pérdida del campo visual. No obstante, en algunos casos, el daño al nervio óptico puede progresar a pesar del tratamiento para disminuir la PIO. Las causas del glaucoma son multifactoriales, en estos se encuentran factores genéticos y ambientales. Tener una PIO elevada es un factor de riesgo importante para el glaucoma, sin embargo, muchos pacientes con glaucoma primario de ángulo abierto tienen rangos normales de PIO. El glaucoma es un grave problema de salud pública y la principal causa de ceguera irreversible a nivel mundial, a pesar de tener un buen pronóstico con un tratamiento temprano.

Montero V, Vividea B, González D. Generalidades de glaucoma en adultos. Overview of glaucoma in adults. Revista ciencias de la salud medicina [Internet]. 2024 Jan [cited 2024 Feb 22]; Recuperado de:
<https://unibe.ac.cr/ojs/index.php/RFMUI/article/download/171/218>

Ojo normal



Glaucoma

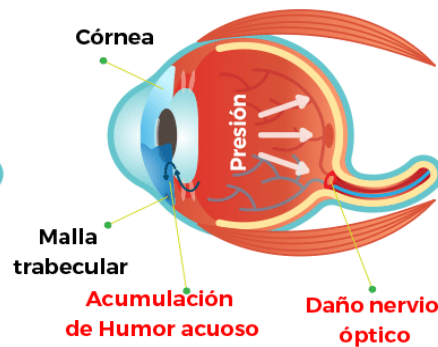


Imagen 1: Aumento de la presión intraocular (PIO) en el Glaucoma.

Imagen recuperada de: <https://tusdudasdesalud.com/vision/enfermedades-ojo/operacion-de-glaucoma/>

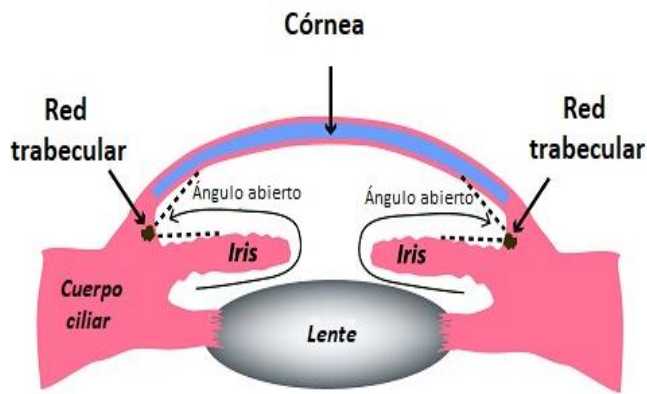
Clasificación del glaucoma

La clasificación tradicional divide la enfermedad en dos tipos, glaucomas primarios y secundarios.

Glaucomas primarios:

a) Glaucoma primario de ángulo abierto (GPAA)

El GPAA es una neuropatía óptica crónica progresiva, asociada a defectos característicos en el campo visual con un deterioro gradual en la cabeza del nervio óptico (excavación) y pérdida de la capa de fibras nerviosas, puede o no relacionarse con hipertensión ocular.



Glaucoma de ángulo abierto

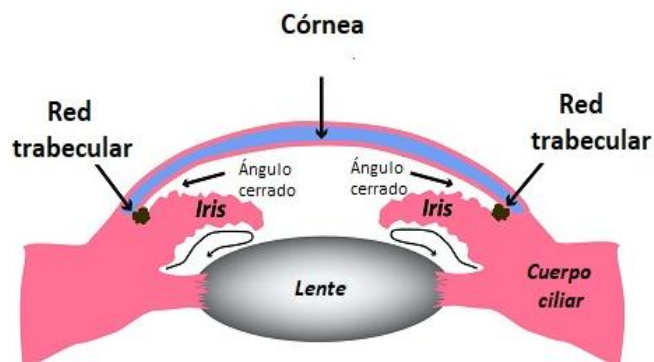
Imagen 2: Ilustración de un ojo con GPAA

Imagen recuperada de: <https://www.tucanaldesalud.es/es/canalciencia/articulos/tipos-glaucoma-evitar-perdida-vista>

b) Glaucoma Primario de Ángulo Cerrado (GPAC)

El GPAC puede considerarse como una neuropatía óptica característica asociada con el daño estructural en el nervio óptico y disfunción visual que puede ser causada por diversos procesos patológicos.

Guía de Practicas Clínica. Diagnóstico y Tratamiento del Paciente Adulto con Glaucoma de Angulo Abierto. Evidencias y recomendaciones catálogo maestro de guías de práctica clínica: IMSS-164-09 [Internet]. Gob.mx. 2016 [citado el 20 de septiembre de 2024]. Disponible en: <https://imss.gob.mx/sites/all/statics/guiasclinicas/164GRR.pdf>



Glaucoma de ángulo cerrado

Imagen 3: Ilustración de un ojo con GPAC

Imagen recuperada de: <https://www.tucanaldesalud.es/es/canalciencia/articulos/tipos-glaucoma-evitar-perdida-vista>

GPAC de Cierre Angular Agudo

El trabéculo puede obstruirse completa e inesperadamente por el iris.

Presenta síntomas como dolor intenso, ojo rojo, fotofobia, disminución de la agudeza visual, halos, cefalea, náusea, vómito, hiperemia conjuntival, edema corneal.

GPAC de Cierre Angular Subagudo y Cierre Angular Crónico

El primero puede ser asintomático o presentar los síntomas del ángulo cerrado agudo, pero en menor grado; el segundo, es asintomático, pudiendo tener baja agudeza visual o constricción del campo visual en etapas avanzadas.

Glaucoma Primario Congénito (GPC)

Es una enfermedad ocular que se manifiesta en los primeros meses de vida por la alteración en el desarrollo de la malla trabecular y estructuras angulares, no asociadas a anomalías oculares, enfermedades sistémicas o síndromes, que va a condicionar elevación patológica de la presión intraocular con daño secundario al nervio óptico y alteraciones anatómicas en el globo ocular.

Dependiendo de la severidad de las alteraciones en el ángulo camerular, las manifestaciones clínicas serán evidentes de manera temprana o tardía

Los síntomas son lagrimeo, fotofobias, córneas opacas-azuladas, ojos grandes y blefarospasmos.

González MJ, Campos S. Conocimientos genéticos actuales en el glaucoma. Rev Esp de Inves oftalmol. 2011; 1(1):46-50.

2. Glaucomas secundarios

a) Glaucoma Neovascular

“El glaucoma neovascular, también llamado hemorrágico, es un glaucoma secundario provocado por la invasión de tejido fibrovascular en el ángulo camerular, con la consiguiente obstrucción del drenaje del humor acuoso y la elevación de la presión

intraocular, lo cual conduce a una pérdida visual importante, que termina generalmente en ceguera”.

Sorí ML, Romero RS. Estrategia de intervención sanitaria en pacientes con glaucoma neovascular. Humanid médicas [Internet]. 2012 [citado el 20 de septiembre de 2024];12(1):1–8. Disponible en:

<https://humanidadesmedicas.sld.cu/index.php/hm/article/view/107/94>

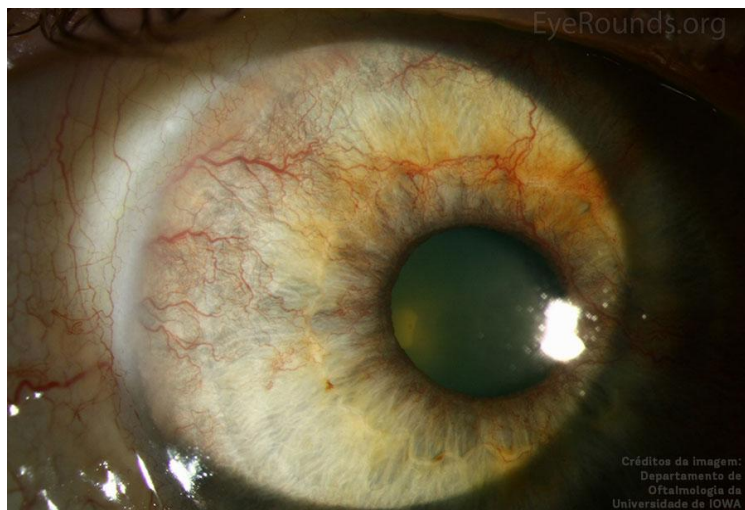


Imagen 4: Imagen tomada de un ojo con glaucoma neovascular en donde se observa la presencia de neovasos visibles desde el iris obstruyendo el ángulo camerular.

Imagen recuperada de: <https://advisionclinica.com.br/glaucoma-neovascular/>

b) Glaucoma Pigmentario

El glaucoma pigmentario es una de las formas más frecuentes de glaucoma secundario de ángulo abierto. Se define por la dispersión de pigmento

iridiano en cámara anterior, y el aumento de presión intraocular secundaria a la obstrucción al flujo del humor acuoso a nivel de la malla trabecular.

Méndez HC, García FJ, Cuina SR, García SJ. Estudio de glaucoma pigmentario mediante biomicroscopia ultrasónica. Arch Soc Esp Oftalmol. 2003;78(3):137-142

c) Glaucoma Traumático

Se define como glaucoma traumático al aumento crónico de la presión intraocular incompatible con el normal funcionamiento del nervio óptico secundario a una herida o a los procesos cicatrizales posteriores a ésta.

Fontana H, Estévez L, Moldes M, Ortega S. Trauma Contuso e Hipertensión Ocular. Arch. Oftal. B. Aires. 2010; 81(2): 47-50.

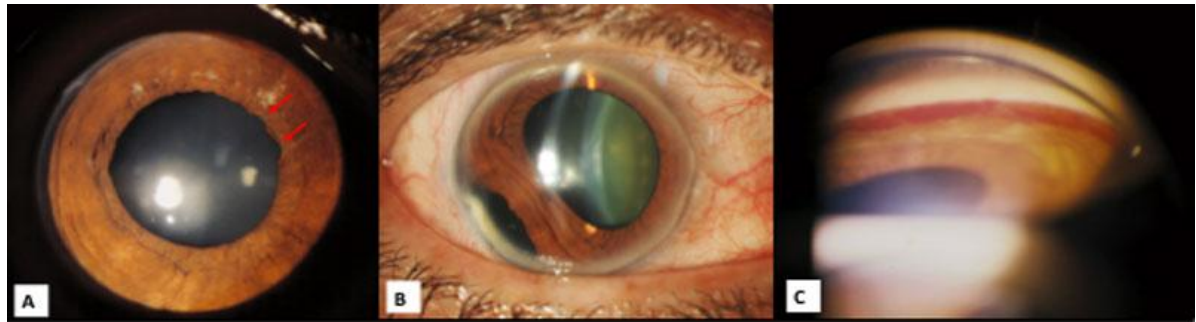


Imagen 5: Glaucoma traumático.

En esta imagen podemos apreciar lo siguiente: imagen A: trauma leve, se muestra irregularidad de borde de la pupila (flecha). Imagen B: trauma severo mostrando desinserción del iris. Imagen C: trauma que produce sangrado intraocular, sangre en el ángulo obstruyendo el sistema de drenaje del ojo.

Imagen recuperada de: <https://www.glaucomapatients.org/es/basica/glaucoma-secundario-puede-ocurrir-glaucoma-luego-de-una-lesion-traumatismo-ocular/>

d) Glaucoma Inducido por el Cristalino

El glaucoma inducido por el cristalino es una alteración generalizada de las membranas basales, la cual también repercute en la cápsula anterior del cristalino. A su vez, el glaucoma inducido por el cristalino se clasifica en tres entidades diferentes.

Glaucoma facolítico. Es un glaucoma inflamatorio producido por la fuga de proteínas de alto peso molecular del cristalino a través de la cápsula del mismo en casos de cataratas maduras o hipermaduras.



Imagen 6: Glaucoma facolítico. En esta imagen se puede observar la fuga de proteínas del cristalino que asemeja a una catarata.

Imagen recuperada de:
https://www.instagram.com/drmuzquizoftalmo/p/CMKqoWph902/?img_index=1

Glaucoma por partículas cristalinas. Se produce por obstrucción trabecular por restos corticales del cristalino tras la extracción de catarata, capsulotomía o traumatismo.

Glaucoma facoanafiláctico. Es la entidad más infrecuente. El paciente llega a sensibilizarse a las propias proteínas de su cristalino tras una cirugía o trauma penetrante. Se produce una reacción inflamatoria granulomatosa importante.

Castejón Cervero MÁ. Análisis morfológico con OCT del daño glaucomatoso en distintos tipos de glaucoma de ángulo abierto [Internet]. Ucm.es. 2011 [citado el 20 de septiembre de 2024]. Disponible en:
<https://produccioncientifica.ucm.es/documentos/5f6158cb29995241730c06b0?lang=en>

e) Glaucoma Secundario a Esteroides

El glaucoma inducido por esteroides simula un GPAA en su presentación y curso clínico. Es causado por uso prolongado de esteroides tópicos, perioculares, inhalados o sistémicos. El glaucoma puede desarrollarse en cualquier momento durante la administración del esteroide.

Azcona MI, Ríos M del C, Amador S. Glaucoma: Aspectos Relevantes para la Detección Oportuna [Internet]. 2015 Jan [cited 2024 Feb 22] p. 23–35. Recuperado de: <https://revista.unsis.edu.mx/index.php/saludyadmon/article/download/73/70>

CAPÍTULO 2: COLOR, DISCROMATOPSIA, PRUEBAS DE COLOR

Color

Sensación producida por los rayos luminosos que impresionan los órganos visuales y que depende de la longitud de onda.

ASALE R -, RAE. color | Diccionario de la lengua española [Internet]. “Diccionario de la lengua española” - Edición del Tricentenario. Recuperado de: <https://dle.rae.es/color>

Historia de la teoría del color

El filósofo Aristóteles (384-322 AC) definió que los colores se conforman con la mezcla de cuatro colores y además otorgó un papel fundamental a la incidencia de la luz y la sombra sobre los mismos. Estos colores que denominó como básicos eran los de la tierra, el fuego, el agua y el cielo.

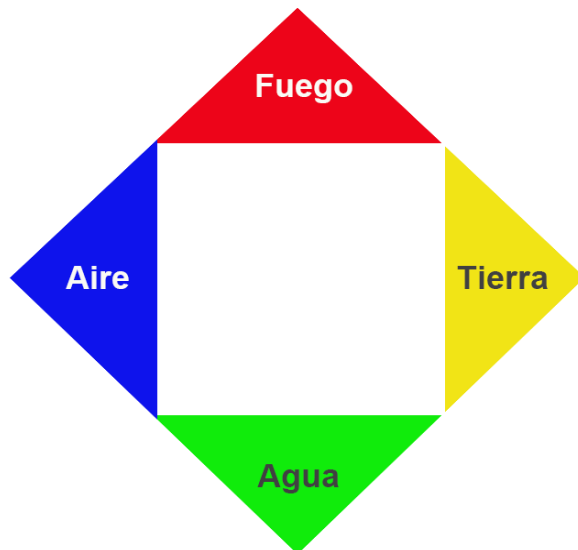


Imagen 7: Los 4 colores básicos de Aristóteles y su relación con los elementos.

Imagen recuperada de: <https://www.eduardozamarro.com/blog/?p=1755>

Leonardo Da Vinci (1452-1519) definió al color como propio de la materia, definió al blanco como el principal ya que permite recibir a todos los demás colores, después en su clasificación sigue el amarillo para la tierra, verde para el agua, azul para el cielo, rojo para el fuego y negro para la oscuridad, ya que es el color que priva de todos los otros. Con la mezcla de estos colores obtenía todos los demás, aunque también observó que el verde también surgía de una mezcla.



Imagen 8: Los 6 colores principales (blanco, amarillo, verde, azul, rojo y negro) propuestos por Leonardo Da Vinci.

Imagen recuperada de: <https://www.zazushop.com/historia-del-color/>

Isaac Newton (1519-1642) quien indicó que la “luz es color” y estableció un principio que hasta hoy es aceptado: En 1666 Newton descubrió que la luz del sol al pasar a través de un prisma, se dividía en varios colores conformando un espectro de colores básicos (azul violáceo, azul celeste, verde, amarillo, rojo anaranjado y rojo púrpura).



Imagen 9: Imagen del prisma de Newton en donde se puede apreciar la descomposición de la luz blanca en 7 colores (rojo, naranja, amarillo, verde, azul, azul violáceo o añil y violeta) al pasar a través de un prisma.

Imagen recuperada de: https://issuu.com/yazmingon/docs/revista_20completa_201.0/s/11280073

Johan Göethe (1749-1832) estudió y probó las modificaciones fisiológicas y psicológicas que el ser humano sufre ante la exposición a los diferentes colores. Desarrolló un triángulo con tres colores primarios: rojo, amarillo y azul. Tuvo en cuenta este triángulo como un diagrama de la mente humana y relacionó cada color con ciertas emociones.

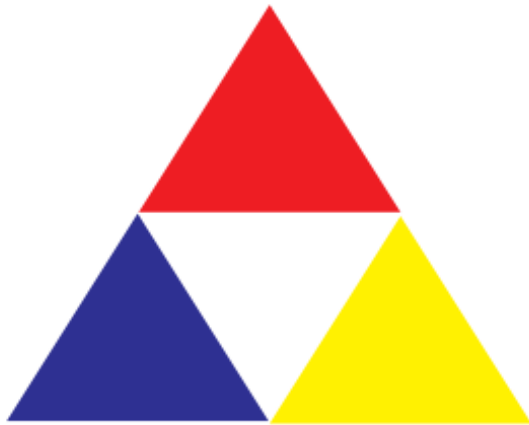


Imagen 10: Triangulo con los 3 colores primarios de Johan Göethe.

Imagen recuperada de:
<https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/1473/17.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

En 1905 el profesor Albert Münsell desarrolló un sistema mediante el cual se ubican de forma precisa los colores en un espacio tridimensional.

Münsell, brindó a la humanidad su denominado (catálogo de Münsell) quien definió al color con tres variables; matiz, brillo y saturación.

Matiz o tono: determinado por la longitud de onda dominante de la luz visible reflejada.

Brillo, luminosidad o valor: es una medida de la intensidad del color por unidad de superficie.

Saturación: pureza relativa del color espectral dominante.



Imagen 11: Imagen que representa las cualidades del color descritas por Albert Münsell.

Imagen recuperada de: <https://es.slideshare.net/plasticabyla/ud32-cualidades-del-color-y-gamas-cromticas>

Crone RA. A history of color: The evolution of theories of light and color. Springer Science & Business Media; 2012.

Percepción del color

Todo lo que se percibe a nuestro alrededor es por efecto de la luz, lo que permite distinguir un objeto de otro, un color de otro y también su entorno, la “luz”, denominada también “Radiación Electromagnética” es un tipo de energía que estimula al sistema nervioso óptico y es interpretado como color por nuestro cerebro. Esta radiación electromagnética es emitida por una fuente luminosa principalmente el sol como fuente de luz natural. Su iluminación determina el estándar de nuestra percepción del color, pero también existen otras fuentes luminosas, tanto naturales como artificiales.

El color tiene su origen en la luz natural, que al descomponerse ofrece los colores del “arcoíris” compuesto por los colores rojo, anaranjado, amarillo, verde, azul, añil y violeta, que es una respuesta a la estimulación que sufre el ojo y sus mecanismos nerviosos, por la energía luminosa de ciertas longitudes de onda.

Actualmente a la “Luz” también se le denomina “Radiación Electromagnética” y para entender este complejo fenómeno físico, la palabra “color” es meramente descriptiva, pues físicamente lo que distingue una sensación de color de otra es la longitud de onda de la radiación luminosa que impresiona al sentido de la vista, sin que éste sentido pueda analizar u observar las otras distintas radiaciones o longitudes de onda que recibe y aprecia tan sólo un rango muy mínimo de los rayos y ondas que produce la radiación electromagnética.

La luz visible es una mínima franja de rayos visibles comprendido entre los 380nm (violeta) y 780nm (rojo) en medio de los distintos rayos, corriente y ondas que el sentido de la vista ya no percibe.

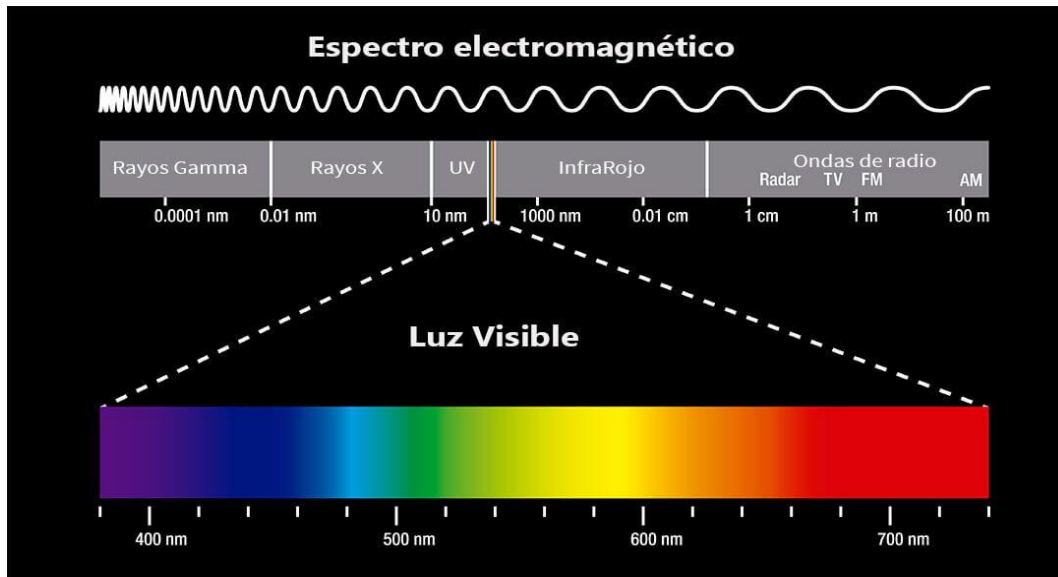


Imagen 12: Imagen representativa del espectro electromagnético y el espacio que abarca la luz visible.

Imagen recuperada de: <https://www.pinterest.com.mx/pin/733172014321799245/>

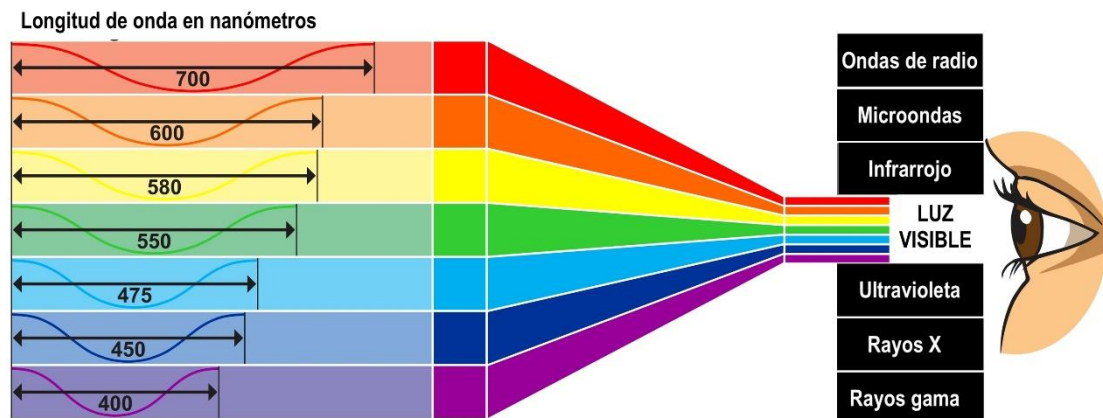


Imagen 13: Imagen representativa del espectro electromagnético de luz visible y los colores que el ojo puede percibir según su longitud de onda.

Imagen recuperada de: <https://cientec.or.cr/articulos/radiaciones-electromagneticas>

Cada longitud de onda define un color diferente (colores de emisión). La suma de todos los colores (longitudes de onda) da como resultado la luz blanca, siendo el negro u oscuridad la ausencia de colores.

Lennie P, D'Zmura M. Mechanisms of color vision. Crit Rev Neurobiol. 1988;3(4):333–400.

El color y el sentido de la vista

El objeto físico emite o refleja radiaciones luminosas de distinta frecuencia e intensidad, estas radiaciones luminosas penetran en el interior del globo ocular a través de la pupila, que se dilata o contrae en función de las condiciones luminosas por la acción del iris. Hasta llegar a la retina, que es la parte fotosensible del ojo, tiene que atravesar la córnea, el cristalino y la cámara interior acuosa.

La retina está compuesta por tres tipos de células (ganglionares, bipolares y fotorreceptoras).

La energía luminosa incide primero sobre las células ganglionares que no son sensibles a la luz; luego sobre las bipolares que tampoco lo son y, por último, las fotorreceptoras (conos y bastones) que son las únicas sensibles a la luz.

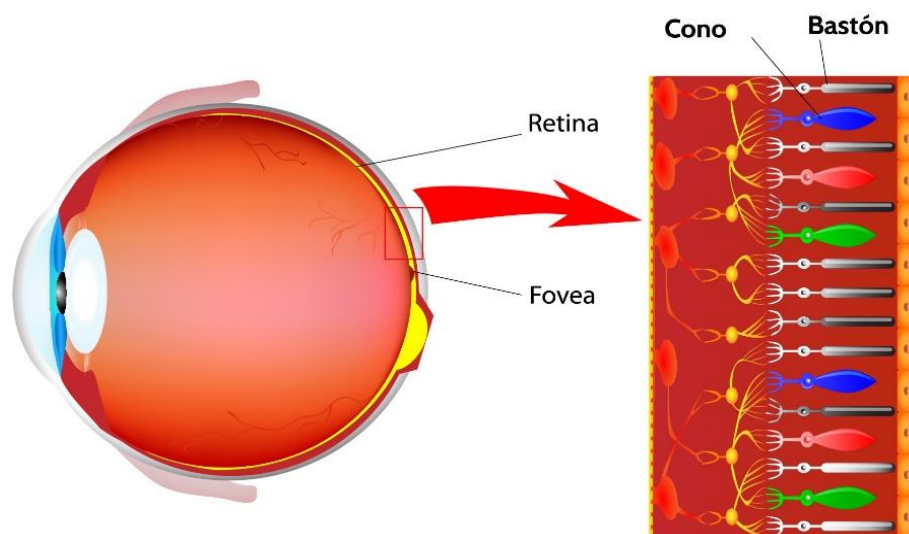


Imagen 14: Células fotorreceptoras de la retina (conos y bastones).

Imagen recuperada de: <https://indonesian-recipes.com/download/2023-version.html>

Existen, además, otros dos tipos de células: las células horizontales, que conectan entre sí a los conos y a los bastoncillos, las células amacrinas, que conectan que conectan las células bipolares con las ganglionares.

Por consiguiente, la luz o radiación electromagnética, es registrada por minúsculas células fotorreceptoras (conos y bastoncillos) ubicadas en la retina del ojo. La misión de ambas es captar la energía de las radiaciones que inciden en ellas transformarlas en impulsos eléctricos que son recepcionadas por los nervios ópticos para luego ser enviadas al cerebro, que la interpreta como una sensación de color convirtiéndose en un proceso neurofisiológico muy complejo.

Los conos se concentran en una región cerca del centro de la retina llamada fovea. La cantidad de conos es de 6 y 7 millones y algunos de ellos tienen una terminación nerviosa que va al cerebro.

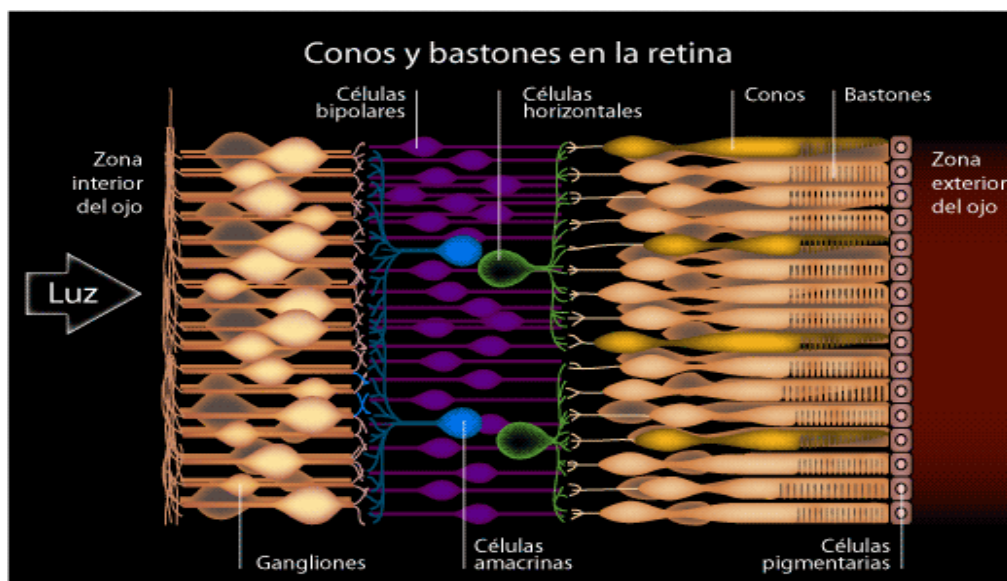


Imagen 15: Proceso celular para la percepción de los colores dentro de la retina.

Imagen recuperada de: <https://www.macula-retina.es/conos-y-bastones/>

Los conos actúan como receptores del color y operan en condiciones de moderada o alta iluminación ambiental y son los responsables de la visión al color. Hay tres tipos de conos, sensibles a los colores rojo, verde y azul, respectivamente. Dada su forma de conexión a las terminaciones nerviosas que se dirigen al cerebro, son los responsables de la definición espacial. También son poco sensibles a la intensidad de la luz y proporcionan visión fotópica (visión a altos niveles).



Imagen 16: Imagen representativa de la principal función de los conos: la visión al color y a los altos contrastes.

Imagen recuperada de: <https://www.milenio.com/estilo/jacarandas-en-cdmx-lugares-y-donde-verlas>

Los bastones se concentran en zonas alejadas de la fovea y son los responsables de la visión escotópica (visión a bajos niveles). Los bastones comparten las terminaciones nerviosas que se dirigen al cerebro, siendo por tanto su aportación a la definición espacial poco importante. La cantidad de bastones se sitúa alrededor de 100 a 120 millones y no son sensibles al color, es decir son receptores acromáticos que operan en condiciones de escasa iluminación ambiental. Los bastones son mucho más sensibles que los conos a la intensidad luminosa, por lo que aportan a la visión al color aspectos como el brillo y el tono, y son los responsables de la visión nocturna.

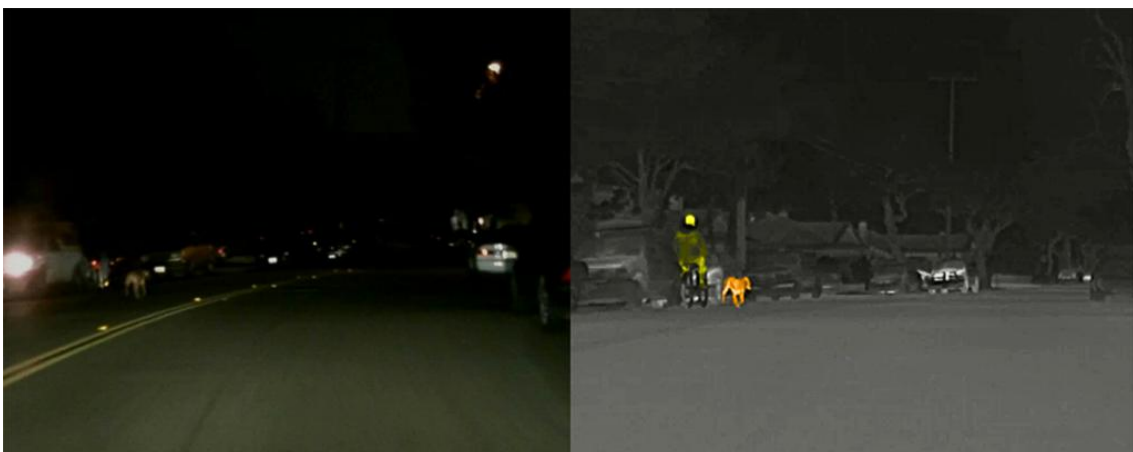


Imagen 17: Imagen que muestra la principal función de los bastones, la visión escotópica (visión a bajos niveles o contrastes).

Imagen recuperada de: <https://humanbodyanddiseases.weebly.com/night-blindness.html>

Gouras P. Color Vision [Internet]. Europepmc.org. 2011 [citado el 22 de septiembre de 2024]. Disponible en: <https://europepmc.org/article/NBK/nbk11537#free-full-text>

Colorimetría

Es la ciencia del color que permite establecer un sistema numérico capaz de describir, dentro de los límites de la percepción visual, aquellos aspectos psicofísicos que se atribuyen al color.



Imagen 18: Círculo cromático que emplea la colorimetría.

Imagen recuperada de: <https://centrosmissexextensions.com/colorimetria/>

Propiedades del color

En toda radiación luminosa cabe distinguir dos aspectos: su intensidad (cantidad de energía que llega a una determinada sección por unidad de tiempo), y su cromaticidad. Este segundo aspecto viene determinado por dos sensaciones que con nuestro ojo

podemos apreciar como son: tono o matiz y pureza o saturación el color. Así, por ejemplo, cuando se dice que una radiación es roja se refiere a su matiz (o longitud de onda dominante), pero dentro del mismo tono o clase de color se distingue entre un rojo subido o un rojo pálido por su distinta pureza o saturación.

Se pueden además emplear tres dimensiones físicas del color para relacionar experiencias de percepción con propiedades materiales: saturación, brillantez y tono.

PROPIEDADES DEL COLOR



El color en sí mismo, nos permite diferenciar un color de otro (azul, verde, rojo...)



Cantidad de blanco o negro presente en un color



Pureza del color, cantidad de gris que tiene un color

Imagen 19: Imagen acerca de las propiedades del color y sus características.

Imagen recuperada de: <https://acumbamail.com/blog/propiedades-del-color/>

Gareca Hurtado FR. Percepción del color. Teoría del color [Internet]. DOCUMENTO DIGITALIZADO POR LA BIBLIOTECA DE LA CARRERA DE ARTES PLÁSTICAS - UMSA. 2011 [cited 2024 Apr 8]. Recuperado de: <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/1473/17.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

Discromatopsia

La discromatopsia o daltonismo son términos con los que se suele conocer a los trastornos oculares para percibir los colores. La percepción visual puede estar alterada por una disfunción de origen genético o adquirido, dando lugar a las diferentes anomalías para percibir los colores.

Tipos de discromatopsia

Tricromático anómalo: El afectado posee los tres tipos de conos, pero con modificaciones funcionales, por lo que confunde un color con otro. Es el grupo más abundante y común de daltónicos, tienen tres tipos de conos, pero perciben los tonos de los colores alterados.

Suelen tener percepciones similares a los daltónicos dicromáticos, pero menos notables.

Biedma González M. Discriminación visual del color [Internet]. 2019 Nov [cited 2024 Feb 22]. Recuperado de: <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/103338/BIEDMA%20GONZALEZ%20MACARENA.pdf?sequence=1>

Existen 3 tipos:

Protanomalía

Falta de receptores que permiten identificar las longitudes de onda larga, las del color rojo. El rojo parece beige oscuro y el verde se asemeja mucho al rojo.

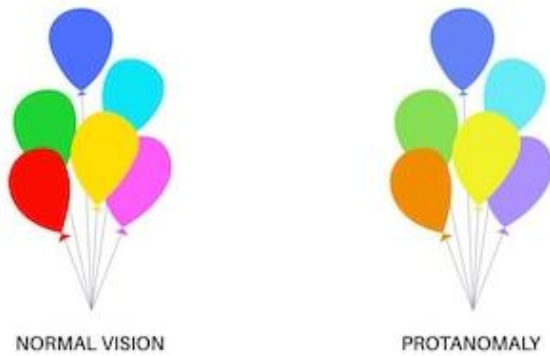


Imagen 20: Imagen representativa de cómo percibe los colores una persona con protanomalía.

Imagen recuperada de: https://www.freepik.es/vector-premium/protanomalia-protanopia_150067877.htm

Deuteranomalía

Consiste en una falta de receptores que permiten identificar las longitudes de onda media correspondientes al color verde. Los efectos son parecidos a los de la protanopía, pero los rojos no se ven tan oscuros.

La deuteranomalía y la protanomalía implican una disminución de la sensibilidad al rojo y al verde y pueden afectar a la capacidad para distinguir los tonos de rojo, verde, amarillo, naranja y marrón.

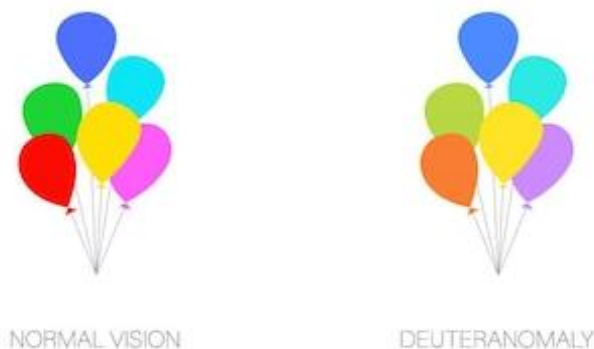


Imagen 21: Imagen representativa de cómo percibe los colores una persona deuteranomalía.

Imagen recuperada de: https://www.freepik.es/vector-premium/deuteranomalia-deuteranopia_150068073.htm#fromView=search&page=1&position=7&uuid=5ad95ab7-ca27-4e7a-aaa2-774324431092

Tritanomalía

Mutación o falta de los receptores que permiten identificar las longitudes de onda cortas, las que conciernen al color azul. La tritanomalía es la forma más rara de discromatopsia.

Las personas afectadas de tritanomalías sufren de una deficiencia azul-amarilla y tienen dificultad para distinguir entre tonos de azul, amarillo, morado.

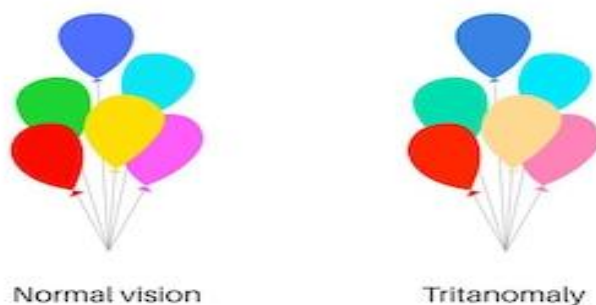


Imagen 22: Imagen representativa de cómo percibe los colores una persona tritanomalia.

Imagen recuperada de: https://www.freepik.es/vector-premium/tritanopia-tritanomalia_150067844.htm#fromView=search&page=1&position=4&uuid=b0027f67-e879-49df-9fb8-2bee92a1096b

¿Qué es la discromatopsia? Tipos y Tratamiento [Internet]. Clínica Oftalmológica González Costea - Murcia. 2019. Recuperado de: <https://www.clinicagonzalezcostea.es/que-es-la-discromatopsia-tipos-y-tratamiento/>

Dicromático: Es un defecto moderadamente grave en el cual hay una disfunción de uno de los tres mecanismos básicos del color.

Existen 3 tipos:

Protanopía

Ausencia total de los fotorreceptores retinianos del rojo.

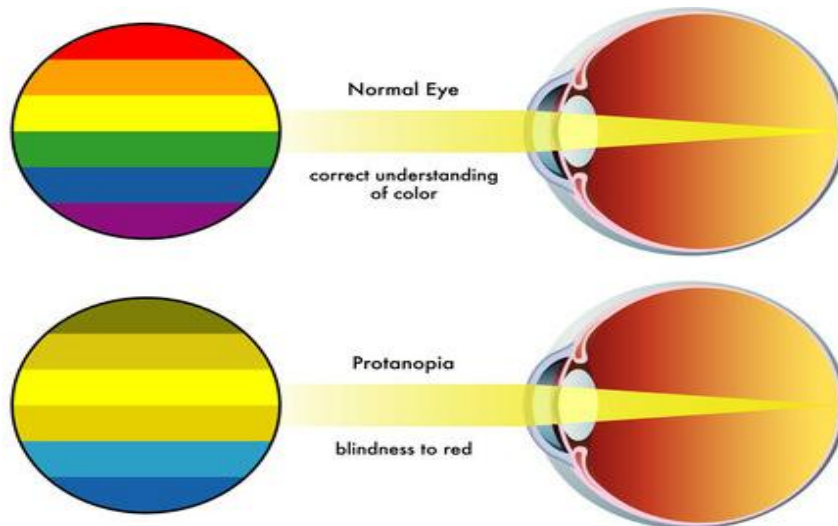


Imagen 23: Imagen representativa de cómo aprecia los colores una persona con protanopia.

Imagen recuperada de: <https://stock.adobe.com/es/search?k=protanopia>

Deuteranopia

Ausencia de los fotorreceptores retinianos del color verde.

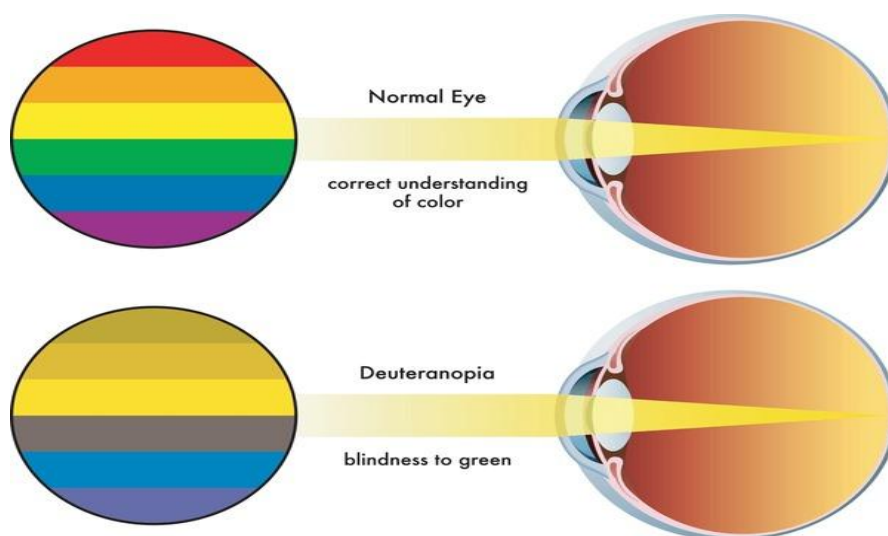


Imagen 24: Imagen representativa de cómo aprecia los colores una persona con deuteranopia.

Imagen recuperada de: <https://www.shutterstock.com/es/search/deuteranopia>

Tritanopia

Ausencia de los fotorreceptores de la retina para el color azul.

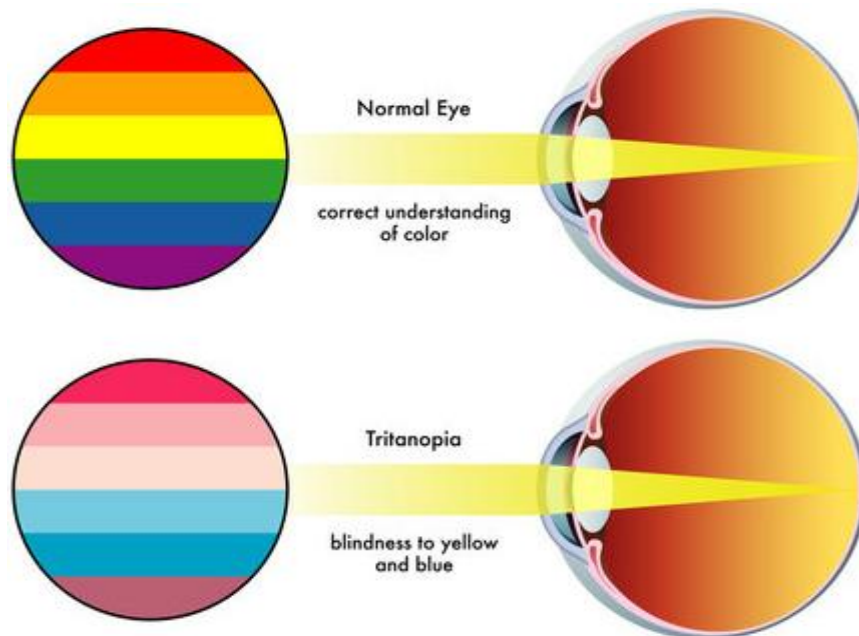


Imagen 25: Imagen representativa de cómo aprecia los colores una persona con Tritanopia.

Imagen recuperada de: <https://stock.adobe.com/es/search?k=tritanopia>

Biedma González M. Discriminación visual del color [Internet]. 2019 Nov [cited 2024 Feb 22]. Recuperado de: <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/103338/BIEDMA%20GONZALEZ%20MACARENA.pdf?sequence=1>

Pruebas de color

Láminas pseudoisocromáticas

El término isocromáticos hace referencia a colores idénticos o similares. El término pseudoisocromáticos se refiere a colores que son percibidos similares por individuos con discromatopsia. Estos test pseudoisocromáticos siguen el principio de Stilling, en el que el estímulo es dividido en un mosaico de círculos o puntos que inducen ruido espacial con diferentes luminancias entre ellos.

En cada una de las diferentes discromatopsias existen unas líneas de confusión específicas que parten de un mismo punto (diferente para cada déficit de color), las cuales dividen este diagrama de cromaticidad. Los diferentes puntos ubicados sobre una misma línea de confusión se perciben como similares por la persona con déficit de los colores protan (rojo), deutan (verde) o tritán (azul). De esta manera se diseñan láminas en las cuales se tiene un fondo específico, y sobre este se muestran optotipos (símbolos, figuras, letras o números) de colores pseudoisocromáticos de tal forma que estos optotipos sólo puedan distinguirse diferenciando los colores y no sea posible reconocerlos por su tamaño o brillo de los elementos del fondo.

Test de Ishihara

El test de Ishihara fue desarrollado en 1917 y se aplica para identificar a personas con alteraciones congénitas en la percepción del color rojo-verde. Consiste en 38 láminas, de las cuales la primera es de control y es vista por personas con cualquier tipo de discromatopsia. Los optotipos presentados consisten en números, aunque se dispone de una versión pediátrica con figuras. Es una prueba muy sencilla y rápida de aplicar en la consulta, aunque presenta algo de subjetividad, especialmente en las últimas láminas, que constan de dos números y, dependiendo de cuál de estos se vea, nos ayudará a clasificar si el defecto se orienta más al tipo deutan o protan (el test de Ishihara no evalúa defectos de tipo tritán o azul-amarillo)

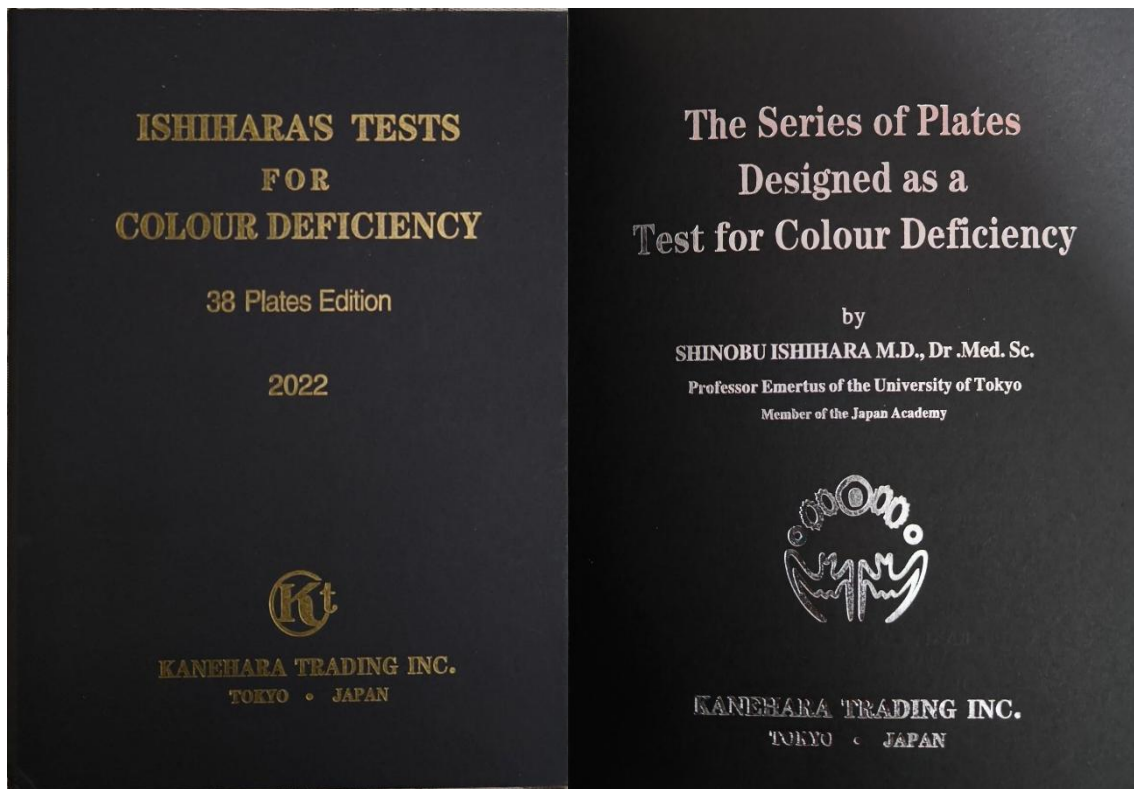


Imagen 26: Test Ishihara. Grijalva 2024. Imágenes propias tomadas en domicilio, Gustavo.A.Madero, CDMX.

Test de Hardy-Rand-Ritter (HRR)

Este test se realiza de manera monocular a 1m de distancia y consiste en 24 láminas, de las cuales las primeras 4 son de prueba (deben verse a menos que el paciente este simulando o presente una deficiencia total al color.

Las láminas 5 a 10 son de tamizaje inicial. Si el paciente logra responder a estas láminas de manera adecuada, se considera que tiene una visión cromática normal y el test termina. Si el paciente presenta algún error en las láminas 5 o 6, tiene una alteración en la percepción azul-amarillo y se procede a aplicar las láminas 21 a 24. Por otra parte, si el paciente falla alguna de las láminas 7 a 10, presenta una alteración en la percepción del espectro rojo-verde y se procede a evaluar las láminas 11 a 20. Si el paciente falla las láminas de tamizaje en ambos grupos, se procede a aplicar la totalidad del test (láminas 11 a 24). Una vez terminado de aplicar el test, se obtiene la clasificación del tipo de defecto del paciente (rojo-verde o azul-amarillo) y el grado de severidad del mismo (leve, moderado o severo).

El test de HRR es superior al test de Ishihara para detectar y diagnosticar las deficiencias de percepción cromáticas adquiridas en pacientes con neuropatías ópticas. Así mismo, ha demostrado ser superior al test de Ishihara y al test de Fransworth D-15 desaturado en la evaluación de pacientes con distrofias de conos.

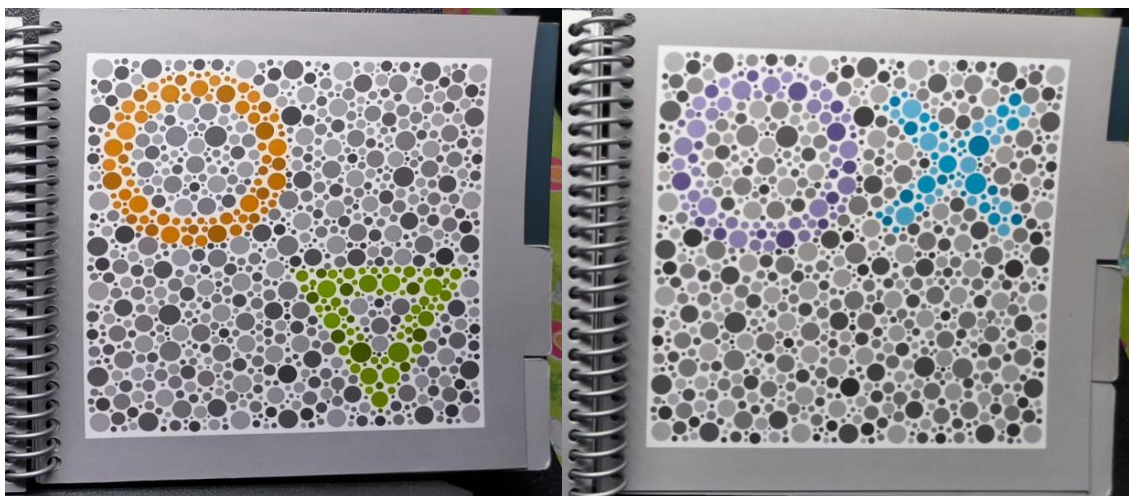
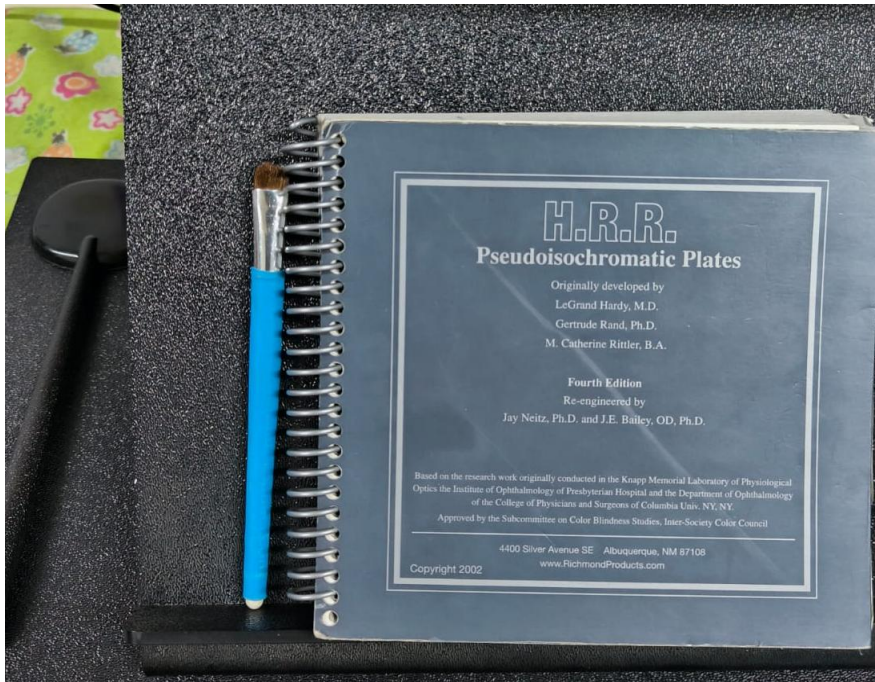


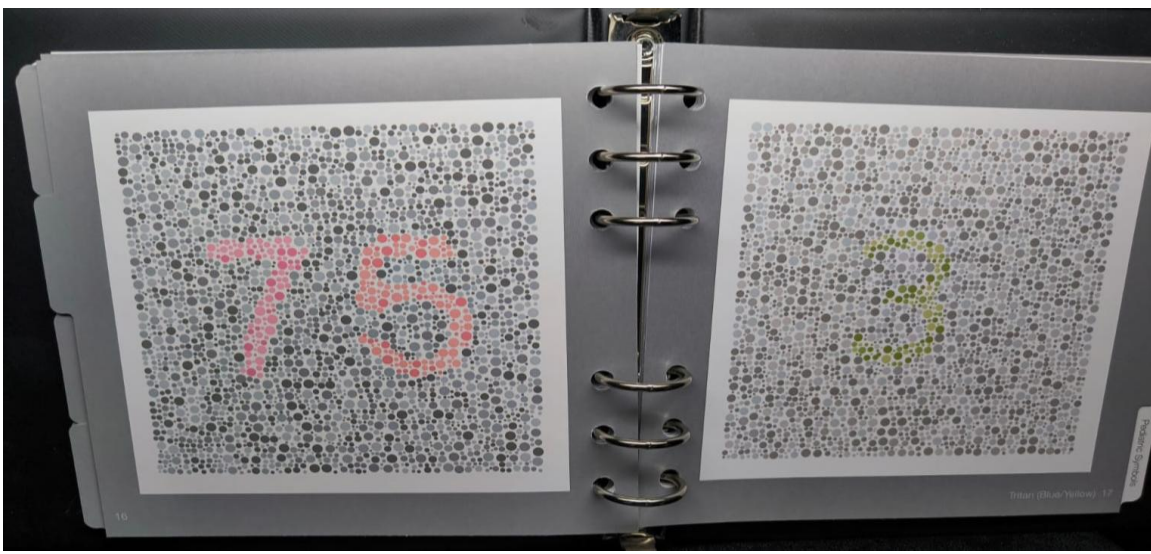
Imagen 27: Test HRR. Grijalva 2024. Imágenes propias tomadas del gabinete de visión al color #6 de la Clínica de Optometría de la FES Iztacala, UNAM, Tlalnepantla de Baz, EDOMEX.

Test de Good-lite Color Vision

Este test consta de un libro con un total de 26 láminas pseudoisocromáticas, que se dividen de la siguiente forma: lámina 1 es de demostración al paciente, las láminas 2-16 sirven para la detección de discromatopsias congénitas (protan y deutan), las láminas 17 y 18 sirven para la detección de discromatopsias adquiridas (tritan), finalmente las láminas restantes son LEA SYMBOLS para su aplicación en pacientes pediátricos, destacando que la lámina 19 es de demostración y el resto es para obtener el diagnóstico de la visión al color de los pacientes pediátricos.

Prueba de Good-lite Color Vision 2016, recuperado de: <https://store.good-lite.com/es-mexico/collections/color-vision-tests>





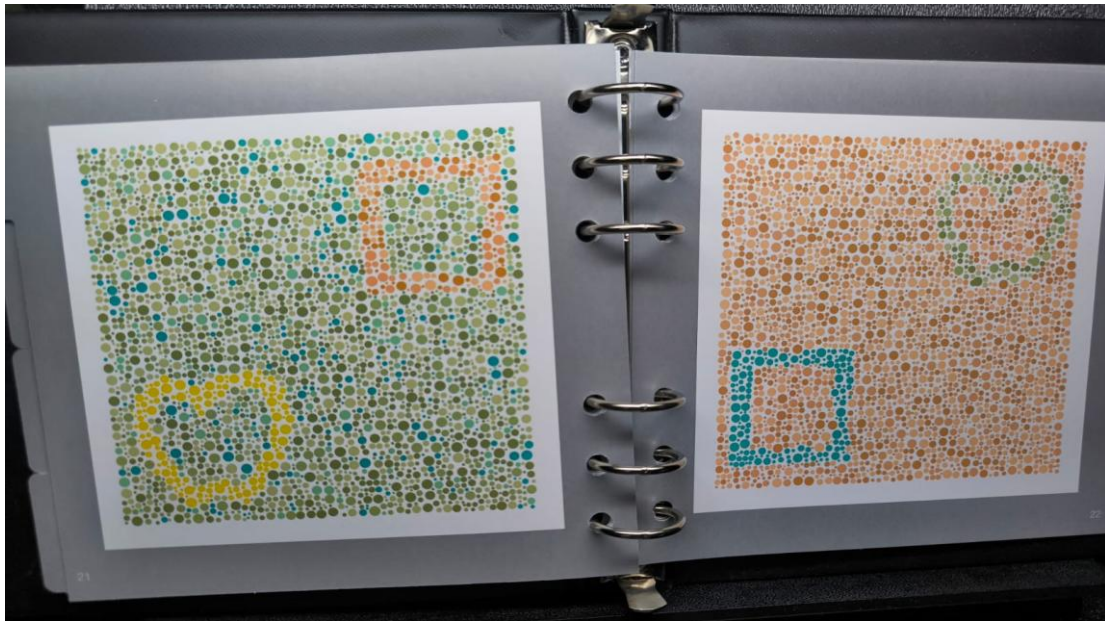


Imagen 28: Test Good-lite Color Vision. Grijalva 2024. Imágenes propias tomadas del gabinete de visión al color #6 de la Clínica de Optometría de la FES Iztacala, UNAM, Tlalnepantla de Baz, EDOMEX.

Matsubara

Es una prueba pseudoisocromática al igual que las anteriores por lo que su principio es el mismo (consisten en placas con una figura de prueba central, como un número, imagen, símbolo o patrón, que un sujeto analfabeto puede rastrear. Las formas y el fondo de la prueba se componen de puntos de tamaño variable colocados aleatoriamente. La figura de prueba está delimitada por colores del fondo y puede ser detectada fácilmente por una persona con visión normal de los colores). En el caso de Matsubara utiliza figuras que los pacientes en edad pediátrica suelen reconocer como: una flor, un cangrejo, un perro, una mariposa, un pez, un elefante, etc. Fue desarrollada por Kojima-Matsubara.

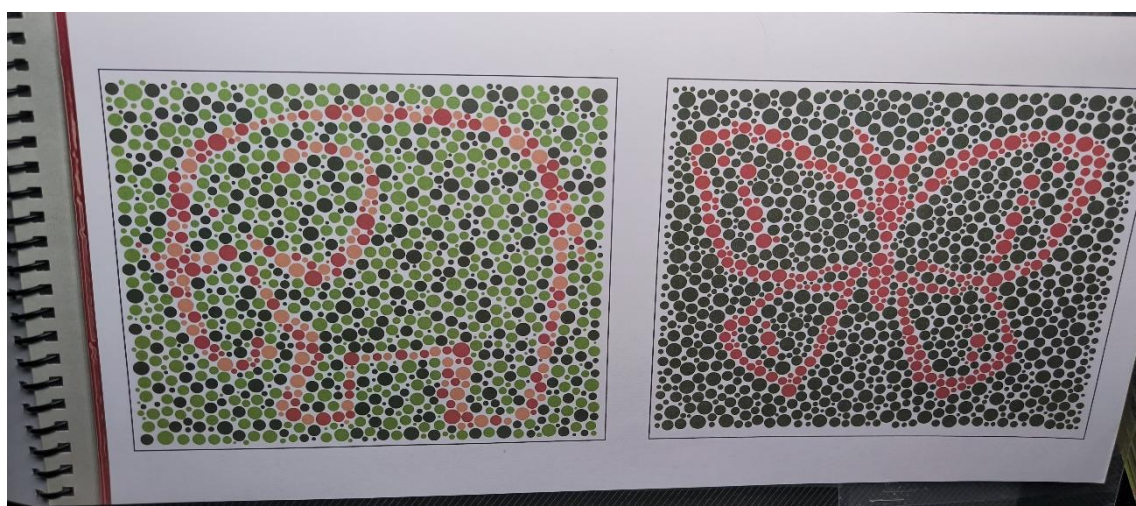
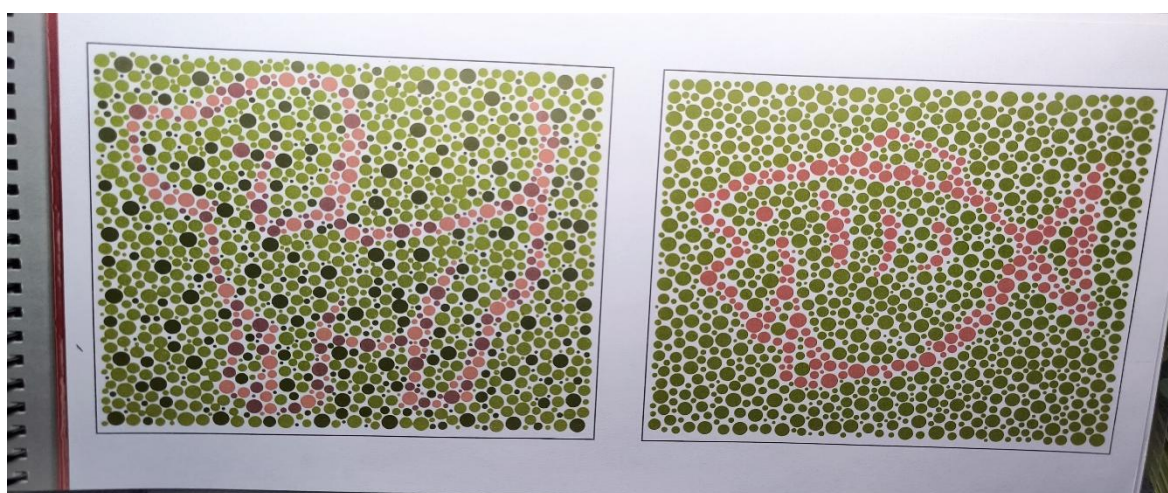
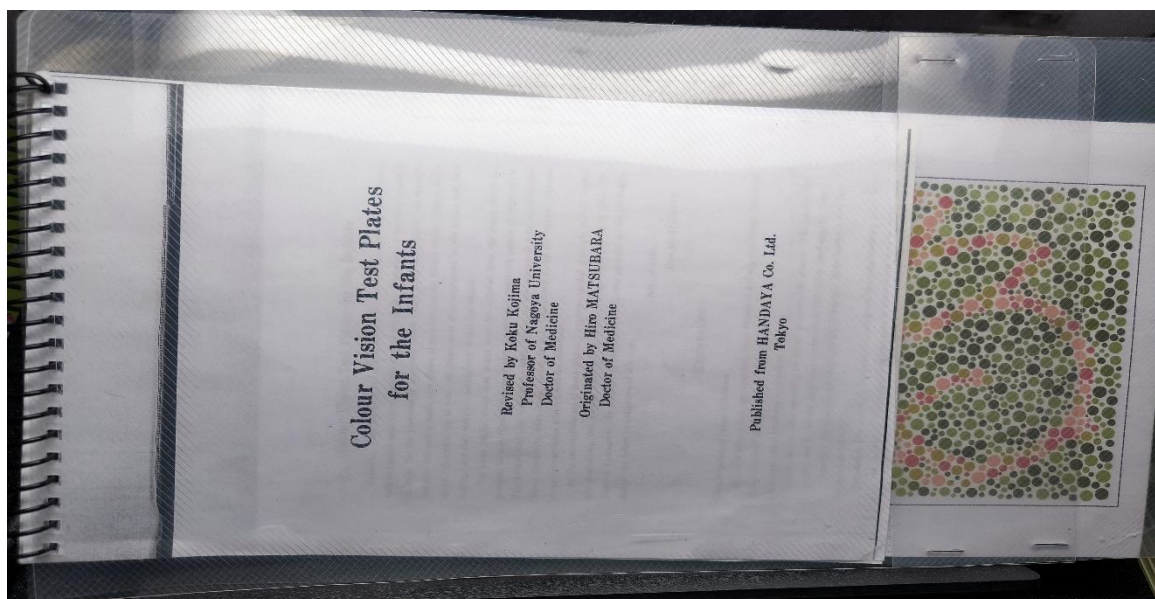


Imagen 29: Test Matsubara. Grijalva 2024. Imágenes propias tomadas del gabinete de visión al color #6 de la Clínica de Optometría de la FES Iztacala, UNAM, Tlalnepantla de Baz, EDOMEX.

French A. The Evolution of Colour Vision Testing [Internet]. Rose K, Thompson K, Cornell E, editors. Australian orthoptic journal. 2008 [cited 2024 Apr 5]. Available from: <https://search.informit.org/doi/pdf/10.3316/informit.605378957201949>

Pruebas de ordenamiento o clasificación de colores

Estas pruebas consisten en ordenar una serie de elementos de diferentes colores en una secuencia específica. Los tonos utilizados en los diferentes elementos forman un círculo alrededor del punto blanco central en el diagrama de cromaticidad, Este círculo puede estar más cercano (tonos pasteles) o más distante (tonos más saturados) de dicho punto blanco central según el tipo de examen realizado.

Test de Fransworth D-15

El test de Fransworth D-15 saturado (o estándar) es útil para determinar y clasificar a pacientes con discromatopsias adquiridas y todo tipo de discromatopsias profundas (la versión desaturada es útil para alteraciones adquiridas y compromisos más leves. Se realiza de manera monocular y con la mejor corrección óptica posible. El test consiste en alinear 15 tapas de diferentes colores en un orden específico. Existe una tapa de referencia (marcada en el extremo inferior con el número 0) que el examinador ubica inicialmente en una regla, y a continuación se le pide a la persona examinada que localice la tapa con el color que más se parezca a esta tapa de referencia.

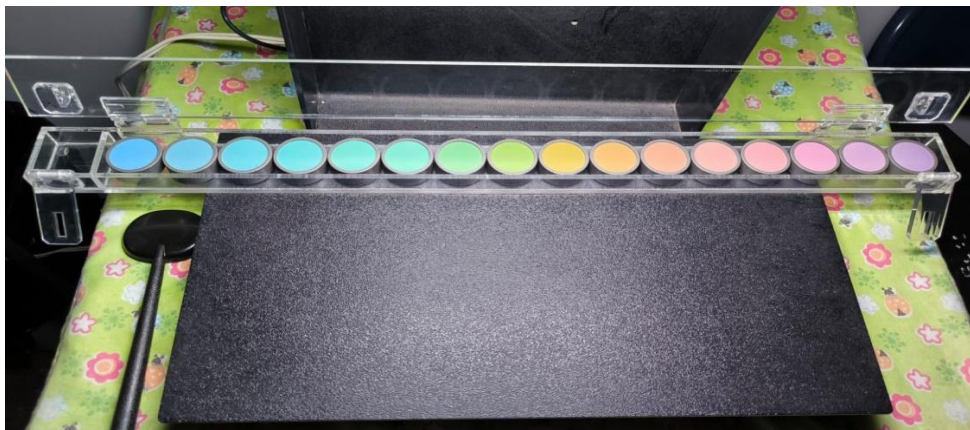
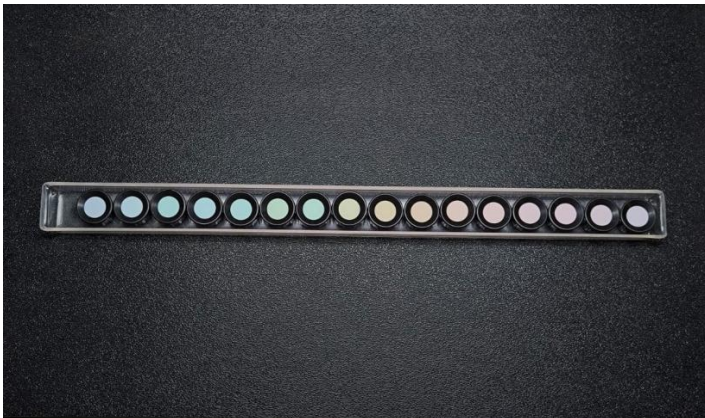




Imagen 30: Test Fransworth D-15 saturado. Grijalva 2024. Imágenes propias tomadas del gabinete de visión al color #6 de la Clínica de Optometría de la FES Iztacala, UNAM, Tlalnepantla de Baz, EDOMEX.

Test de Fransworth D-15 desaturado

El test de Fransworth D-15 desaturado permite una evaluación fácil y rápida de las pérdidas de visión cromática leve a moderada, tanto congénitas como adquiridas al tener mayor sensibilidad.



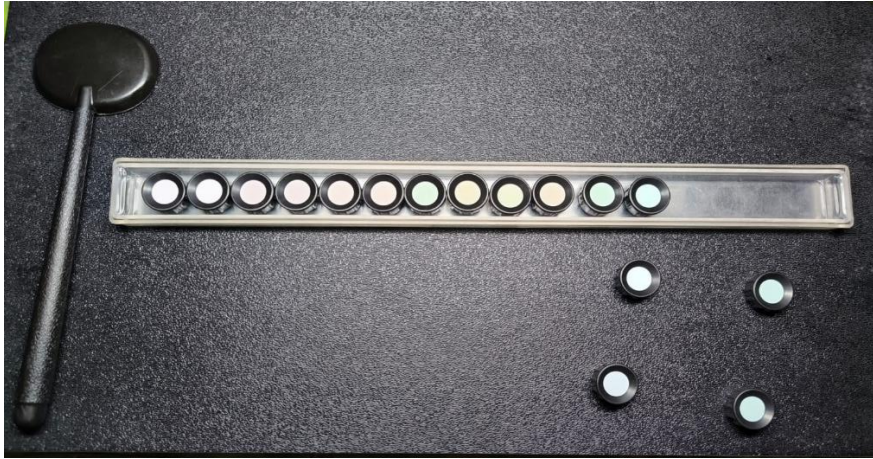


Imagen 31: Test Fransworth D-15 desaturado. Grijalva 2024. Imágenes propias tomadas del gabinete de visión al color #6 de la Clínica de Optometría de la FES Iztacala, UNAM, Tlalnepantla de Baz, EDOMEX.

Test de Fransworth Munsell 100

El test de Fransworth Munsell (F-M 100) es una forma extendida del D-15, y es bastante útil para el seguimiento de discromatopsias adquiridas y para evaluar las capacidades cromáticas en las diferentes actividades. Sin embargo, la puntuación del FM 100 es mucho más compleja de realizar y puede llevar a errores de interpretación, aunque existen sistemas de interpretación por software, lo cual facilita la evaluación de los resultados.



Imagen 32: Test de Fransworth Munsell 100.

Imagen recuperada de: <https://www.ideedaprodurre.com/wp-content/uploads/2022/06/Farnsworth-Munsell-100-Hue-Test.jpg>



Imagen 33: Software empleado en la prueba de Fransworth Munsell 100.

Imagen recuperada de: <https://www.developmentpc.gr/en/farnsworth-munsell-100-hue-test-en>

Osorio, Leonardo Álvarez. "Evaluación de la visión cromática." Neuropatías Ópticas de la AA La Z (2024): 47. Recuperado de: [https://books.google.com.mx/books?id=nh7yEAAAQBAJ&pg=PA47&lpg=PA47&dq=Osorio,+Leonardo+%C3%81lvarez.+%22Evaluaci%C3%B3n+de+la+visi%C3%B3n+crom%C3%A1tica.%22+Neuropat%C3%ADas+%C3%93pticas+de+la+AA+La+Z+\(2024\):+47&source=bl&ots=MUSe2tg57Q&sig=ACfU3U3rLkDyZWQvFCPuPYUAJwm385tIDg&hl=jgfoEAXXLGtAFHUhSC9sQ6AF6BAgIEAM#v=onepage&q=Osorio%2C%20Leonard%20o%20%C3%81lvarez.%20%22Evaluaci%C3%B3n%20de%20la%20visi%C3%B3n%20crom%C3%A1tica.%22%20Neuropat%C3%ADas%20%C3%93pticas%20de%20la%20AA%20La%20Z%20\(2024\)%3A%2047&f=false](https://books.google.com.mx/books?id=nh7yEAAAQBAJ&pg=PA47&lpg=PA47&dq=Osorio,+Leonardo+%C3%81lvarez.+%22Evaluaci%C3%B3n+de+la+visi%C3%B3n+crom%C3%A1tica.%22+Neuropat%C3%ADas+%C3%93pticas+de+la+AA+La+Z+(2024):+47&source=bl&ots=MUSe2tg57Q&sig=ACfU3U3rLkDyZWQvFCPuPYUAJwm385tIDg&hl=jgfoEAXXLGtAFHUhSC9sQ6AF6BAgIEAM#v=onepage&q=Osorio%2C%20Leonard%20o%20%C3%81lvarez.%20%22Evaluaci%C3%B3n%20de%20la%20visi%C3%B3n%20crom%C3%A1tica.%22%20Neuropat%C3%ADas%20%C3%93pticas%20de%20la%20AA%20La%20Z%20(2024)%3A%2047&f=false)

CAPÍTULO 3: SENSIBILIDAD AL CONTRASTE

Contraste

El contraste es una dimensión espacial que se refiere a la transición entre claro—oscuro de un borde o límite en una imagen que delinea la existencia de un patrón u objeto, se refiere a la medida del contraste que una persona requiere para ver una tarjeta.

López Y. Importancia de la valoración de sensibilidad al contraste en la práctica optométrica. Ciencia y Tecnología para la Salud Visual y Ocular [Internet]. 2009 Sep 7;7:99–114. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/download/articulo/5599235.pdf>

Sensibilidad al contraste

Se define como la capacidad de discriminar diferencias de iluminación entre áreas adyacentes, cuyo umbral se estima como la menor cantidad de contraste que se hace para lograr esta distinción; en otras palabras, la sensibilidad al contraste representa el menor contraste que el sistema visual puede detectar (Leat et ál., 1999) y ha sido demostrado su valor como elemento diagnóstico en el estudio de los mecanismos visuales (Woodhouse, 1983).

Leat, S. , Shute, R. y Westall, C. (1999). Children's assesment. Boston: Butterworth–Heinemann.

Woodhouse, J. (1983). Practical applications of contrast sensitivity function. Ophthalmic & Physiological Optics, 3(3), 311-314.

La medida de la agudeza visual cuantifica la visión en alto contraste; sin embargo, los objetos que nos encontramos en la vida real no son solo de alto contraste, sino que presentan diferentes niveles de contraste y tamaño, lo cual puede ser determinado con el estudio de la sensibilidad al contraste, ya sea a través de cartillas de bajo contraste o de las pruebas que evalúan las frecuencias espaciales.

La SC evalúa subjetivamente la función visual a través de la percepción de frecuencias espaciales (tamaño) y contraste. Todo estímulo visual puede descomponerse en patrones sinusoidales que corresponden a frecuencias espaciales medidas en ciclos por grado. A mayor resolución espacial, por ejemplo 30 ciclos/grado, hay mejor visión medida por la tabla de Snellen.

La SC nos permite observar detalles en niveles de bajo contraste. Es un examen útil en la práctica clínica que se puede realizar en niños empleando el test adecuado según la edad. Unido a otros exámenes ayuda a concluir el diagnóstico y se manifiesta en beneficio de la salud visual del paciente.

Un sistema óptico normal tiene mayor SC para las frecuencias espaciales medias (cuatro o cinco ciclos/grado) y disminuye de forma progresiva hacia las frecuencias más altas, ya que fenómenos como la difracción y las aberraciones ópticas alteran la percepción de los detalles finos de la imagen.

Pruebas para evaluar la sensibilidad al contraste

Existen varios tipos de tests para evaluar la SC, que de forma general se clasifican en dos grupos principales:

Los que evalúan la función de sensibilidad al contraste por medio de diferentes frecuencias espaciales, niveles de contraste con patrones de rejillas como las pruebas tipo VISTECH (el VCTS, el FACT y el CSV1000E).

Los que solo evalúan la sensibilidad de contraste por medio de una frecuencia espacial con figuras y/o letras en diferentes niveles de contraste; dentro de ellas el test Pelli-Robson y el test MARS.

Santos LRH, Pérez PDC, Sánchez T de JM, Enríquez RMZ, Domínguez KL. Sensibilidad al contraste en edad pediátrica. Revista Cubana de Oftalmología [Internet]. 2021 [cited 2024 Apr 3];34(3):1–22. Available from: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=110235>

<https://www.medigraphic.com/pdfs/revcuboft/rco-2021/rco213l.pdf>

Test tipo VISTECH

Hay 2 tipos de pruebas tipo VISTECH: el VCTS 6000 para cerca a 40 cm y el VCTS 6500 para lejos, que se realiza a 3 metros. La prueba consta de cinco filas de patrones sinuosos orientados en diferentes posiciones. Estos patrones se presentan, además, en diferentes contrastes en las diferentes frecuencias espaciales. El paciente debe reportar qué orientación presentan las redes.

Utiliza frecuencias desde 1,5 a 18 ciclos por grado (c/g). El contraste disminuye alrededor de 0,23 unidades log en cada nivel. El valor de la última respuesta correcta representa el umbral de contraste.

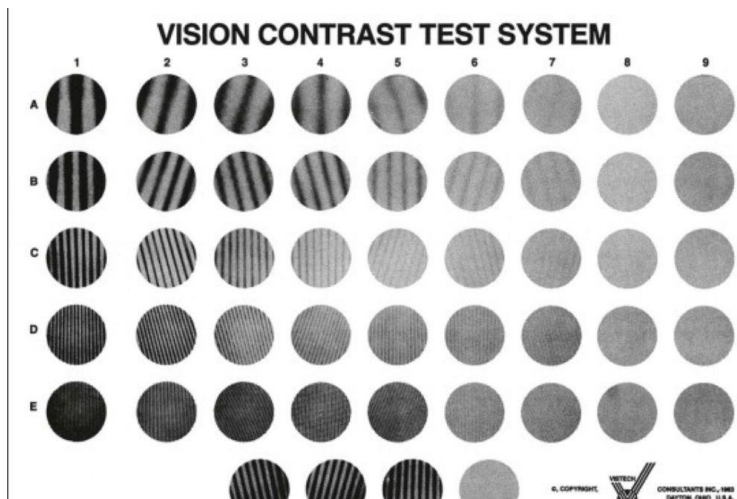


Imagen 34: Test tipo VISTECH.

Imagen recuperada de: <https://theyenews.com/ph/ano-ang-contrast-sensitivity-testing/>

Larsson E, Rydberg A, Holmstrom G. Contrast sensitivity in 10 year old preterm and full term children: a population based study. Br J Ophthalmol. 2006 [acceso: 23/09/2024];90(1):[aprox 3 p]:87-90. Disponible en <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1856919/>

Test Visión Vector CSV-1000E

El Test Visión Vector CSV-1000E, fabricado por la casa Vector Vision, utiliza una pantalla posterior de luz difusa para controlar la cantidad de iluminación en cada una de las filas mediante un sensor (autoestandarización). La iluminación independiente se puede manejar por control remoto. Utiliza 4 frecuencias espaciales (3, 6, 12 y 18 c/g) (A, B, C y D). El nivel de contraste tiene un rango de 0,5 al 67% y disminuye alrededor de 0,16 unidades log en cada nivel. El valor de la última respuesta correcta representa el umbral de contraste.

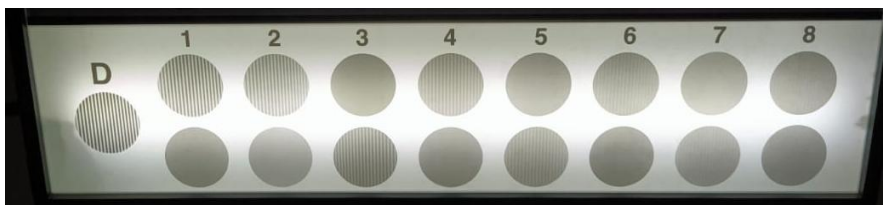
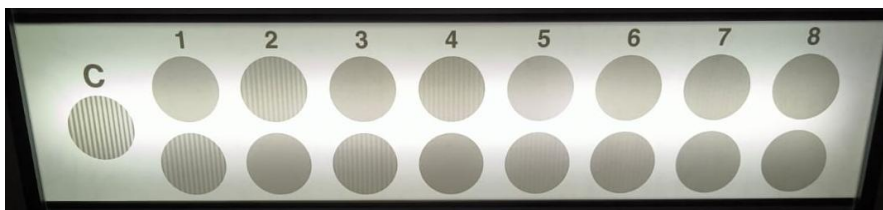
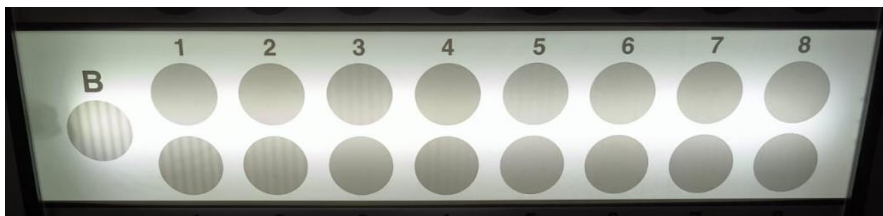
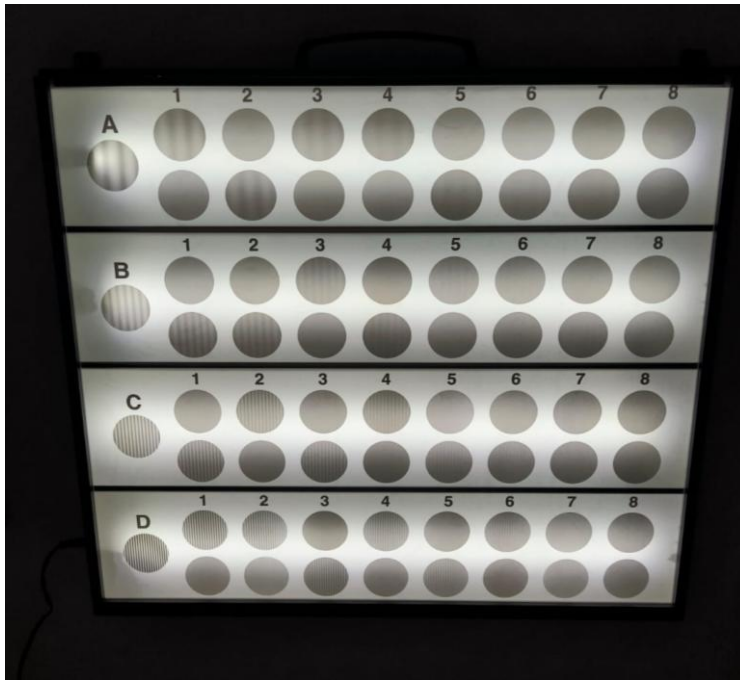


Imagen 35: Test CSV-1000. Grijalva 2024. Imágenes propias tomadas del gabinete de visión al color #6 de la Clínica de Optometría de la FES Iztacala, UNAM, Tlalnepantla de Baz, EDOMEX.

León Álvarez A, Agudelo Guevara AM y Estrada Álvarez JM. Intervalos de referencia de agudeza visual y sensibilidad al contraste en una población escolar de Pereira, Colombia. Cienc Tecnol Salud Vis Ocul. 2017 [acceso: 23/09/2024];15(2):39-46. Disponible en: <https://ciencia.lasalle.edu.co/svo/vol15/iss2/2/>

Test FACT (Functional Acuity Contrast Test)

El Test FACT (Functional Acuity Contrast Test), desarrollado por el Dr. Arthur Ginsburg, consta de 5 filas de patrones sinuosos y 5 frecuencias espaciales. El contraste disminuye alrededor de 0,15 unidades log en cada nivel. El paciente determina la rejilla que vio por última vez en cada una de las filas (A, B, C, D y E). La última rejilla vista correctamente por cada frecuencia espacial se representa en una curva de sensibilidad al contraste.

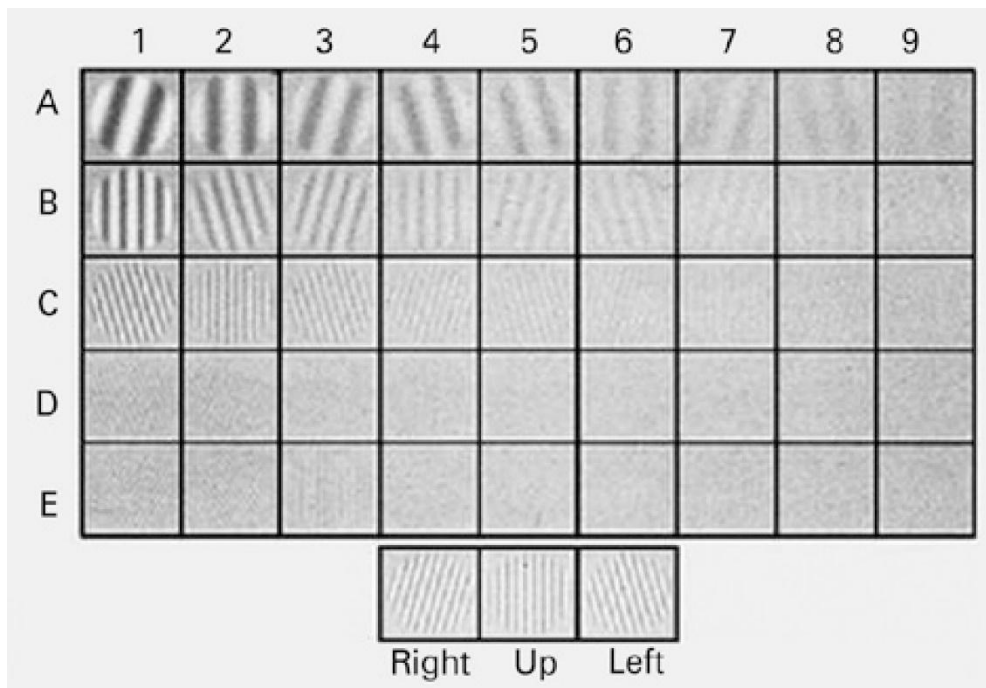


Imagen 36: Test FACT (Functional Acuity Contrast Test)

Imagen recuperada de: <https://www.aboonline.org.br/details/2227/en-US/repeatability-of-contrast-sensitivity-testing-in-patients-with-age-related-macular-degeneration--glaucoma--and-cataract>

López MY, Figueroa LF. Valores de normalidad de sensibilidad al contraste en niños entre cuatro y siete años de la localidad de Chapinero, Bogotá. Rev Cien Tecnol Salud Vis Ocul. 2012 [acceso: 23/09/2024];10(1):87-89. Disponible en: <https://ciencia.lasalle.edu.co/svo/vol10/iss1/8/>

Test sensibilidad al contraste Pelli-Robson

El test de sensibilidad al contraste Pelli-Robson (Pelli-Robson Contrast Sensitivity-PRCS test) fue desarrollado por el Dr. Pelli, de Siracusa University, Nueva York, y el Dr. J. Robson, de la Universidad de Cambridge, Inglaterra.

La cartilla original es de 59-84 centímetros. Consta de 16 tripletas de letras tipo SLOAN, dispuestas en 8 filas de 2 tripletas cada una. La distancia para realizar el test en el original fue especificada a 3 metros, con las letras subtendiendo a 0,5 grados, mientras otras versiones comerciales incluían una distancia de 1 metro para realizar el test.

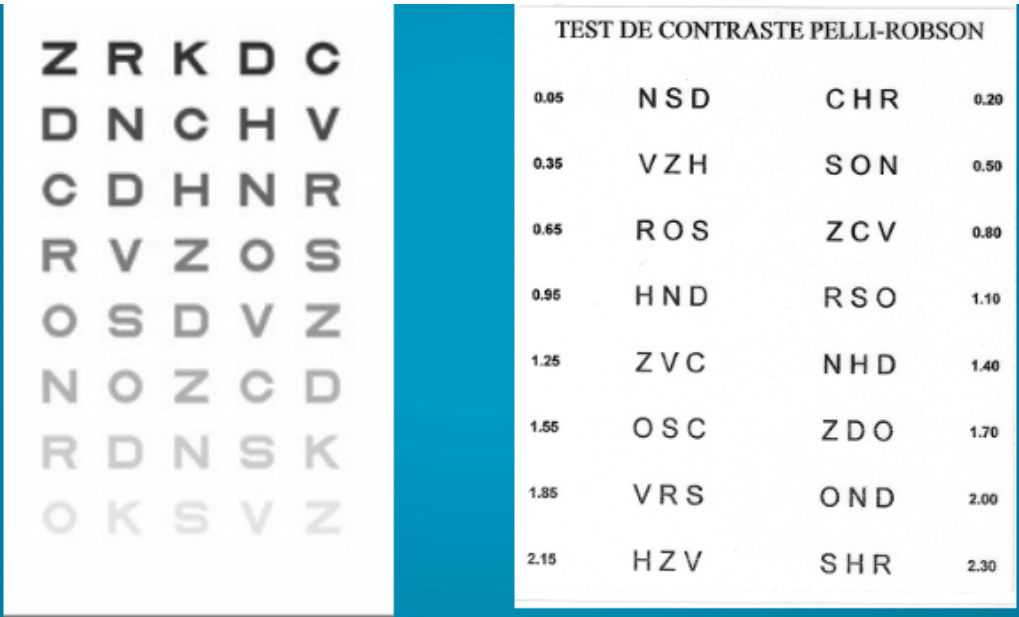


Imagen 37: Test de Pelli-Robson para evaluar la sensibilidad al contraste.

Imagen recuperada de: <https://www.monografias.com/trabajos106/sensibilidad-contraste/sensibilidad-contraste2>

Pelli D, Robson JG, Wilkins AJ. The design of a new letter contrast chart for measuring contrast sensitivity. Clin Vis Sci. 1988;2(3):187-99. DOI: <http://www.doi.org/10.1097/00041327-200112000-00014>

Test de sensibilidad MARS

El test de sensibilidad MARS (Mars Letter Contrast Sensitivity. Mars Perceptrix Corporation - Chappaqua, NY), similar al Pelli Robson, consta de 48 letras en 8 filas de 6 letras tipo SLOAN. El contraste en cada letra disminuye 0,04 unidades log. El rango de contraste testado está entre 91 y 1,2 % (1,2 unidades log). Es más pequeño; mide 23 cm x 35,6 cm y se usa para cerca a 50 cm. La iluminación recomendada es de 85 cd/m².

El sistema de la prueba es un juego de tres cartillas impresas, que se presentan en tres formas: para visión independiente del ojo izquierdo, la del ojo derecho y para prueba binocular. Las tres formas, cuyo número se identifica en la base de cada cartilla, son idénticas, excepto por la secuencia de las letras.

La prueba concluye cuando el paciente identifica dos letras consecutivas incorrectamente. Tiene varias ventajas que lo hacen muy útil en la práctica clínica, como son el pequeño tamaño, la durabilidad y la variación del contraste entre las letras, que es menor que el Pelli Robson.

Según Arditi, investigador en percepción humana y creador del MARS test, los intervalos de referencia de la sensibilidad al contraste esperados en un adulto joven/medio oscilan entre 1,72 a 1,92 logSC.



Imagen 38: Test de Sensibilidad al contraste MARS.

Imagen recuperada de: <https://marsperceptrix.com/mars-letter-cs-test>

Marsperceptrix. The Mars letter contrast sensitivity test user manual. Marsperceptrix; 2010 [acceso: 23/09/2024]. Disponible en: <https://marsperceptrix.com/downloads>

Pruebas pediátricas

Test Hiding Heidi (HH)

También conocido como Heidi escondida (desarrollado por Lea Hyvärinen) de bajo contraste (#253500).

La capacidad de detectar objetos de bajo contraste es fundamental en el desempeño óptimo del sistema visual. La comunicación visual es determinante durante el primer año de vida. Aun cuando hablamos de niños pequeños puede ser el método de elección para pacientes con problemas psicomotrices. El Test HH no puede medir un verdadero umbral de contraste en niños con visión normal por el efecto de piso; esto significa que la mayoría de ellos responden correctamente al más bajo contraste.

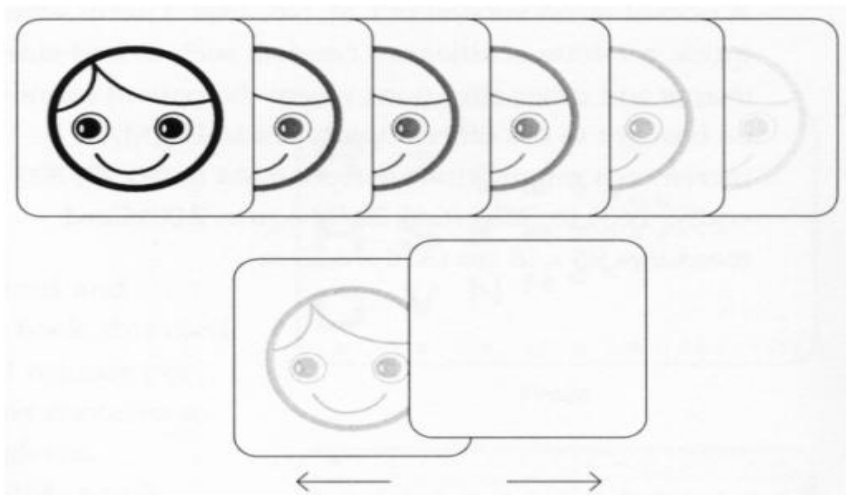


Imagen 39: Imagen del test de Hiding Heidi.

Imagen recuperada de: <https://www.visus.de/es/cribados/pruebas-de-vision-del-contraste/968/contrast-cards-hiding-heidi>

Chen AH, Mohamed D. Clinical Research. New paediatric contrast test: Hiding Heidi low-contrast “face” test. Clinical and Experimental Ophthalmology. 2003 Oct;31(5):430–4.

Test de LEA

Fue desarrollado por Lea Hyvärinen. Este test se desarrolló en el año 1976 para niños en edad preescolar y se denominó así por su inventor Lea Hyvärinen, de Finlandia, quien utilizó un grupo de figuras pictóricas que son símbolos de manzana, casa, cuadrado y círculo, con varias versiones para evaluar la visión próxima, la visión lejana y la sensibilidad al contraste, empleado para determinar la SC en visión próxima. Se realiza monocularmente, a una distancia aproximada de unos 40 cm. Para la realización del test se le indica al niño que vaya diciendo los símbolos que ve en las placas y se anota la última placa en la que el niño es capaz de distinguir los símbolos de LEA.

Hay 6 láminas de distinto contraste: 0,6; 1; 1,3; 1,6; 1,9 y 2,2 unidades logarítmicas de SC y en cada una de ellas aparecen 5 símbolos de LEA que el niño irá verbalizando.

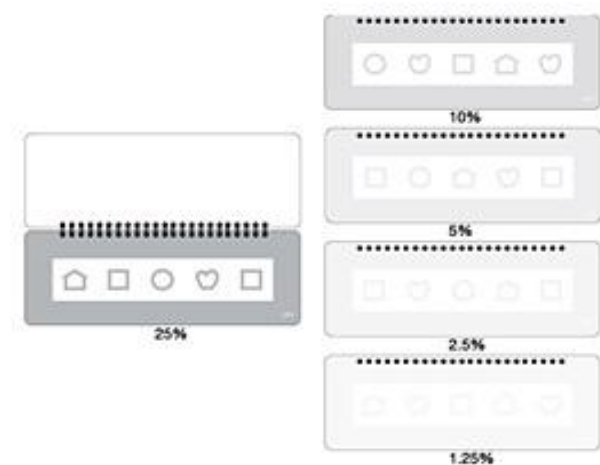


Imagen 40: Test LEA para sensibilidad al contraste.

Imagen recuperada de: <http://www.lea-test.fi/index.html?start=en/vistests/instruct/contrast/lowsymbolo/lowsymbolo.html>

None Lovenia Valencia, and None Riski Prihatningtias. "Comparative Validity of LEA Contrast Sensitivity Chart to Pelli-Robson Contrast Sensitivity Chart in Neuroophthalmology Patients." *Ophthalmologica Indonesiana*, vol. 49, no. S2, 12 Feb. 2024, <https://doi.org/10.35749/m0amyh19>. Accessed 20 June 2024.

Test de Cambridge de bajo contraste (Cambridge Low Contrast Gratings)

Está formado por doce pares de placas, cada par consta de una placa lisa y la otra con líneas, que a medida que van avanzando el contraste de estas va disminuyendo. Se parte del par de placas demostrativas y se le explica al niño que en los 10 siguientes

pares de placas deberá indicar dónde ve las líneas, si en la placa superior o en la inferior. Se anota el último número de placa en la que el niño acierta la localización de las líneas y con él se determina el contraste de esta.

Evalúa una frecuencia especial de 4 c/g.(21,22) La escala de contraste medida es de 0; 0,6; 1; 1,3; 1,6 y 1,9 unidades logarítmicas de SC. Al analizar los resultados del test de Cambridge, se observa que en general la SC aumenta a medida que los niños van cumpliendo años, ya que cada vez es menor el contraste de las fichas que precisan para discriminar las líneas que en ellas se incluyen



Imagen 41: Test de Cambridge de bajo contraste.

Imagen recuperada de: <https://core.ac.uk/download/pdf/289976181.pdf>

Ostadimoghaddam H, Fotouhi A, Hashemi H, Yekta AA, Heravian J, Abdolahinia T, et al. Range of Cambridge Low Contrast Test; a Population Based Study. J Ophthalmic Vis Res. 2014 [acceso: 23/09/2024];9(1):65-70. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24982735/>

CAPÍTULO 4: FILTROS

Filtros

Un filtro se define como todo dispositivo que elimina o selecciona ciertas frecuencias de un espectro eléctrico, acústico, óptico o mecánico.

Quirós López M. EFICACIA DE FILTROS DE ABSORCIÓN SELECTIVA DE ONDA CORTA EN INTERIORES [Internet]. 2016 Aug [cited 2024 Feb 22]. Available from: <https://core.ac.uk/download/pdf/211102991.pdf>

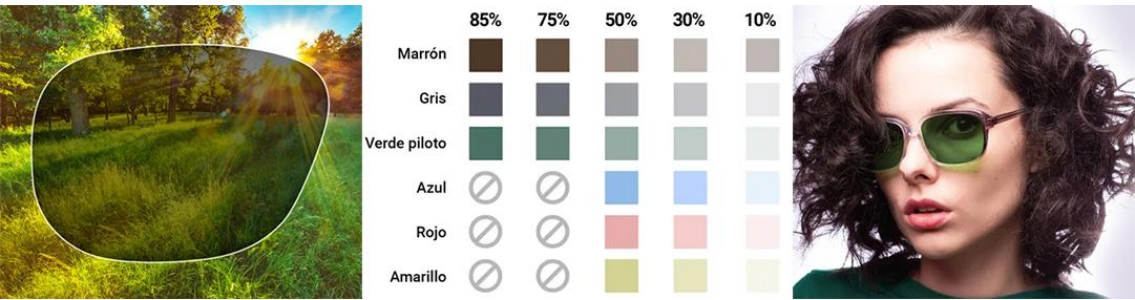
Un filtro óptico es un medio que sólo permite el paso a través de él luz con ciertas propiedades, suprimiendo o atenuando la luz restante. Por lo tanto, se puede afirmar que un filtro óptico transmite selectivamente intensidad luminosa y determinadas longitudes de onda. Una de las finalidades de los filtros ópticos es la de protección, buscando anular o atenuar los efectos nocivos de determinadas longitudes de onda y/o atenuarla intensidad lumínica que llega al ojo.

Tablan Ruano N. APORTACIÓN A LA RECUPERACIÓN DEL DESLUMBRAMIENTO DE LOS FILTROS PARA LA CONDUCCIÓN DRIVE&GO [Internet]. Sánchez E, Torrents A, editors. UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA. 2021 Feb [cited 2024 Apr 7]. Recuperado de: https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/343462/Noelia.Talaban.Ruano-%20MemoriaTFG_repaired%20%285%29.pdf?sequence=1

Tipos de filtros

Tintados sin polarizar

Comúnmente conocidos como “gafa de sol”. Su función principal es la protección frente a las radiaciones nocivas y la reducción de la luminosidad ambiental. Esto se obtiene filtrando la luz que entra en el ojo a través de un tintado con una amplia gama de colores, tonos, espejados y densidades. Generalmente presentan un corte de protección menor o igual a 390nm.



Lentes tintadas sin polarizar y su porcentaje de protección frente a las radiaciones nocivas como la UV, de acuerdo al color y a la saturación del mismo.

Imagen 42: Imagen recuperada de: https://megavision.pe/blog/lentes_coloreados_o_tintados.html

Moral J. Consejo General de Colegios de Ópticos-Optometristas. 2010 [citado el 18 de septiembre de 2024];8–9. Disponible en: <https://www.cgcoo.es/ediciones/julioagosto-2012-2>

Polarizados

Este viene de la palabra griega Polos y se define como “orientación”. Se utiliza la palabra polarización cuando una luz o radiación electromagnética se encuentra inhibida en una cierta dirección de propagación.

Para poder eliminar esta parte de rayos reflejados se comercializan las lentes polarizadas, estas lentes se encargan de dejar pasar únicamente los rayos de luz que llegan ondulando verticalmente, y restringe el paso de los rayos reflejados horizontales, un ejemplo de este tipo de rayos sería los reflejados en la carretera.

Esta restricción de rayos se produce gracias a que la superficie de la lente contiene un polaroide, este se encarga de hacer vibrar las partículas en una sola dirección de forma que la luz que vibra en la dirección perpendicular es restringida por la lente y no llega al ojo.

Valdivielso Rodrigo I. Medida de la absorción de la radiación UV en lentes oftálmicas y otros materiales. uvadocuvas [Internet]. 2019; Recuperado de: <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/38390>



Imagen 43: Esquema de cómo funcionan los filtros polarizados.

Imagen recuperada de: <https://welabplus.com/2021/04/21/los-filtros-polarizados/>



Imagen 44: Imagen de cómo se observa a través de un filtro polarizado

Imagen recuperada de: <https://www.calculisto.com/topics/ondas-electromagneticas-y-luz/419>

Fotocromáticos

Estos filtros se oscurecen progresivamente adaptándose a la radiación UV que les llega del exterior y cambian de tono dependiendo de la cantidad de radiación UV recibida.

De este modo el observador estaría cubierto en diferentes condiciones lumínicas por diferente intensidad de tono.

Esto ocurre gracias a los átomos superficiales de plata que contienen las lentes, que al ser abordados por los rayos UV del sol son estimulados y predispuestos de modo que alteran la tonalidad del material. Los colores más habituales son la gama de gris o de marrón, aunque en la actualidad se están desarrollando lentes fotocromáticas en otros tonos, como el verde, el rosa y el lila entre otros.



Imagen 45: Ilustración de cómo actúan los filtros fotocromáticos.

Imagen recuperada de: <https://veabien.com.mx/blog/tips/por-que-mis-lentes-fotocromaticos-no-se-oscorecen-en-el-carro/>

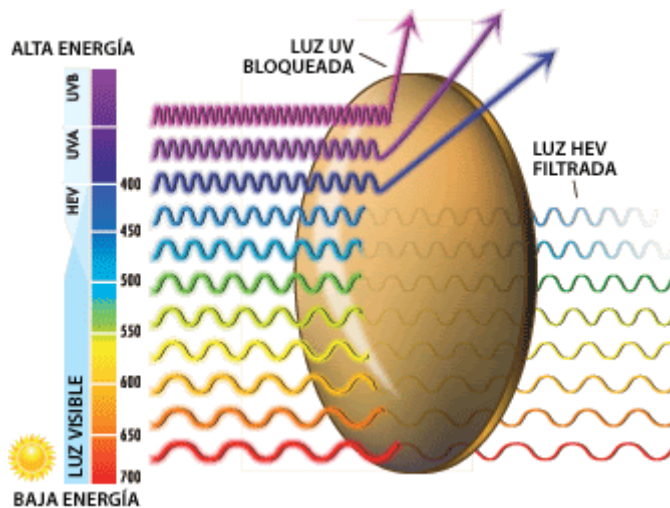


Imagen 46: Imagen de cómo funcionan los filtros fotocromáticos. Imagen recuperada de: <http://grupo-nissi.com/nissi/index.php/filtros>

Tablan Ruano N. APORTACIÓN A LA RECUPERACIÓN DEL DESLUMBRAMIENTO DE LOS FILTROS PARA LA CONDUCCIÓN DRIVE&GO [Internet]. Sánchez E, Torrents A, editors. UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA. 2021 Feb [cited 2024 Apr 7]. Recuperado de: https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/343462/Noelia.Talaban.Ruano-%20MemoriaTFG_repaired%20%285%29.pdf?sequence=1

Filtros de absorción selectiva

Los filtros absorbentes actúan de forma selectiva sobre determinadas longitudes de onda. Debido a esto, cambian las propiedades espectrales de la luz que los atraviesa y es posible que se produzca un cambio en el color aparente de la imagen. Se caracterizan por un número de tres dígitos que se corresponde con la longitud de onda (en nanómetros) hasta la cual el filtro absorbe la mayor parte de la luz, que puede complementarse por la curva de transmisión o absorción espectral.

Eva SR. EFECTIVIDAD DE LA UTILIZACIÓN DE FILTROS DE ABSORCIÓN SELECTIVA EN PACIENTES CON BAJA VISIÓN [Internet]. Uva.es. 2013 [citado el 18 de septiembre de 2024]. Disponible en: <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/6473/TFM-M84.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

En baja visión los filtros de absorción selectiva son una de las ayudas más utilizadas, ya que evitan que lleguen al ojo la luz de longitud de onda corta (luz azul), además del ultravioleta, que son radiaciones de alta energía, y por lo tanto más susceptibles de causar daños foto tóxicos.



Imagen 47: Filtros de absorción selectiva. Grijalva 2024. Imagen propia tomada del gabinete de visión al color #6 de la Clínica de Optometría de la FES Iztacala, UNAM, Tlalnepantla de Baz, EDOMEX.

Quirós López M. EFICACIA DE FILTROS DE ABSORCIÓN SELECTIVA DE ONDA CORTA EN INTERIORES [Internet]. 2016 Aug [cited 2024 Feb 22]. Available from: <https://core.ac.uk/download/pdf/211102991.pdf>

Existen varios tipos de filtros de absorción selectiva clasificados según la absorción del punto de corte de longitud de onda. Los filtros normalmente utilizados en baja visión van desde 400 nanómetros (nm) hasta 585nm, siendo los más utilizados del 450 nm al 550 nm. Hay un abanico de posibilidades para su selección, pudiendo elegir: punto de corte, material, tratamiento fotocromático o polarizado, como suplemento, en gafa graduada o neutra, tipos de montura con o sin protección lateral.

Delgado Jiménez I. FILTROS DE ABSORCION SELECTIVA EN PACIENTES CON PATOLOGÍA OCULAR [Internet]. 2021 [cited 2024 Feb 22]. Available from: <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/48467/TFM-M543.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Justificación

En la práctica clínica muchos profesionales de la salud o los mismos pacientes desconocen los efectos adversos del uso de filtros de absorción selectiva en el tratamiento de las discromatopsias en pacientes con glaucoma y en el mejoramiento de la sensibilidad al contraste.

Existen filtros que indican su funcionamiento con diferentes patologías; sin embargo la teoría confirma que la percepción del color se modifica y la sensibilidad al contraste disminuye notablemente. Los artículos científicos que indican que los filtros funcionan solamente realizan pruebas cualitativas en los pacientes, no midiendo ni comparando datos.

Trascendencia

La presente investigación busca evidenciar las condiciones adversas en la visión al color y la sensibilidad al contraste de los pacientes, generadas a partir del uso de filtros como tratamientos de uso prolongado en patologías oculares como el glaucoma.

Con el presente estudio se busca brindar mayor información y herramientas tanto para los licenciados en optometría y especialistas del área como para los mismos pacientes, ya que la información e investigación al respecto aún es escasa y poco documentada.

Metodología

Estudio Descriptivo, transversal, observacional, prospectivo.

Fases de estudio

Fase 1: Se seleccionó a los pacientes con glaucoma que asistieron a la clínica de optometría y que tienen un diagnóstico escrito en el expediente.

Fase 2: Se realizó la carta de consentimiento informado según la declaración de Helsinki y el aval institucional del comité de ética de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM.

Fase 3: Se evaluó a cada paciente sin y con cada uno de los filtros de absorción selectiva y los filtros rojo y verde monocularmente la visión al color con la prueba HRR.

Fase 4: Se evaluó a cada paciente sin y con cada uno de los filtros de absorción selectiva y los filtros rojo y verde monocularmente la sensibilidad al contraste con la prueba de CSV-1000E.

Fase 5: Se analizaron los resultados sin y con filtro monocularmente de la visión al color y la sensibilidad al contraste, mediante el uso de Excel.

Criterios de inclusión

Pacientes con diagnóstico previo de glaucoma en expediente.

Pacientes que firmaron la carta de consentimiento informado.

Pacientes sin hipoacusia.

Pacientes sin problemas cognitivos severos.

Pacientes con una AV de 20/80 o mejor con su Rx.

Pacientes que hayan completado todas las pruebas.

Criterios de exclusión

Pacientes sanos.

Pacientes con problemas cognitivos severos que impidan la correcta realización de las pruebas.

Pacientes con hipoacusia.

Pacientes con severos problemas de habilidad motriz que impidan la realización de las pruebas

Pacientes con una AV peor de 20/80 aún con su mejor Rx.

Pacientes que no hayan firmado la carta de consentimiento informado.

Pacientes que no hayan terminado con todas las pruebas.

Recursos humanos

Un tesista, 3 pasantes del área de visión al color pertenecientes al proyecto y 1 alumna perteneciente a PIIO (Proyecto de Inducción a la Investigación en Optometría).

Recursos materiales

Prueba CSV 1000 para medir la SC de los pacientes, prueba pseudoisocromática HRR para evaluar la visión al color de los pacientes, computadora con acceso a internet y a la base de datos del gabinete de visión al color, filtros de absorción selectiva ZEISS, porta flippers para montar los filtros y colocar sobre la Rx del paciente.

Plan de análisis de resultados

Por medio de estadística descriptiva e inferencial.

Resultados

En total se evaluaron a 19 pacientes, de los cuales fueron 17 mujeres y 2 hombres, siendo las mujeres un mayor porcentaje con un 89% de la población total evaluada.

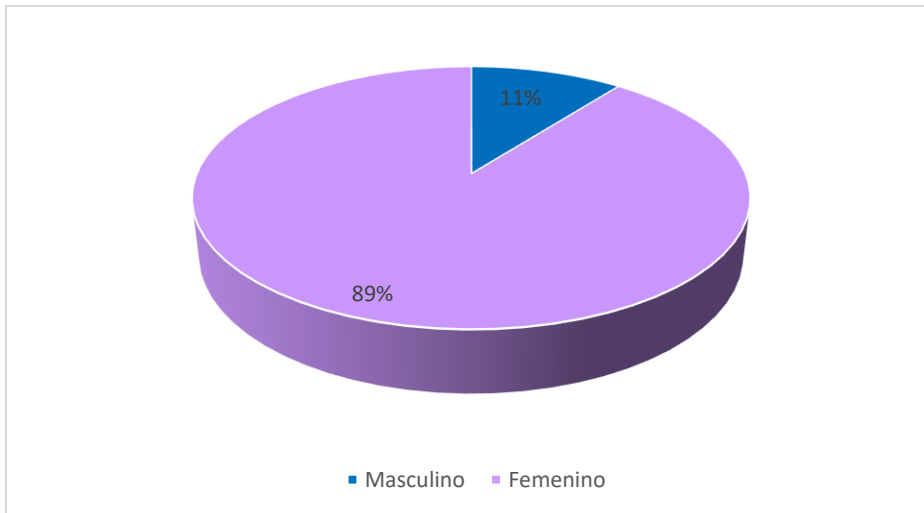


Gráfico 1: Porcentajes del total de pacientes evaluados por género

Los pacientes tenían entre 25 y 77 años, siendo los pacientes de 59-76 años con mayor prevalencia en el estudio y los pacientes de 25-42 años con una menor prevalencia.

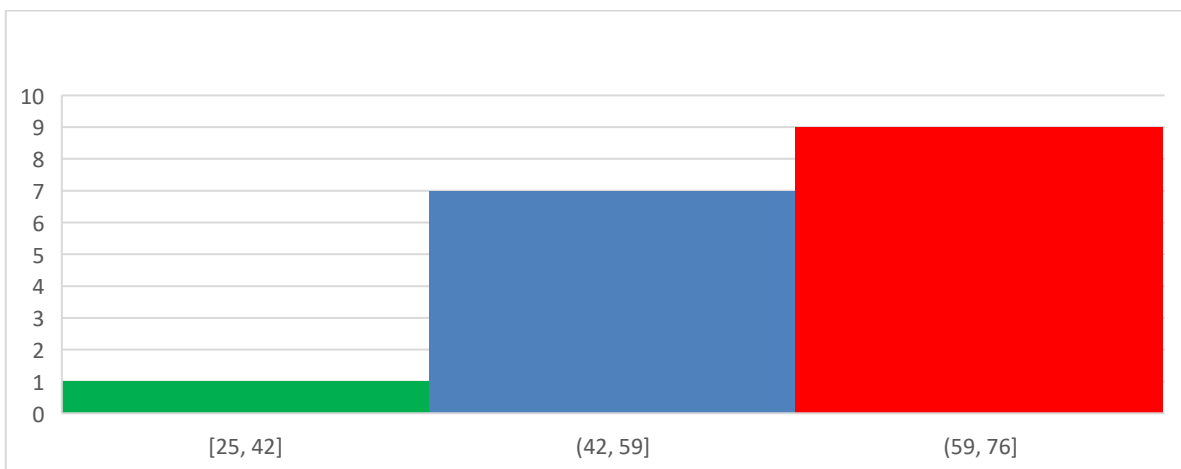
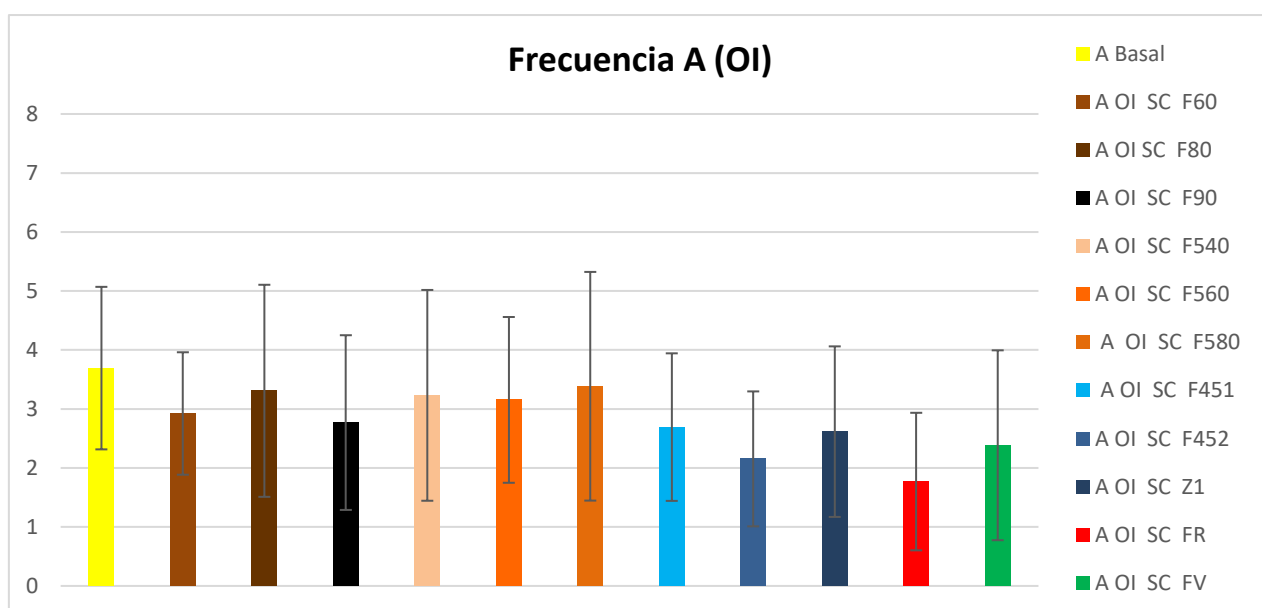
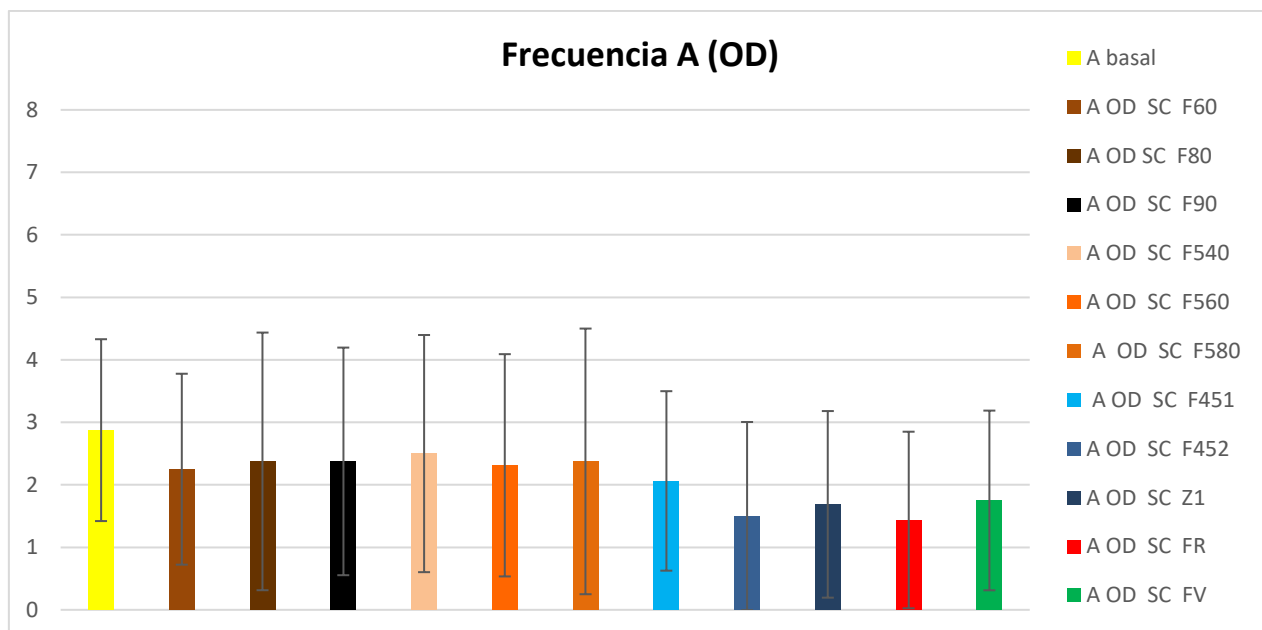


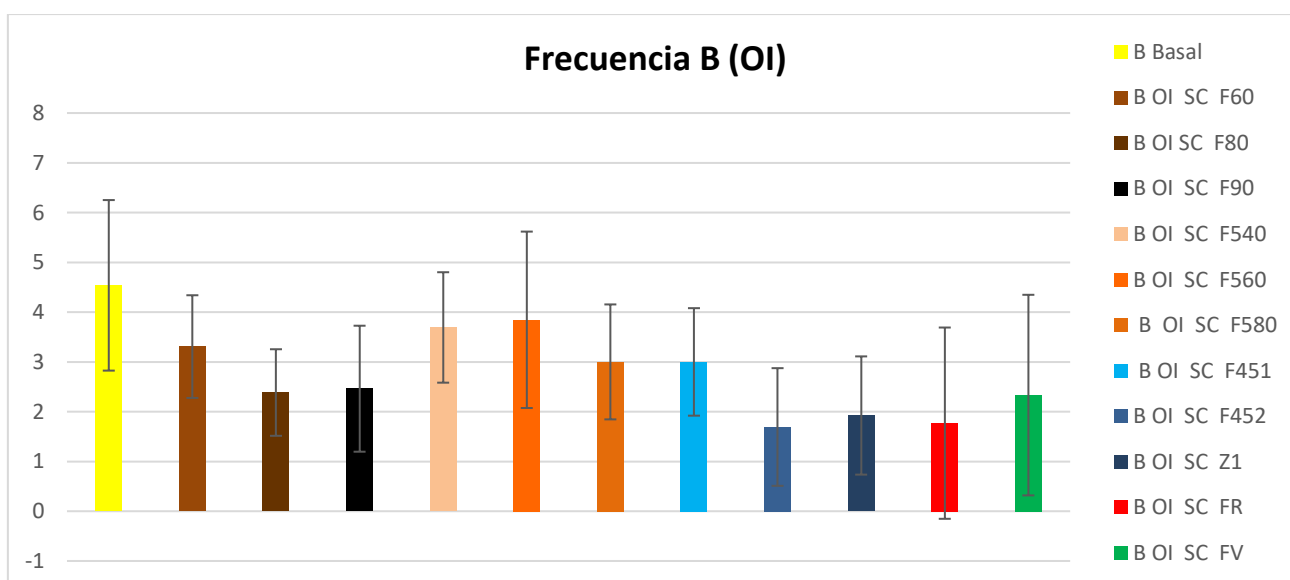
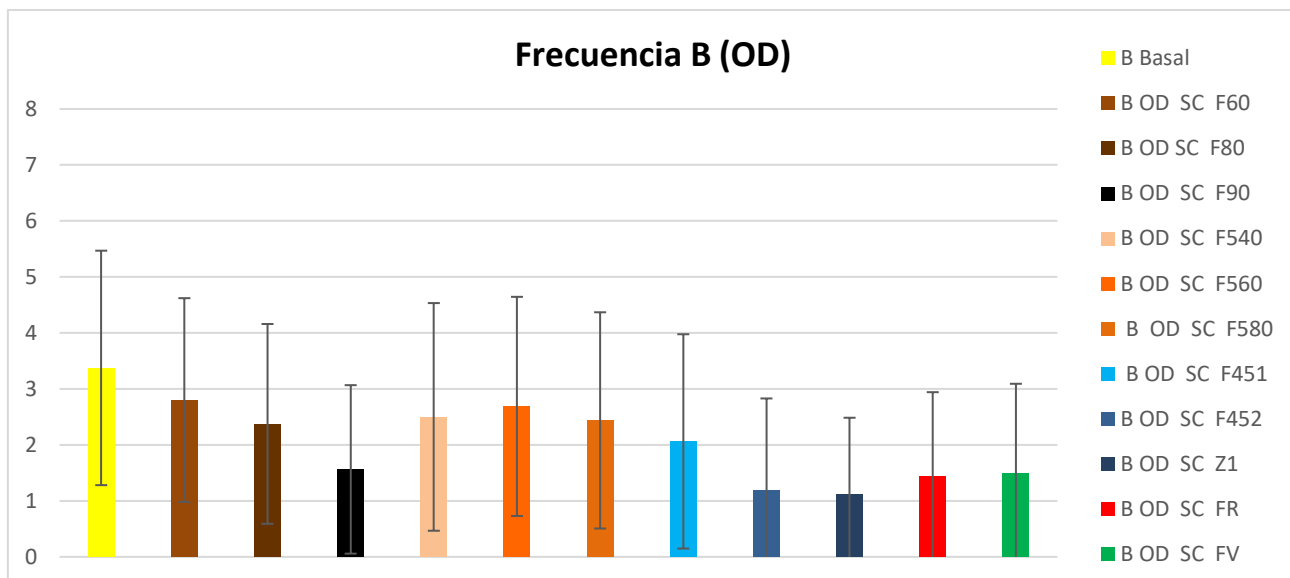
Gráfico 2: Prevalencia del total de pacientes evaluados por rango de edad.

Sensibilidad al contraste



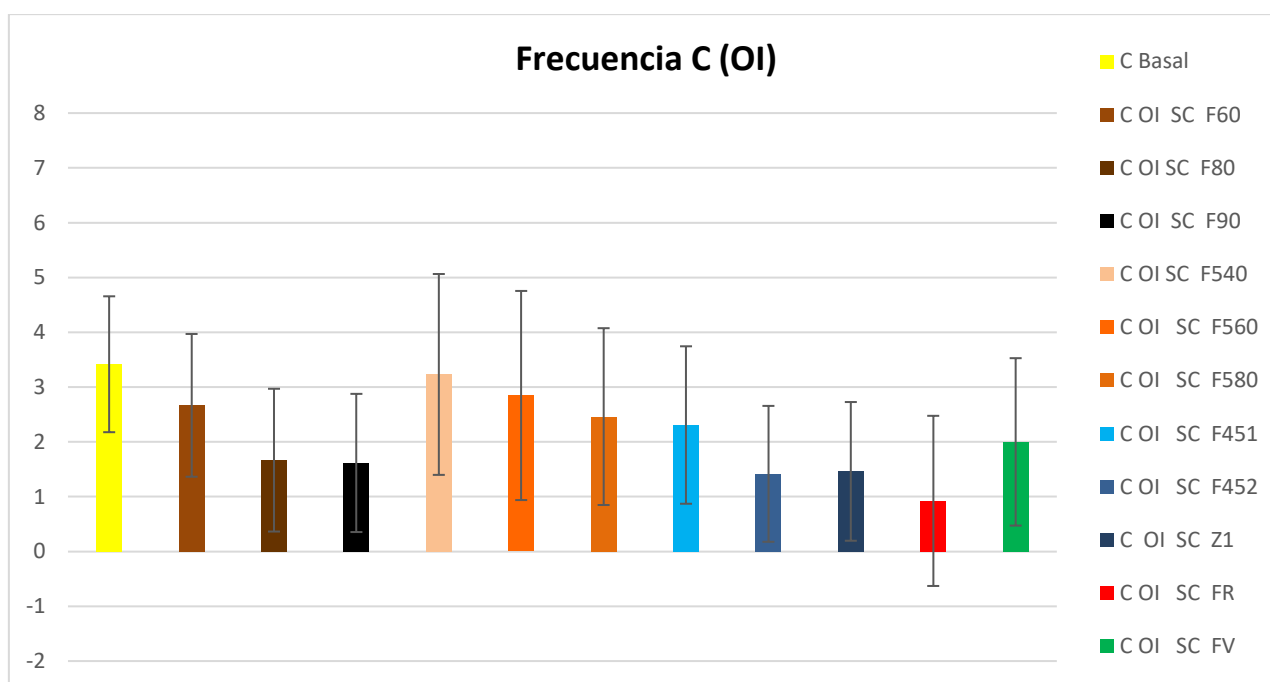
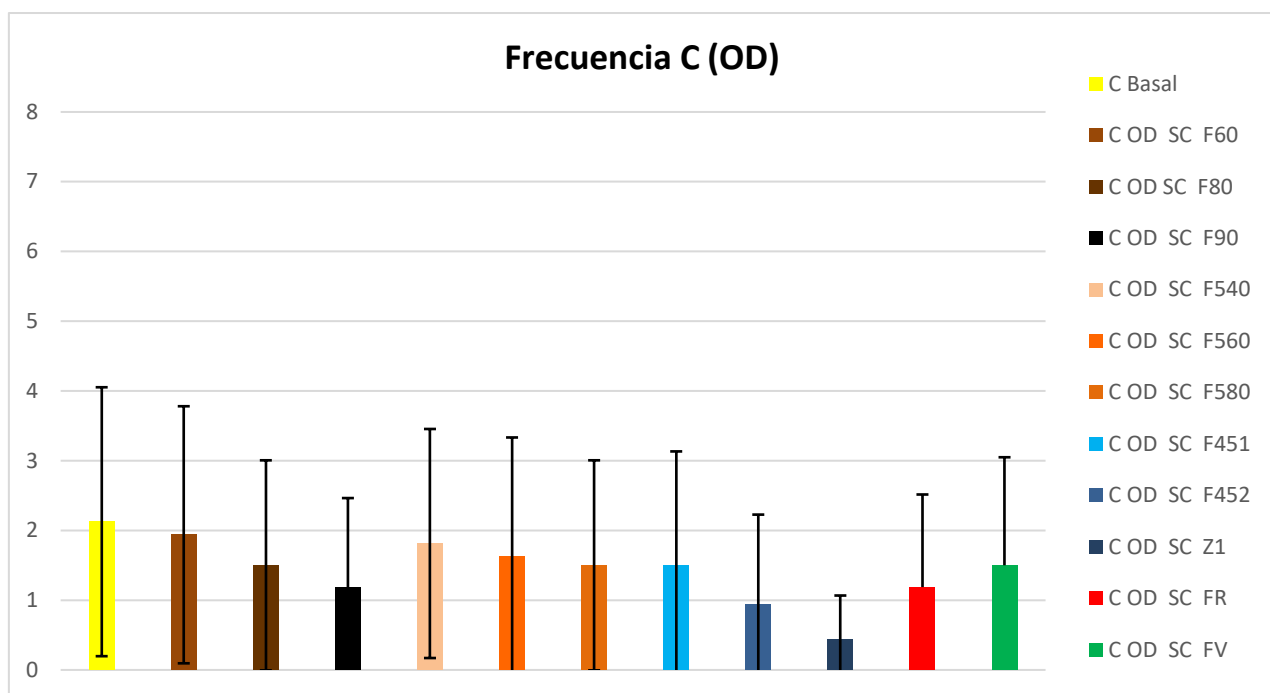
En la primera frecuencia (frecuencia A), tanto en OD como en OI los filtros que más afectan la SC (sensibilidad al contraste) de los pacientes evaluados con glaucoma son el filtro rojo, verde y 452, sin embargo, se aprecia una disminución generalizada de la SC si comparamos el valor obtenido de cada uno de los filtros con el valor basal (sin filtros).

Gráficos 3 y 4: Valores de SC con y sin filtros de absorción selectiva obtenidos en la frecuencia A de la prueba CSV-1000 en OD (gráfico 3) y en OI (gráfico 4).



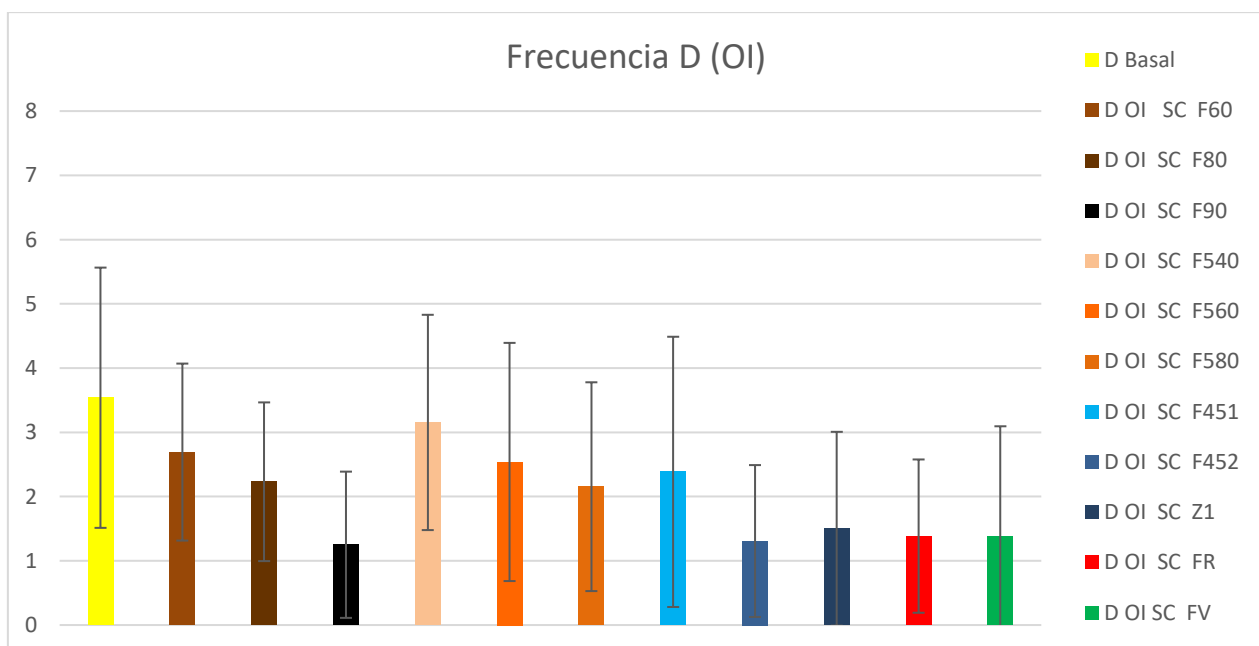
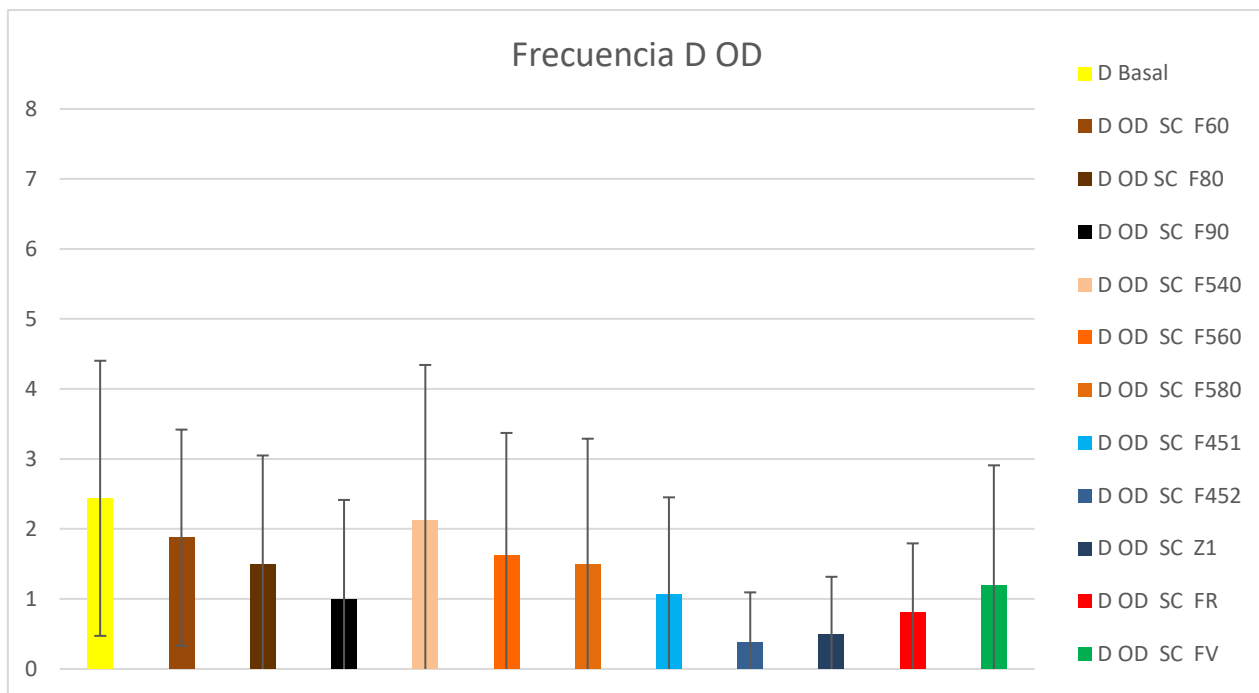
En la frecuencia B también resaltan el filtro rojo y verde como en los que más drásticamente se reduce la SC de los pacientes en AO, sin embargo, notamos que en cuanto al OD hay una mayor reducción de la SC con el filtro Z1, mientras que en OI esto ocurre con el filtro 452, al igual que había ocurrido en la frecuencia A y otra vez podemos apreciar que hay una caída en los valores de la SC generalizada con todos los filtros si los comparamos con los valores basales.

Gráficos 5 y 6: Valores de SC con y sin filtros de absorción selectiva obtenidos en la frecuencia B de la prueba CSV-1000 en OD (gráfico 5) y en OI (gráfico 6).



Los resultados obtenidos en la frecuencia C con relación a la SC y el uso de los filtros igualmente ha arrojado que los filtros rojo y verde son los que más disminuyen la SC de los pacientes, sin embargo, al igual que en la frecuencia B se observa que en OD el filtro Z1 reduce más la SC, mientras que en el OI es el filtro 452, destaca nuevamente el hecho de que todos los filtros evaluados reducen los valores de la SC comparándolos con su estado basal.

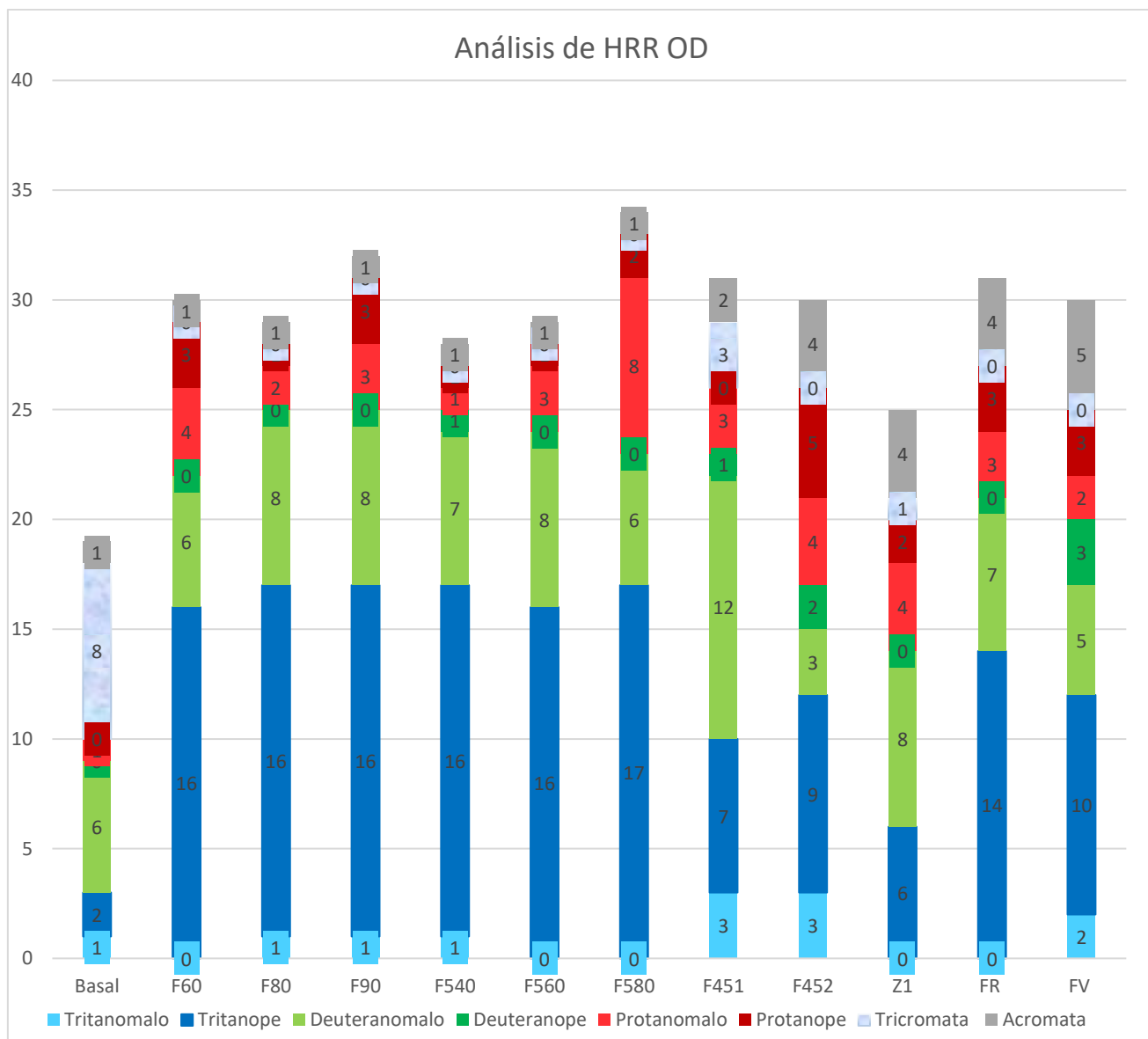
Gráficos 7 y 8: Valores de SC con y sin filtros de absorción selectiva obtenidos en la frecuencia C de la prueba CSV-1000 en OD (gráfico 7) y en OI (gráfico 8).



Finalmente se aprecia que en la frecuencia D de nueva cuenta prevalece la disminución generalizada de los valores obtenidos de la SC de los pacientes que se evaluaron, destaca en esta ocasión que los filtros con el peor desempeño en OD son los filtros 452, Z1 y rojo, mientras que en OI son los filtros 90, 452, rojo y verde, a diferencia de las frecuencias anteriores aquí destaca la aparición del filtro 90 como uno de los peores filtros en cuanto a los valores de la SC obtenidos.

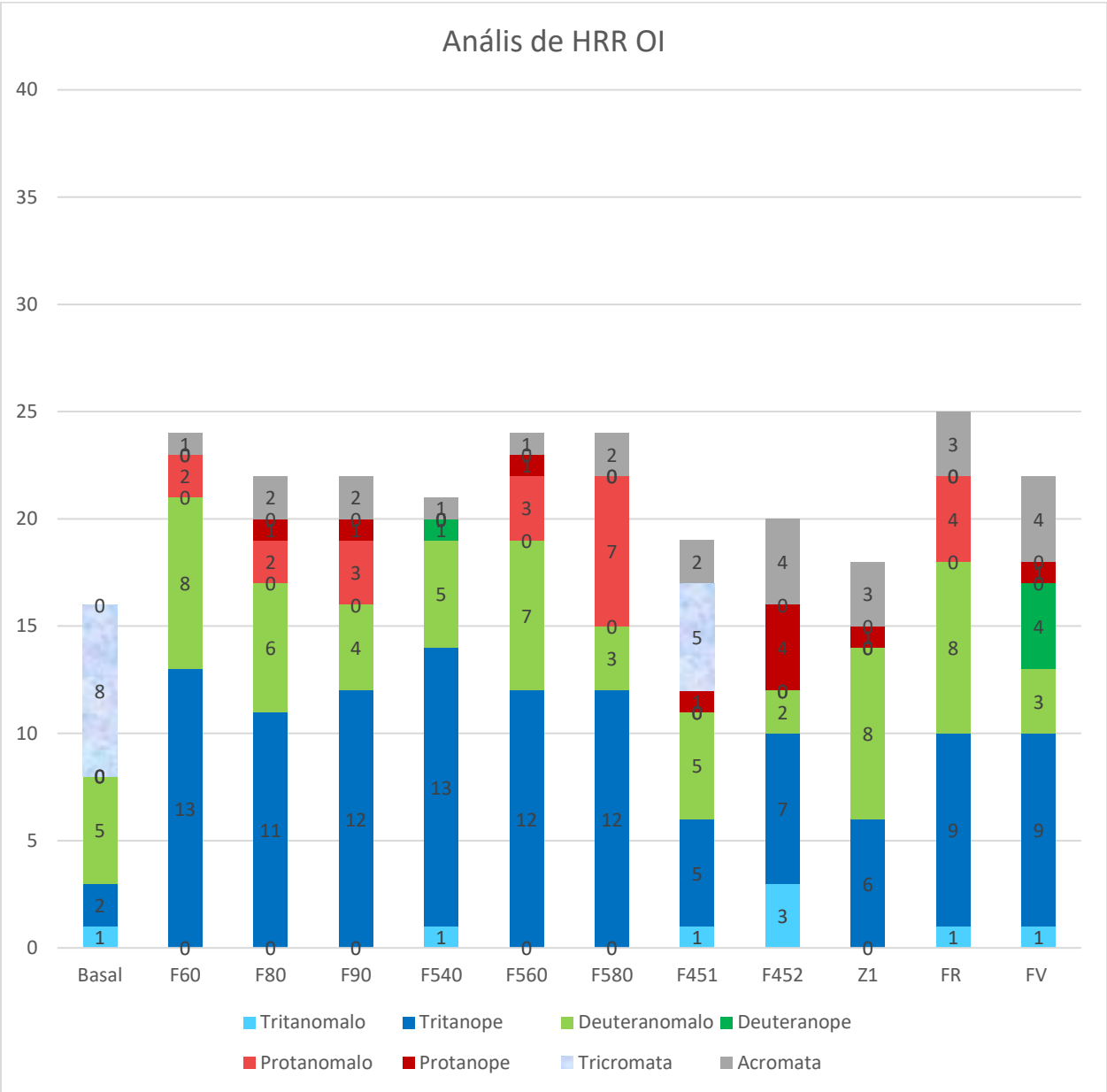
Gráficos 9 y 10: Valores de SC con y sin filtros de absorción selectiva obtenidos en la frecuencia D de la prueba CSV-1000 en OD (gráfico 9) y en OI (gráfico 10).

HRR



En este gráfico podemos observar que a lo que se refiere a la visión al color de los pacientes evaluados en OD con HRR, la gran mayoría de estos pacientes fueron tricromatas en su estado basal, sin embargo al anteponer los filtros, todos ellos indujeron alguna discromatopsia, resaltando de las discromatopsias la tritanopia que es del tipo tritan, afectando los colores azul-amarillo de manera severa (ceguera a estos colores) y la deuteranomalía que es del tipo deutan, afectando al color verde de manera leve (confusión de las tonalidades de este color) en todos los filtros, exceptuando al filtro 580 en donde fue más frecuente la protanomalia que es de tipo protan, afectando los colores rojo-verde de manera leve (confusión de las tonalidades de estos colores, principalmente el rojo) y también al filtro 452 donde fue más frecuente la protanopia, la cual es de tipo protan y a diferencia de la protanomalia aquí si existe una afectación severa a los colores rojo-verde (ceguera a estos colores), también es destacable que únicamente 3 pacientes que de manera basal eran tricromatas volvieron a salir con ese diagnóstico en filtro 451 y uno sólo que también era basalte tricromata volvió a serlo con el filtro Z1, sin embargo representan una minoría no sólo de manera global, sino también en la cantidad de los diagnósticos obtenidos en dichos filtros, al igual del aumento palpable de pacientes con un diagnóstico de acromatas (únicamente se perciben los colores blanco, negro y distintas

Gráfico 11: Diagnósticos de la visión cromática obtenidos con la prueba de HRR sin filtros y con filtros de absorción selectiva en OD.



Finalmente en este presente gráfico nos percatamos que de la misma manera que en OD, en OI nos volvemos a encontrar que la mayoría de los pacientes que se evaluaron la visión al color con la prueba de HRR en su estado basal obtuvieron el diagnóstico de tricromatas, sin embargo cuando antepone los filtros, estos inducen a una discromatopsia, siendo la más frecuente la tritanopia, seguida de la deuteranomalía, la protanomalia, la protanopia, la acromatopsia y por último la deuteranopia, es remarcable el hecho del aumento significativo de pacientes con un diagnóstico de acromatopsia al anteponer estos filtros puesto que representa un enorme riesgo para estos pacientes, ya que hay que recordar que los pacientes acromatas son incapaces de percibir los colores, viendo únicamente en blanco y negro con tonalidades de gris, en esta ocasión sólo pudimos notar que únicamente hubo presencia de algunos pacientes con un diagnóstico de tricromatas en el filtro 451, sin embargo estos pacientes no representaron la mayoría de diagnósticos ni siquiera en dicho filtro, el cual se convirtió en la única excepción en cuanto a pacientes con un diagnóstico de tricromata al probar todos los filtros.

Gráfico 11: Diagnósticos de la visión cromática obtenidos con la prueba de HRR sin filtros y con filtros de absorción selectiva en OI.

Valores de probabilidad

Valor de probabilidad (p)		
	OD	OI
Frecuencia A	0.36234139	0.05250405
Frecuencia B	0.00421032	5.80E-07
Frecuencia C	0.15906141	0.00023311
Frecuencia D	0.00370079	0.0011723

Gráfico 13: Valores de probabilidad en SC por frecuencia y por ojo.

Discusión

En 2009 Dimitris P, Geoergalas I, Kalantzis G, Karmiris E, Koutsandrea C, Diagourtas A, et al. Realizaron un estudio prospectivo en donde se evaluaron 99 ojos de 56 pacientes con hipertensión ocular y glaucoma temprano, teniendo como objetivo de determinar si existe una correlación entre la manifestación de defectos de visión del color y defectos glaucomatosos del campo visual. En lo que respecta a la evaluación de la visión al color, se utilizó una prueba de Farnsworth-Munsell 100 hue (FM 100 hue) y los resultados se procesaron con un sofisticado programa informático que podía puntuar y trazar los resultados de la prueba. La prueba de visión del color siempre se realizó para cada ojo por separado utilizando la mejor refracción corregida para miopía en condiciones de iluminación específicas (luz diurna) y a 45° con respecto a la superficie de la placa.

La cuantificación de los defectos de la visión del color se basó en el TES y se calculó el cambio en el número total de errores durante el seguimiento.

Los autores obtuvieron los siguientes resultados al evaluar la visión al color de los pacientes con glaucoma temprano: Existe una correlación estadísticamente significativa entre los resultados de las pruebas de percepción del color y los índices HVF.

Los defectos de la visión del color relacionados con el glaucoma afectan principalmente a los estímulos azul-amarillo.

Estos resultados coinciden con los resultados que se obtuvieron en el presente estudio, debido a que la gran mayoría de los pacientes con glaucoma que se evaluaron y tenían alguna discromatopsia eran tritanopes, esta discromatopsia afecta a los estímulos que corresponden a los colores azul-amarillo, justo como describieron los autores en sus

resultados, y no sólo se limita a aquellos pacientes discromatas, sino también esta tendencia también puede verse replicada en pacientes tricromatas al anteponer los filtros de absorción selectiva.

Hernández Toledo YM (2019) realizó un estudio observacional, analítico y comparativo con el fin de determinar cambios en la sensibilidad al contraste, visión al color y estereopsis con diferentes filtros de colores en usuarios de dispositivos electrónicos asociados al estado refractivo, recurriendo para ello a 3 aplicaciones informáticas disponibles en la app store de Apple para los dispositivos IOS: “Vision C” (sensibilidad al contraste), “ColorEyeExam” (visión al color) y “StereotAB” (estereopsis), estas pruebas se realizaron sin y con filtros oftálmicos entintados de color ámbar, azul, rosa y verde en tono II uniforme y sin graduación, además con tratamiento anti-reflejante básico.

En este estudio se llegó a la siguiente conclusión: El uso del filtro ámbar y verde mejora la AV, la visión al color fue normal y la estereopsis con filtro ámbar y verde mejoró la estereoagudeza. Las conclusiones a las que llegó la autora con respecto a la visión al color y la sensibilidad al contraste difieren de los resultados que se obtuvieron en el presente estudio, ya que en el presente estudio pudimos constatar de una disminución de la SC con todos los filtros, y en cuanto a la visión al color igualmente se constató de alteraciones cromáticas con cada uno de los filtros, además de que en los pacientes que ya tenían alguna discromatopsia ya sea congénita o adquirida, los filtros utilizados no les permitieron ver aquellos colores que no percibían y por lo que se observó una mayor alteración cromática tal punto de que muchos de estos pacientes fueron acromatas, las razones por las que difieren muy probablemente se deban a los tipos de pacientes y también a las pruebas que empleó la autora, ya que utilizó pruebas provenientes de aplicaciones informáticas y no especifica cuáles eran las condiciones de iluminación, filtros internos, etc, del dispositivo que empleó para aplicar las pruebas, no obstante si menciona que los filtros azul y rosa tuvieron un peor desempeño en la AV de los pacientes, mientras que en el presente estudio evaluamos la visión al color y la sensibilidad al contraste de cada uno de los filtros y de manera monocular con pruebas objetivas y clínicamente bien estandarizadas: HRR (visión al color) y CSV-1000 (sensibilidad al contraste).

En 2024 Torres SLD, realizó un estudio observacional, transversal, descriptivo, en 30 pacientes de entre 18 y 24 años sanos con las pruebas de Snellen para evaluar AV (agudeza visual) y Fransworth D-15 para evaluar la visión cromática con la finalidad de demostrar los cambios que existen en la percepción del color y agudeza visual al

anteponer los diferentes filtros de Zeiss además del rojo y verde de la caja de pruebas, para demostrar que modifican la percepción, sin embargo, no corrigen la discromatopsia.

Se obtuvieron los siguientes resultados:

En la visión al color evaluada con la prueba de Fransworth D-15, se analizaron las tendencias en la modificación de la percepción a los colores con cada uno de los filtros arrojando los siguientes resultados:

En F60 (filtro 60): podemos apreciar las tendencias que los pacientes tuvieron, siendo la de tritan la más frecuente, siendo los colores azul amarillos que los pacientes no perciben de manera correcta, sin embargo, la segunda tendencia más frecuente sería tricromata, sin tendencia y acromata.

En F80 (filtro 80): se aprecia una tendencia a tritan siendo la principal con mayor número de pacientes, seguida de una ceguera total a los colores azul amarillo seguida de sin tendencia, indicando la gran confusión que se tuvo al realizar la prueba.

En F90 (filtro 90): se observa la tendencia tritan en primer lugar, y en segundo lugar tricromata, pensando que no hay ninguna modificación, pero se observan también tendencias tritanopes, protan y en algunos casos sin tendencia.

En F540 (filtro 540): las tendencias con mayor número de pacientes son tritan y tritanope, siendo la segunda una ceguera a los colores azul amarillo, mostrando que hay muy pocos pacientes tricromatas.

En F560 (filtro 560): podemos observar que la tendencia con más pacientes es tritan, muy pocos tritanopes, sin dejar de lado que hay pacientes con una tendencia a prota, es decir que modificaría su percepción al color rojo.

En F580 (filtro 580): podemos observar que en ambos ojos la tendencia que más predomina es la tritan, sin tendencia sería la segunda más predominante. En ojo derecho se observa como la tendencia protan está dentro de las 3 tendencias más predominantes.

En F451 (filtro 451): al contrario de las gráficas anteriores, podemos observar que la tendencia tricromata es la más predominante en este filtro, sin dejar de lado que hay pacientes con tendencias tritan y deutan.

En F452 (filtro 452): este filtro nos presenta más tendencias con un alto número de pacientes, entre ellas tritan, protan, y deutan, recordando que esta última afecta la visión a los colores verdes. Sin dejar de lado el gran número de pacientes tricromatas.

En FZ1 (filtro Z1): tiene aparte de pacientes tricromatas pacientes con tendencias tritan y deutan, pero podemos observar un numero de paciente acromatas, lo que nos estaría indicando que todos los colores son modificados, denotando una mayor dificultad para realizar la prueba.

En FR (filtro rojo): con el filtro rojo volvemos a ver una tendencia mayor a tritan, tendiendo en segundo lugar una tendencia acromata, denotando la gran modificación a la percepción correcta de los colores.

En FV (filtro verde): al contrario de todos los filtros anteriores, el filtro verde tiene pocos pacientes con tendencias a tritan o tritanope, sin embargo, con este filtro la principal tendencia es a la deutan y como segunda tendencia predominante seria la acromata.

Los resultados a los que llega la autora a pesar de evaluar pacientes con un menor rango de edad y sin ninguna patología coinciden a los resultados obtenidos en la visión al color con cada uno de los filtros ya que también se aprecian las alteraciones a la visión al color con cada filtro, puesto que la autora utilizó los mismos filtros y también utilizó una prueba objetiva y estandarizada para evaluar la visión al color, en este caso Fransworth D-15.

Conclusión

En conclusión, la presente investigación ha logrado cumplir con los objetivos que se establecieron al principio, centrados en demostrar la nula efectividad de los filtros de absorción selectiva en tratamiento de las discromatopsias, así como en la mejora de la sensibilidad al contraste, puesto a que con base a los resultados obtenidos después de haber aplicado la prueba de HRR para evaluar la visión al color y la prueba de CSV-1000 para evaluar la sensibilidad al contraste, se pudo demostrar de manera objetiva que estos filtros no son capaces de hacer que los pacientes con una baja sensibilidad al contraste puedan mejorar la misma, y por el contrario, con el uso de estos filtros la sensibilidad al contraste se ve aún más reducida y mucho menos pueden lograr que los pacientes discromatas puedan volver a percibir el color o colores que no son capaces de distinguir.

Dentro de la investigación los resultados más destacables son:

Los filtros con tonalidades más oscuras como el F90, F451, F452 y FZ1 causan una mayor disminución en la sensibilidad al contraste comparándolos con filtros con tonalidades más claras como el F540, F560 y F580.

Los filtros rojo y verde también causan una muy significativa caída en los valores de la sensibilidad al contraste como los filtros antes descritos.

Todos los filtros inducen una discromatopsia, aún en pacientes tricromatas.

Ningún filtro es capaz de hacer que un paciente que ya de por sí es discromata sea capaz de distinguir aquel o aquellos colores que no es capaz de distinguir, y por el contrario pueden alterar la percepción de los colores que el paciente sí puede distinguir.

Referencias

- 1.- Sharpe LT, Jägle H. I used to be color blind. Color Res Appl [Internet]. 2001;26(S1):S269–72. Disponible en: [http://dx.doi.org/10.1002/1520-6378\(2001\)26:1+<::aid-col58>3.0.co;2-0](http://dx.doi.org/10.1002/1520-6378(2001)26:1+<::aid-col58>3.0.co;2-0)
- 2.- Moreland JD, Westland S, Cheung V, Dain SJ. Quantitative assessment of commercial filter 'aids' for red-green colour defectives. Ophthalmic Physiol Opt [Internet]. 2010;30(5):685–92. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1475-1313.2010.00761.x>
- 3.- Abraham CH, Morny E, Aboagye-MacCarthy A, Ocansey S, Ntodie M, Sakyi-Badu G, et al. The effect of filters and varying illumination on contrast sensitivity in eyes with moderate to severe visual impairment. Int Ophthalmol [Internet]. 2023;43(9):3329–37. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s10792-023-02738-7>
- 4.- Diaconu V, Sullivan D, Bouchard JF, Vucea V. Discriminating colors through a red filter by protanopes and colour normals: Discriminating colors through a filter. Ophthalmic Physiol Opt [Internet]. 2010;30(1):66–75. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1475-1313.2009.00695.x>
- 5.- Hernández Toledo YM. Efecto de los filtros de colores en la sensibilidad al contraste, la visión al color y la estereopsis en usuarios de dispositivos electrónicos asociados al estado refractivo [Internet]. 2019 Jun [cited 2024 Apr 3]. Recuperado de: <http://bdigital.dgse.uaa.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/11317/1776/438175.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- 6.- Ortiz R. Relación del test de sensibilidad al contraste y la calidad de vida en pacientes con glaucoma [Internet]. Buap.mx. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; 2023

[cited 2024 Apr 2]. Recuperado de:
<https://repositorioinstitucional.buap.mx/items/5f2be7bd-1bd9-47da-bfc1-557963c0c2f2>

7.- Torres SLD. EVALUACIÓN DE LA VISIÓN AL COLOR Y AGUDEZA VISUAL CON Y SIN FILTROS ZEISS ADEMÁS DE ROJO-VERDE EN ESTUDIANTES DE OPTOMETRÍA SANOS DE ENTRE 18 Y 24 AÑOS SIN ADICCIONES [Internet]. Unam.mx. 2024 [citado el 21 de marzo de 2024]. Disponible en:
https://tesiunam.dgb.unam.mx/F/7GD2FXGEYREYKAXF158ES1VBXXUCNYHYLEQEGRKYQ9SMU8PA79-07418?func=full-set-set&set_number=133437&set_entry=000001&format=999

Tesis Digital [Internet]. 9.195. [citado el 21 de marzo de 2024]. Disponible en:
http://132.248.9.195/ptd2024/ene_mar/0850816/Index.html

8.- Cabrera Martínez JA, Martínez Ribalta J, Márquez Fernández M, Cabrera Martínez A. Comportamiento de la visión de color en pacientes sospechosos de glaucoma y glaucomatosos como daño precoz de las células ganglionares de la retina. Revista Cubana de Oftalmología [Internet]. 2007 Jun 1 [cited 2024 Feb 22];20(1). Recuperado de: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-21762007000100003&script=sci_arttext

9.- Dimitris P, Geoergalas I, Kalantzis G, Karmiris E, Koutsandrea C, Diagourtas A, et al. Acquired color vision and visual field defects in patients with ocular hypertension and early glaucoma [Internet]. Clinical Ophthalmology; 2009 [cited 2024 Apr 5]. Recuperado de: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.2147/opth.s12160124>

10.- Pérez Portero L. Evaluación de la calidad de la visión en pacientes con glaucoma primario de ángulo abierto intervenidos en cirugía de glaucoma. [Internet]. Larrosa JM, Güerri N, editors. Universidad de Zaragoza . 2014 [cited 2024 Apr 8]. Recuperado de: <https://zaguan.unizar.es/record/32274/files/TAZ-TFG-2015-3152.pdf>

11.- Alba A, Galindo L, Pablo L, Noemí J, Monclús G. Trabajo Fin de Grado. Impacto en la sensibilidad al contraste en relación al grado de severidad del glaucoma primario de ángulo abierto [Internet]. 2015. Recuperado de: <https://core.ac.uk/download/pdf/289982364.pdf>

12.- Tripolone M, Issolio L, Silva B, Filgueira C, Perez D, Barrionuevo P. SENSIBILIDAD AL CONTRASTE EN PACIENTES CON GLAUCOMA TEMPRANO: EFECTOS DEL NIVEL DE ILUMINACIÓN Y LA EXCENRICIDAD. CONTRAST SENSITIVITY IN EARLY GLAUCOMA: EFFECTS OF LIGHTING LEVEL AND ECCENTRICITY [Internet]. 2018 May [cited 2024 Feb 22]. Recuperado de: <https://anales.fisica.org.ar/index.php/analesafa/article/download/2200/2219>

13.- María L, Forero I, Yulieth G, Ramos P, Andrea J, Oliveros Z, et al. Sensibilidad Al Contraste En Pacientes Con Glaucoma Primario De Ángulo Abierto Modalidad: Producción Intelectual Relevante Línea De Investigación: Ciencias De La Visión E

Innovación Óptica Universidad Antonio Nariño Facultad De Optometría [Internet]. 2022 [cited 2024 Feb 22]. Recuperado de: http://repositorio.uan.edu.co:8080/bitstream/123456789/7918/2/2022_T.GGleidyPerez.pdf

14.- Kato RT. VISÃO DE CORES E ESPESSURA DA CAMADA DE FIBRAS NERVOSAS PELA TOMOGRAFIA DE COERÊNCIA ÓPTICA NO GLAUCOMA CONGÊNITO PRIMÁRIO [Internet]. 2023. Recuperado de: <https://repositorio.unifesp.br/bitstream/handle/11600/68029/RENATA%20TIEMI%20KATO%20-%20TESE%20MESTRADO.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

15.- Montero V, Vividea B, González D. Generalidades de glaucoma en adultos. Overview of glaucoma in adults. Revista ciencias de la salud medicina [Internet]. 2024 Jan [cited 2024 Feb 22]; Recuperado de: <https://unibe.ac.cr/ojs/index.php/RFMUI/article/download/171/218>

16.- Guía de Practicas Clínica. Diagnóstico y Tratamiento del Paciente Adulto con Glaucoma de Angulo Abierto. Evidencias y recomendaciones catálogo maestro de guías de práctica clínica: IMSS-164-09 [Internet]. Gob.mx. 2016 [citado el 20 de septiembre de 2024]. Disponible en: <https://imss.gob.mx/sites/all/statics/guiasclinicas/164GRR.pdf>

17.- González MJ, Campos S. Conocimientos genéticos actuales en el glaucoma. Rev Esp de Inves oftalmol. 2011; 1(1):46-50.

18.- Sorí ML, Romero RS. Estrategia de intervención sanitaria en pacientes con glaucoma neovascular. Humanid médicas [Internet]. 2012 [citado el 20 de septiembre de 2024];12(1):1–8. Disponible en: <https://humanidadesmedicas.sld.cu/index.php/hm/article/view/107/94>

19.- Méndez HC, García FJ, Cuina SR, García SJ. Estudio de glaucoma pigmentario mediante biomicroscopia ultrasónica. Arch Soc Esp Oftalmol. 2003;78(3):137-142

20.- Fontana H, Estévez L, Moldes M, Ortega S. Trauma Contuso e Hipertensión Ocular. Arch. Oftal. B. Aires. 2010; 81(2): 47-50.

21.- Castejón Cervero MÁ. Análisis morfológico con OCT del daño glaucomatoso en distintos tipos de glaucoma de ángulo abierto [Internet]. Ucm.es. 2011 [citado el 20 de septiembre de 2024]. Disponible en: <https://produccioncientifica.ucm.es/documentos/5f6158cb29995241730c06b0?lang=en>

22.- Azcona MI, Ríos M del C, Amador S. Glaucoma: Aspectos Relevantes para la Detección Oportuna [Internet]. 2015 Jan [cited 2024 Feb 22] p. 23–35. Recuperado de: <https://revista.unsis.edu.mx/index.php/saludyadmon/article/download/73/70>

- 23.-** ASALE R -, RAE. color | Diccionario de la lengua española [Internet]. "Diccionario de la lengua española" - Edición del Tricentenario. Recuperado de: <https://dle.rae.es/color>
- 24.-** Crone RA. A history of color: The evolution of theories of light and color. Springer Science & Business Media; 2012.
- 25.-** Lennie P, D'Zmura M. Mechanisms of color vision. Crit Rev Neurobiol. 1988;3(4):333–400.
- 26.-** Gouras P. Color Vision [Internet]. Europepmc.org. 2011 [citado el 22 de septiembre de 2024]. Disponible en: <https://europepmc.org/article/NBK/nbk11537#free-full-text>
- 27.-** Gareca Hurtado FR. Percepción del color. Teoría del color [Internet]. DOCUMENTO DIGITALIZADO POR LA BIBLIOTECA DE LA CARRERA DE ARTES PLÁSTICAS - UMSA. 2011 [cited 2024 Apr 8]. Recuperado de: <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/1473/17.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- 28.-** Biedma González M. Discriminación visual del color [Internet]. 2019 Nov [cited 2024 Feb 22]. Recuperado de: <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/103338/BIEDMA%20GONZALEZ%20MACARENA.pdf?sequence=1>
- 29.-** ¿Qué es la discromatopsia? Tipos y Tratamiento [Internet]. Clínica Oftalmológica González Costea - Murcia. 2019. Recuperado de: <https://www.clinicagonzalezcostea.es/que-es-la-discromatopsia-tipos-y-tratamiento/>
- 30.-** Prueba de Good-lite Color Vision 2016, recuperado de: <https://store.good-lite.com/es-mexico/collections/color-vision-tests>
- 31.-** French A. The Evolution of Colour Vision Testing [Internet]. Rose K, Thompson K, Cornell E, editors. Australian orthoptic journal. 2008 [cited 2024 Apr 5]. Available from: <https://search.informit.org/doi/pdf/10.3316/informit.605378957201949>
- 32.-** Osorio, Leonardo Álvarez. "Evaluación de la visión cromática." Neuropatías Ópticas de la AA La Z (2024): 47. Recuperado de: [https://books.google.com.mx/books?id=nh7yEAAQBAJ&pg=PA47&lpg=PA47&dq=Osorio,+Leonardo+%C3%81lvarez.+%22Evaluaci%C3%B3n+de+la+visi%C3%B3n+crom%C3%A1tica.%22+Neuropat%C3%ADas+%C3%93pticas+de+la+AA+La+Z+\(2024\):+47&source=bl&ots=MUSE2tg57Q&sig=ACfU3U3rLkDyZWQvFCPUYUAJwm385tIdg&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwiT-9_jgfOEAXXLGtAFHUHsC9sQ6AF6BAgIEAM#v=onepage&q=Osorio%2C%20Leonard](https://books.google.com.mx/books?id=nh7yEAAQBAJ&pg=PA47&lpg=PA47&dq=Osorio,+Leonardo+%C3%81lvarez.+%22Evaluaci%C3%B3n+de+la+visi%C3%B3n+crom%C3%A1tica.%22+Neuropat%C3%ADas+%C3%93pticas+de+la+AA+La+Z+(2024):+47&source=bl&ots=MUSE2tg57Q&sig=ACfU3U3rLkDyZWQvFCPUYUAJwm385tIdg&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwiT-9_jgfOEAXXLGtAFHUHsC9sQ6AF6BAgIEAM#v=onepage&q=Osorio%2C%20Leonard)

[o%20C3%81lvarez.%20%22Evaluaci%C3%B3n%20de%20la%20visi%C3%B3n%20crom%C3%A1tica.%20%20Neuropat%C3%ADas%20C3%93pticas%20de%20la%20AA%20La%20Z%20\(2024\)%3A%2047&f=false](https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5599235.pdf)

33.- López Y. Importancia de la valoración de sensibilidad al contraste en la práctica optométrica. Ciencia y Tecnología para la Salud Visual y Ocular [Internet]. 2009 Sep 7;7:99–114. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5599235.pdf>

34.- Leat, S. , Shute, R. y Westall, C. (1999). Children's assesment. Boston: Butterworth–Heinemann.

35.- Woodhouse, J. (1983). Practical applications of contrast sensitivity function. Ophthalmic & Physiological Optics, 3(3), 311-314.

36.- Santos LRH, Pérez PDC, Sánchez T de JM, Enríquez RMZ, Domínguez KL. Sensibilidad al contraste en edad pediátrica. Revista Cubana de Oftalmología [Internet]. 2021 [cited 2024 Apr 3];34(3):1–22. Available from: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=110235>

<https://www.medigraphic.com/pdfs/revcuboft/rco-2021/rco213l.pdf>

37.- Larsson E, Rydberg A, Holmstrom G. Contrast sensitivity in 10 year old preterm and full term children: a population based study. Br J Ophthalmol. 2006 [acceso: 23/09/2024];90(1):[aprox 3 p]:87-90. Disponible en <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1856919/>

38.- León Álvarez A, Agudelo Guevara AM y Estrada Álvarez JM. Intervalos de referencia de agudeza visual y sensibilidad al contraste en una población escolar de Pereira, Colombia. Cienc Tecnol Salud Vis Ocul. 2017 [acceso: 23/09/2024];15(2):39-46. Disponible en: <https://ciencia.lasalle.edu.co/svo/vol15/iss2/2/>

39.- López MY, Figueroa LF. Valores de normalidad de sensibilidad al contraste en niños entre cuatro y siete años de la localidad de Chapinero, Bogotá. Rev Cien Tecnol Salud Vis Ocul. 2012 [acceso: 23/09/2024];10(1):87-89. Disponible en: <https://ciencia.lasalle.edu.co/svo/vol10/iss1/8/>

40.- Pelli D, Robson JG, Wilkins AJ. The design of a new letter contrast chart for measuring contrast sensitivity. Clin Vis Sci. 1988;2(3):187-99. DOI: <http://www.doi.org/10.1097/00041327-200112000-00014>

41.- Marsperceptrix. The Mars letter contrast sensitivity test user manual. Marsperceptrix; 2010 [acceso: 23/09/2024]. Disponible en: <https://marsperceptrix.com/downloads>

- 42.-** Chen AH, Mohamed D. Clinical Research. New paediatric contrast test: Hiding Heidi low-contrast “face” test. *Clinical and Experimental Ophthalmology*. 2003 Oct;31(5):430–4.
- 43.-** None Lovenia Valencia, and None Riski Prihatningtias. “Comparative Validity of LEA Contrast Sensitivity Chart to Pelli-Robson Contrast Sensitivity Chart in Neuroophthalmology Patients.” *Ophthalmologica Indonesiana*, vol. 49, no. S2, 12 Feb. 2024, <https://doi.org/10.35749/m0amyh19>. Accessed 20 June 2024.
- 44.-** Ostadimoghaddam H, Fotouhi A, Hashemi H, Yekta AA, Heravian J, Abdolahinia T, et al. Range of Cambridge Low Contrast Test; a Population Based Study. *J Ophthalmic Vis Res*. 2014 [acceso: 23/09/2024];9(1):65-70. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24982735/>
- 45.-** Quirós López M. EFICACIA DE FILTROS DE ABSORCIÓN SELECTIVA DE ONDA CORTA EN INTERIORES [Internet]. 2016 Aug [cited 2024 Feb 22]. Available from: <https://core.ac.uk/download/pdf/211102991.pdf>
- 46.-** Tablan Ruano N. APORTACIÓN A LA RECUPERACIÓN DEL DESLUMBRAMIENTO DE LOS FILTROS PARA LA CONDUCCIÓN DRIVE&GO [Internet]. Sánchez E, Torrents A, editors. UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA. 2021 Feb [cited 2024 Apr 7]. Recuperado de: https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/343462/Noelia.Talaban.Ruano-%20MemoriaTFG_repaired%20%285%29.pdf?sequence=1
- 47.-** Moral J. Consejo General de Colegios de Ópticos-Optometristas. 2010 [citado el 18 de septiembre de 2024];8–9. Disponible en: <https://www.cgcoo.es/ediciones/julioagosto-2012-2>
- 48.-** Valdivielso Rodrigo I. Medida de la absorción de la radiación UV en lentes oftálmicas y otros materiales. *uvadocuvas* [Internet]. 2019; Recuperado de: <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/38390>
- 49.-** Eva SR. EFECTIVIDAD DE LA UTILIZACIÓN DE FILTROS DE ABSORCIÓN SELECTIVA EN PACIENTES CON BAJA VISIÓN [Internet]. Uva.es. 2013 [citado el 18 de septiembre de 2024]. Disponible en: <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/6473/TFM-M84.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- 50.-** Delgado Jiménez I. FILTROS DE ABSORCIÓN SELECTIVA EN PACIENTES CON PATOLOGÍA OCULAR [Internet]. 2021 [cited 2024 Feb 22]. Available from: <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/48467/TFM-M543.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Referencias de imágenes

- 1.-Imagen recuperada de: <https://tusdudasdesalud.com/vision/enfermedades-ojo/operacion-de-glaucoma/>
- 2.-Imagen recuperada de: <https://www.tucanaldesalud.es/es/canalciencia/articulos/tipos-glaucoma-evitar-perdida-vista>
- 3.-Imagen recuperada de: <https://www.tucanaldesalud.es/es/canalciencia/articulos/tipos-glaucoma-evitar-perdida-vista>
- 4.- Imagen recuperada de: <https://advisionclinica.com.br/glaucoma-neovascular/>
- 5.- Imagen recuperada de: <https://www.glaucomapatientes.org/es/basica/glaucoma-secundario-puede-ocurrir-glaucoma-luego-de-una-lesion-traumatismo-ocular/>
- 6.-Imagen recuperada de: https://www.instagram.com/drmuzquizoftalmo/p/CMKqoWph902/?img_index=1
- 7.- Imagen recuperada de: <https://www.eduardozamarro.com/blog/?p=1755>
- 8.- Imagen recuperada de: <https://www.zazushop.com/historia-del-color/>
- 9.-Imagen recuperada de: https://issuu.com/yazmingon/docs/revista_20completa_201.0/s/11280073
- 10.- Imagen recuperada de: <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/1473/17.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- 11.- Imagen recuperada de: <https://es.slideshare.net/plasticabyla/ud32-cualidades-del-color-y-gamas-cromticas>
- 12.- Imagen recuperada de: <https://www.pinterest.com.mx/pin/733172014321799245/>
- 13.- Imagen recuperada de: <https://cientec.or.cr/articulos/radiaciones-electromagneticas>
- 14.- Imagen recuperada de: <https://indonesian-recipes.com/download/2023-version.html>
- 15.- Imagen recuperada de: <https://www.macula-retina.es/conos-y-bastones/>
- 16.- Imagen recuperada de: <https://www.milenio.com/estilo/jacarandas-en-cdmx-lugares-y-donde-verlas>

- 17.- Imagen recuperada de: <https://humanbodyanddiseases.weebly.com/night-blindness.html>
- 18.- Imagen recuperada de: <https://centrosmisextensions.com/colorimetria/>
- 19.- Imagen recuperada de: <https://acumbamail.com/blog/propiedades-del-color/>
- 20.- Imagen recuperada de: https://www.freepik.es/vector-premium/protanomalia-protanopia_150067877.htm
- 21.- Imagen recuperada de: https://www.freepik.es/vector-premium/deuteranomalia-deuteranopia_150068073.htm#fromView=search&page=1&position=7&uuid=5ad95ab7-ca27-4e7a-aaa2-774324431092
- 22.- Imagen recuperada de: https://www.freepik.es/vector-premium/tritanopia-tritanomalia_150067844.htm#fromView=search&page=1&position=4&uuid=b0027f67-e879-49df-9fb8-2bee92a1096b
- 23.- Imagen recuperada de: <https://stock.adobe.com/es/search?k=protanopia>
- 24.- Imagen recuperada de: <https://www.shutterstock.com/es/search/deuteranopia>
- 25.- Imagen recuperada de: <https://stock.adobe.com/es/search?k=tritanopia>
- 26.- Grijalva 2024. Imágenes propias tomadas en domicilio, Gustavo.A.Madero, CDMX.
- 27.- Grijalva 2024. Imágenes propias tomadas del gabinete de visión al color #6 de la Clínica de Optometría de la FES Iztacala, UNAM, Tlalnepantla de Baz, EDOMEX.
- 28.- Grijalva 2024. Imágenes propias tomadas del gabinete de visión al color #6 de la Clínica de Optometría de la FES Iztacala, UNAM, Tlalnepantla de Baz, EDOMEX.
- 29.- Grijalva 2024. Imágenes propias tomadas del gabinete de visión al color #6 de la Clínica de Optometría de la FES Iztacala, UNAM, Tlalnepantla de Baz, EDOMEX.
- 30.- Grijalva 2024. Imágenes propias tomadas del gabinete de visión al color #6 de la Clínica de Optometría de la FES Iztacala, UNAM, Tlalnepantla de Baz, EDOMEX.
- 31.- Grijalva 2024. Imágenes propias tomadas del gabinete de visión al color #6 de la Clínica de Optometría de la FES Iztacala, UNAM, Tlalnepantla de Baz, EDOMEX.
- 32.- Imagen recuperada de: <https://www.ideedaprodurre.com/wp-content/uploads/2022/06/Farnsworth-Munsell-100-Hue-Test.jpg>
- 33.- Imagen recuperada de: <https://www.developmentpc.gr/en/farnsworth-munsell-100-hue-test-en>

- 34.- Imagen recuperada de: <https://theyenews.com/ph/ano-ang-contrast-sensitivity-testing/>
- 35.- Grijalva 2024. Imágenes propias tomadas del gabinete de visión al color #6 de la Clínica de Optometría de la FES Iztacala, UNAM, Tlalnepantla de Baz, EDOMEX.
- 36.- Imagen recuperada de: <https://www.aboonline.org.br/details/2227/en-US/repeatability-of-contrast-sensitivity-testing-in-patients-with-age-related-macular-degeneration--glaucoma--and-cataract>
- 37.- Imagen recuperada de: <https://www.monografias.com/trabajos106/sensibilidad-contraste/sensibilidad-contraste2>
- 38.- Imagen recuperada de: <https://marsperceprix.com/mars-letter-cs-test>
- 39.- Imagen recuperada de: <https://www.visus.de/es/cribados/pruebas-de-vision-del-contraste/968/contrast-cards-hiding-heidi>
- 40.- Imagen recuperada de: <http://www.lea-test.fi/index.html?start=en/vistests/instruct/contrast/lowsymbo/lowsymbo.html>
- 41.- Imagen recuperada de: <https://core.ac.uk/download/pdf/289976181.pdf>
- 42.- Imagen recuperada de: https://megavision.pe/blog/lentes_coloreados_o_tintados.html
- 43.- Imagen recuperada de: <https://welabplus.com/2021/04/21/los-filtros-polarizados/>
- 44.- Imagen recuperada de: <https://www.calculisto.com/topics/ondas-electromagneticas-y-luz/419>
- 45.- Imagen recuperada de: <https://veabien.com.mx/blog/tips/por-que-mis-lentes-fotocromaticos-no-se-oscurecen-en-el-carro/>
- 46.- Imagen de cómo funcionan los filtros fotocromáticos. Imagen recuperada de: <http://grupo-nissi.com/nissi/index.php/filtros>
- 47.- Grijalva 2024. Imagen propia tomada del gabinete de visión al color #6 de la Clínica de Optometría de la FES Iztacala, UNAM, Tlalnepantla de Baz, EDOMEX.