UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

ANALISIS DE SEIS PRUEBAS DIFERENTES DE VISION CROMATICA EN LA CLINICA DE OPTOMETRIA Y EL COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES VALLEJO, UNAM.

T E S I S

PARA OBTENER EL GRADO DE:

LICENCIADO EN OPTOMETRIA

P R E S E N T A :

MONICA ISABEL LUNA CASILLAS

MES, 2017 TLALNEPANTLA, EDO DE MEX.

Universidad Nacional Autónoma de México
UNAM
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.

Dedicada:

A mi Mamá, por brindarme su inteligencia, llenarme de perseverancia, inspirarme y por confiar siempre en mí.

A mi Papá, por el amor y el apoyo.

A Ana mi ejemplo a seguir y a Nati por cuidar de mí.

A mis Abues, por ser mí ejemplo de sabiduría, alegría y fortaleza.

A mi Luz, que me guía y cuida desde el cielo.

Les amo ♡

Agradecimientos:

A la Doctora Myrna, por darme la oportunidad de aprender de ella cada día un poco más, por la confianza, el cariño y la amistad.

A los Tucanes, Alex, Moni, Dani y Anel, por el trabajo, compañía y amistad. Por llenar mi vida colores.

A Karlis, por su hermandad y cariño desde el primer momento.

A Iztacala, mi segundo hogar, a la Optometría Mi pasión.

Al proyecto PAPIIT RR200216, por la beca otorgada como apoyo a la titulación.

“De todas aquellas cosas que hagas
en la vida solo serán memorables las
que hiciste con el corazón”

INDICE

Introducción…… 6

Glosario…… 8

Antecedentes…….. 10

Planteamiento del problema……... 11

Trascendencia…… 14

Objetivos…….. 15

Capítulo 1: La visión cromática y sus teorías……..……. 16

Capítulo 2: Pruebas de valoración cromática…… 23

Metodología…… 32

Fases del Estudio……..….. 32

Recursos Humanos…… 40

Recursos Materiales……..…… 40

Resultados……... 42

Discusión……. 55

Conclusión…….. 57

Índice de Imágenes…… 59

Índice de Tablas…….. 60

Apéndice 1: Traducciones…….. 61

Apéndice 2: Formatos de Registro…….…….. 96

Apéndice 3: Consentimiento Informado……..…… 100

Referencias…….. 103

Introducción:

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo evaluar los métodos de diagnóstico de visión cromática que se encuentran actualmente en el mercado, para así proporcionarle al optometrista una idea aún más amplia de cómo se realiza el trabajo de aplicación y diagnóstico de cada prueba, con el fin de que este seleccione de manera más precisa la o las pruebas que sean mejor opción de aplicar acorde a las necesidades de su consulta.

Se contó con seis pruebas de evaluación cromática, tres pseudoisocromáticas (HRR, Matsubara y Color Visión) y tres de Ordenamiento (Farnsworth D15, Farnsworth-Münsell F100 y Lanthony D15 Desaturado), en todas se realizó el análisis y traducción de instrucciones y diagnósticos, para facilitar la aplicación, reporte e interpretación de resultados durante todo el estudio.

Las pruebas de valoración cromática existen bajo un patrón de diseño no específico y como cualquier prueba de evaluación surgen de teorías de comportamiento de los fotorreceptores, teorías que deben ser verificadas y estandarizadas para validar su precisión.

Las pruebas de valoración cromática, para resultar completamente fidedignas, deben contar con aspectos clave como, la descripción y propósito de cada una. Una de las lagunas más significativas cuando se utiliza una prueba de visión cromática es la dinámica de aplicación, dividida en las instrucciones que el autor debe proporcionar al aplicador, como lo serían el estado a procurar para la prueba, las especificaciones diagnósticas y las posibles variables de los mismos; así como las instrucciones que el evaluador debe dejar en claro al paciente a examinar.

Todas las pruebas utilizadas en el campo optométrico surgen de principios físicos, desarrollados en protocolos de investigación, las poblaciones cuentan con características diversas en todos los países, las variables de raza y estilo de vida modifican los resultados encontrados en cualquier prueba de evaluación visual, por tanto es esencial que todas las pruebas de valoración cromática cuenten con

datos del protocolo de investigación y desarrollo, como lo son las poblaciones en las cuales fue probada y estandarizada, así como las fuentes de información utilizadas.

Un amplio número de las pruebas utilizadas para valorar la Vision al color han sido diseñadas en países asiáticos y las traducciones de contenidos ya faltos de datos, se modifican al pasar de un idioma a otro, lo que altera los sentidos y contenidos de redacción generando aún mayores dificultades de aplicación y ampliando la diversidad de resultados.

Como solución a dichos problemas de aplicación y diseño, deberían de establecerse los elementos incluidos en las tablas de resultados, como indispensables en contenido de una prueba, así facilitarían y reducirían los falsos resultados por dificultades de comprensión.
Generando a la larga, números fidedignos de discromatopsias y sus tipos en las poblaciones evaluadas.

Glosario

- Agudeza Visual: Capacidad de resolución de estímulos visuales separados por un ángulo determinado
- Anomaloscopio: Instrumento de comparación cromática, utilizado para valorar la visión al color.
- Campo visual: Amplitud de ángulos de recepción y traducción visual.
- Color: “El aspecto de la percepción visual mediante el cual un observador puede distinguir diferencias entre dos campos del mismo tamaño, forma y textura tal que puedan ser debidas a diferencias en la composición espectral de las radiaciones relacionadas con la observación” -CIE
- Deutan: Prefijo utilizado en el área de la salud para referirnos al color verde.
- Deuteranomalía: Defecto de la visión al color, que se traduce en dificultad de percepción de las tonalidades verdes, a causa de disfunción parcial de los conos medios.
- Deuteranopía: Defecto de la visión al color, que se traduce en nula percepción de las tonalidades verdes, a causa de disfunción total de los conos medios. Ceguera a los colores verdes.
- Discromatopsia: Defecto en la visión al color, que se caracteriza por la disfunción total o parcial de los conos.
- Escala Münsell: Proyección tridimensional del espectro de luz visible con relación a tono, saturación y luminosidad.
- Farnsworth D15: Prueba de valoración cromática de ordenamiento, que consiste en 16 fichas coloreadas.
- Farnsworth-Münsell F100: Prueba de valoración cromática de ordenamiento, que consiste en 85 fichas coloreadas, divididas por longitud de onda.
- Lanthony D15 desaturado: Prueba de valoración cromática de ordenamiento, que consiste en 16 fichas coloreadas con saturación reducida.
- Longitud de Onda: Distancia que recorre una onda electromagnética en un tiempo igual a un periodo.
- Monocromatismo atípico o de cono: Defecto de la visión al color, que se traduce en la visión en blanco y negro por la disfunción total de los conos.

- Monocromatismo típico o de bastón: Defecto de la visión al color, que se traduce en la visión en blanco y negro por ausencia de los conos.
- Protan: Prefijo utilizado en el área de la salud para referirnos al color rojo.
- Protanomalía: Defecto de la visión al color, que se traduce en dificultad de percepción de las tonalidades rojas, a causa de disfunción parcial de los conos largos.
- Protanopía: Defecto de la visión al color, que se traduce en nula percepción de las tonalidades rojas, a causa de disfunción total de los conos largos. Ceguera a los colores rojos.
- Prueba de Ordenamiento: Prueba de valoración cromática que consiste en fichas coloreadas y numeradas, que deben ordenarse, conforme a similitud de tonalidad.
- Prueba Pseudoisocromática: Prueba de valoración cromática que consiste en láminas de combinación de colores, de patrones geométricos y numéricos, contenidas en libros.

  Sensación e interpretación ofrecida por el cerebro a la radiación luminosa.
- Sensibilidad al Contraste: Capacidad del sistema visual de discriminación específica de uno o más detalles similares en tonalidad, pero con diferencias de intensidad.
- Sistema CIE: Curva de ubicación cromática, que permite generar líneas de confusión exactas para cada longitud.
- Tricrómata: Denominación utilizada para definir a una persona capaz de diferenciar todos los colores pertenecientes al espectro de luz visible.
- Tritán: Prefijo utilizado en el área de la salud para referirnos al color azul.
- Tritanomalía: Defecto de la visión al color, que se traduce en dificultad de percepción de las tonalidades azules, a causa de disfunción parcial de los conos cortos.
- Tritanopía: Defecto de la visión al color, que se traduce en nula percepción de las tonalidades azules, a causa de disfunción total de los conos cortos. Ceguera a los colores azules.

Antecedentes:

Sao Paulo Brasil, Julio de 2008; Chaves, compara las pruebas Farnsworth D15, Lanthony D15 y Roth 28, en la aplicación a dos casos con diagnóstico previo de discromatopsias, demostrando así que la prueba de Ishihara, cuenta con un 85 a 95% de sensibilidad y especificidad, destacando la eficacia diagnóstica del Lanthony D15, concluyendo que es necesario el apoyo en pruebas complementarias al diagnóstico de discromatopsias con las láminas de Ishihara. (1)

Rueda, Agosto del 2008, mediante la comparación de dos grupos de 30 personas en su totalidad, 15 con diagnóstico previo de discromatopsias probó la efectividad de un software experimental de ordenamiento, divididos en 4 grupos de tonalidad, demostrando la efectividad igual en su totalidad del software en relación al diagnóstico de los mismos con el Farnsworth D15, mostrando diferencias de portabilidad, métodos y tiempos aplicación. (2)

Tras la construcción manual del Prueba de Holmgren y un instructivo de la aplicación del mismo, Pretel en 2008, mediante un estudio aplicado a 40 conductores divididos en dos grupos 20 del sector privado sin alteraciones visuales y 20 del segundo grupo con diagnóstico previo de discromatopsias, destaca el funcionamiento del D15 frente al 95% de efectividad del Prueba de Holmgren. (3)

Mejía en colaboración con Argucia en 2015, Comparó la efectividad diagnóstica del Farnsworth-Münsell F100 manual y de la misma prueba en su versión digital, en estudiantes de 16 a 25 años de edad de la universidad Nacional de Nicaragua, encontrando que la prueba computarizada muestra un 76% de sensitividad y 80% de especificidad, concluyendo que la Prueba Farnsworth-Münsell F100 no presenta la misma efectividad de detección de anomalías que la misma prueba en su versión manual, y mostrando que del total de los participantes un 72.38% prefieren la aplicación de la prueba en su versión manual. (4)

Planteamiento del Problema:

En el ojo humano se encuentran células para la detección de la visión a los colores, los conos; estos específicos por tonalidad (Rojo, Verde y Azul) se estimulan a través del contacto con la longitud de onda característica de cada color. (5)

La capacidad de recepción de estos tres tipos de longitudes de onda permite al sistema visual generar proyección a nivel cerebral de colores. Los colores primarios son basados en la luz reflejada de los pigmentos aplicados en la superficie. Según las combinaciones que se den, podemos percibir la amplia gama de colores, teniendo una estimación que el ser humanos es capaz de identificar cerca de 8,000 colores traducidos a nivel cerebral. (5) (6) (7)

La visión al color complementa y enriquece a la visión de formas y los movimientos. Por tanto, el estado óptimo de las células cromáticas es elemental para la vida diaria, el aprendizaje, la convivencia y sobre todo en la elección vocacional. Se estima que alrededor de 100 oficios y profesiones requieren de visión cromática estable del empleado, entre los que destacan, policías, bomberos, pilotos, personal de salud y transportistas, que de no contar con valoración de visión cromática podrían cientos de vidas en riesgo. (8) (9)

Se conocen dos tipos de anomalías basadas en la forma de adquisición del defecto. Se han encontrado los defectos congénitos, como lo son las afecciones a los Rojos-Verdes, de las cuales estudios, como el “Prevalence of Colour Blindness in Young Jordanians” realizado en 1,418 jóvenes universitarios en diciembre del año 2000, revelan que alrededor de un 8.7% de la población mundial masculina es afectada por estas de manera binocular, así como anomalías adquiridas en las gamas Azules-Amarillos de forma monocular, posteriores al consumo de sustancias tales como drogas sintéticas, medicamentos no controlados, alcohol, tabaco; y en padecimientos generales como lo son la diabetes, hipertensión y patologías específicas tales como glaucoma y catarata, siendo las de mayor afectación a nivel ocular. **(2) (10)**

Las anomalías cromáticas también pueden diferenciarse por el tipo de células afectadas, las Protán cuando el daño se encuentra en los conos rojos, Deutan para los verdes y Tritán para los azules. (2)

Y como última categorización de los daños cromáticos, encontramos la severidad, cuando los conos pertenecientes a cualquiera de las longitudes se encuentran dañados de manera parcial se dice que encontramos una anomalía al color, si el cono no se encuentra presente o es completamente disfuncional podemos definir una ceguera al color perteneciente de los conos ausentes. (5)

En la actualidad se cuenta con una amplia cantidad de pruebas para la evaluación de la visión cromática. Estas se han desarrollado a lo largo de diferentes épocas y en diversos países, sin embargo, aún no se cuenta con un método certero que indique de manera fidedigna como se encuentra la visión cromática de una persona, ya que la mayoría de las pruebas existentes están basadas en el análisis subjetivo de la visión al color. (3)

De las pruebas de evaluación cromática subjetiva se cuenta con dos tipos generales, las primeras las pruebas de ordenamiento como el Farnsworth-Münsell F100, D15 y el Lanthony D15 desaturado, todas basadas en la escala de Münsell. También existen las llamadas pruebas pseudoisocromáticas, que son libros de impresión de imágenes generalmente tomadas del sistema CIE, a través de líneas de confusión cromática. Tales como el ya conocido Ishihara, utilizado desde 1917, para la valoración de los defectos Congénitos Verde-Rojo. (2) (3)

Ambos tipos de pruebas catalogan la visión cromática en tipo de defecto sin embargo aún existen lagunas de diagnóstico, ya que a pesar que algunas pruebas como D15 aseguran proporcionar un diagnóstico cuantitativo de las anomalías y cegueras a los colores, no existe un método objetivo que especifique la cantidad de conos afectados a nivel retinal. Por otro lado, las láminas de ensayo pseudoisocromaticas más utilizadas, como el Ishihara son sólo un 50 por ciento eficaces en el diagnóstico de personas con defectos en la visión cromática; debido a que no da más que una evaluación superficial del estado de la visión al color,

además se ha encontrado que su efectividad varía dependiendo las condiciones de iluminación. Se puede utilizar como una buena prueba de escaneo áspera para la ceguera de color rojo-verde, pero al hacerlo la mayoría de las placas podrían ser desechadas. Los resultados obtenidos dependen en gran medida de la iluminación utilizada. La prueba no proporciona un diagnóstico cualitativo (Protan o Deutan), ni cuantitativo (anomalía o ceguera) adecuado y puede dar un diagnóstico incorrecto. Los resultados obtenidos por esta prueba deben desecharse a menos que sean verificados por otros tipos modernos de pruebas. (11)

El hecho de que existan en la actualidad más de una prueba de evaluación cromática, brinda al optometrista una amplia posibilidad de métodos de diagnóstico de visión al color, sin embargo, no todas las pruebas están diseñadas bajo la misma estructura y con la misma precisión diagnostica, incluso varias de ellas no han tenido ediciones o modificaciones desde su creación, además los catálogos de compra no especifican las características propias de cada prueba, lo que dificulta la selección. Por tanto, es necesario aplicar y evaluar una o más pruebas para poder elegir acorde a las necesidades de consulta la o las pruebas que cubran los requisitos básicos de diagnóstico y los establecidos por el optometrista.

Trascendencia:

El fin de la presente investigación es proporcionar al optometrista datos de las pruebas de valoración de visión cromática Farnsworth D15, Lanthony D15 Desaturado, Farnsworth-Münsell F100, HRR, Matsubara y Color Vision, características que no se encuentran en la bibliografía o en catálogos de compra.

Esto gracias al trabajo con las mismas, lo que se traduce en facilitar la elección de aplicación de una prueba según los diversos entornos de trabajo que nos encontramos, ya sea la detección de discromatopsias congénitas o adquiridas, su denominación según los conos afectados “Protan, Deutan o Tritan” e incluso la severidad de las mismas, anomalías o cegueras.

El poder aplicar más de una prueba en diferentes grupos etarios, ayuda al evaluador a conocer todas las características, ventajas y desventajas de cada prueba. Así como las dinámicas de evaluación más efectivas a la hora de trabajar con cada tipo de pacientes, las variaciones de instrucción y las características básicas que debe cumplir un paciente para considerar que la evaluación realizada arrojara datos verídicos y confiables. Para en un futuro promover la inclusión de la evaluación visual cromática como elemento esencial de la consulta optométrica en México.

Objetivo General:

Analizar la efectividad de las pruebas de valoración cromática existentes en el mercado.

Objetivos específicos:

- Definir las pruebas de ordenamiento y pseudoisocromaticas.
- Traducir las instrucciones, diagnósticos y formatos de registro de cada prueba.
- Diferenciar los diagnósticos proporcionados por las pruebas de evaluación cromática.
- Aplicar las diferentes pruebas en los dos recintos de la UNAM.
- Adecuar la instrucción de aplicación de cada prueba.
- Identificar las pruebas de menor entendimiento.
- Decidir la o las pruebas con mayor exactitud.

Capítulo 1: La visión cromática y sus teorías.

La visión está compuesta por 4 factores complementarios que permiten al ser humano hacer un análisis exhaustivo y completo del mundo que los rodea, a su vez facilita la integración y relación con el entorno, al igual que lo posibilita de generar desarrollo cognitivo. (12)

El primero 'Agudeza Visual', se puede definir como, la capacidad de resolución de estímulos visuales separados por un ángulo determinado, esto quiere decir, la facilidad y precisión de interpretar un estímulo de tamaño establecido. Es llevado a cabo gracias a las células fotorreceptoras llamadas conos, se encuentran distribuidas en la retina en la zona macular y foveal, siendo esté ultimo el sitio más importante de visión para el ser humano, ya que a través de él obtenemos la mayor calidad de visión posible, siendo ahí la zona de enfoque central. La agudeza visual alcanza su máximo desarrollo aproximadamente a los 6 meses de vida. (13)

Como segundo factor tenemos ' Sensibilidad al contraste' que se traduce como la capacidad del sistema visual de discriminación especifica de uno o más detalles similares en tonalidad pero con diferencias de intensidad, mientras mayor sea la sensibilidad al contraste la capacidad de discriminación de dos imágenes de misma tonalidad y casi igual en su intensidad será más precisa, en caso de bajos niveles de sensibilidad al contraste se requerirá de mayor diferencia de intensidad para discriminar un objeto de otro. (14)

Continuamos como tercer punto con el campo visual, este se obtiene gracias a la amplia distribución de células fotorreceptoras a través de la retina y permite al ser humano obtener visión en ángulos diferentes al de enfoque central. El campo visual da al ser humano la capacidad de desplazamiento en su medio, a la vez que lo mantiene alerta de lo que ocurre en las zonas alejadas de su enfoque principal.

Abarcando desde 30° centrales, 60° en zonas nasales y superiores, 70° para la visión inferior y hasta 90° en las zonas de visión temporal. (15)

Y, por último, pero no menos importante, la visión cromática que se define como la capacidad de los conos de transmitir impulsos nerviosos para cada longitud de onda. El espectro visible capaz de traducir el ojo humano en condiciones óptimas de iluminación abarca desde los 380 nm a los 780nm. (5)

Los conos son las células fotorreceptoras encargadas de la visión fina y cromática tiene capacidad especifica de traducción de longitudes de onda de 450 nm para los conos azules, de 530 nm para los verdes y de 670 nm para los rojos. Distribuidas de manera macular, perifoveal y foveal respectivamente. Sin embargo, aunque se cree que se puede estimular a los conos en su individualidad con los monocromatismos de luz, se sabe también que, la luz fotocromática de una tonalidad puede estimular a un porcentaje de los conos no pertenecientes a su tipo. Explicado por Young en su complemento a la teoría de visión tricrómata. (3) (16) (17) (18)

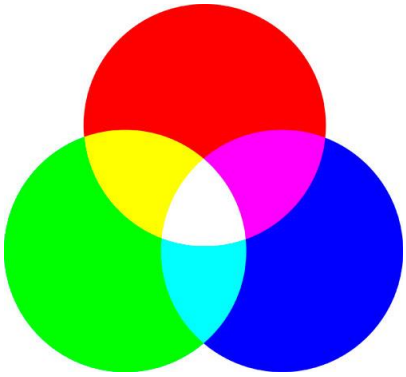


Imagen 1. Circulo cromático aditivo

La recepción y traducción de estas tres longitudes de onda en conjunto permite al ser humano generar a nivel neuronal la traducción de más de 8 mil colores diferentes. A esta capacidad del sistema visual y proyección cerebral se la conoce como visión Tricrómata. (7)

Se han generados teorías que tiene como objetivo explicar el funcionamiento de la visión Tricrómata, las dos más relevantes son la teoría Tricrómata y la Teoría de los Procesos opuestos. (18)

La primera explica como ya antes lo habíamos mencionado, que la visión al color se da tras un proceso de adición de tres longitudes de onda consideradas como primarias, rojas, verdes y azules; llamadas así ya que ninguna de ellas surge de otras adiciones y fundamentándose en el hecho de la presencia de conos específicos para cada longitud, propuesta por Young y complementada por

Helmhontz en 1987 con la curva de sensibilidad espectral para cada color, concluyendo que los conos pueden ser estimulados por más de una tonalidad luminosa. (18)

Fue probada en estudios realizados de 1962 a 1965, por Rushton, consistían en realizar mediciones a través de la exposición a haces de luz, registró la cantidad de luz reflejada al exterior; Calculando la diferencia entre la luz enviada a los fotopigmentos y la reflejada por estos mismos, obtuvo una estimación de la cantidad de luz absorbida en retina, para cada longitud de onda. La segunda fase consistía de la exposición a haces de luz monocromáticos, esperando obtener mayor absorción de los conos pertenecientes a la longitud lanzada y absorción reducida pero significativa en la pareja restante de fotopigmentos. (18)

La segunda propone que la visión cromática se lleva a cabo a través de proyección de imágenes fantasma, dando así solo dos relaciones neuronales azul-amarillo y rojo-verde. Hering, explica que los colores están dispuestos en dúos contrarios, esto basándose en la observación subjetiva de que existen combinaciones cromáticas no visibles para el humano, como lo serían los rojos verdosos o amarillos azulados, por tanto las neuronas especificas aumentarían su actividad durante la exposición a un color de cada pareja (ej. Rojo), mientras que para el restante (ej. Verde) la actividad de esta se encontraría disminuida. Así también surgió una tercera relación neuronal acromática blanco-negra, fundamentada bajo el mismo principio. Por tanto para probar esta teoría bastaría con estar expuesto a un estímulo monocromático por tiempo prolongado de 30 a 60 seg, posteriormente dirigir la mirada a otra superficie y encontrar la imagen observada de tonalidad opuesta al estímulo inicial, este fenómeno ha sido nombrado también adaptación cromática. (18)

Si bien es cierto que al analizarlas en conjunto se contradicen. Ahora se ha comprobado que ambas definen aspectos diferentes de la visión cromática, la primera estipula la capacidad de diferenciación de todo el espectro de luz visible y la segunda da explicación a la formación de post imágenes cromáticas. (19) (20)

Basándonos entonces en que la visión al color se compone de la traducción de tres tipos de células diferentes podemos definir entonces que, así como existen anomalías en la visión tales como las refractivas por simple imperfección de la anatomía humana, existen también factores que afecten la percepción cromática. (21)

En 1794 tras un estudio detallado de la visión propia y de su familia, John Dalton descubrió la discromatopsia más común, la congénita, gracias a este hallazgo las discromatopsias fueron conocidas durante mucho tiempo como 'Daltonismo'.

Este tipo de anomalías dadas por dos factores claramente identificados se conocen como **discromatopsias** y se pueden clasificar en tres maneras principales: por causa, intensidad y por la longitud de onda que se encuentra afectada. (2) (19) (22)

La causa principal de una discromatopsia es la congénita; se ha identificado que alrededor de un 8% de la población padece una discromatopsia a causa de mutación en el cromosoma X, siendo así afectados mayormente los hombres. (2) (22)

La segunda causa de afección cromática son las patológicas, que se dan tras el deterioro de células fotorreceptoras secundaria a una patología sistémica u ocular o la dificultad del tránsito luminoso a través las estructuras oculares por las mismas causas. (2)

En la clasificación por discriminación del color encontramos que una discromatopsia puede ir desde una ceguera a una o más longitudes, hasta una anomalía o disminución de la percepción de las mismas. Esto quiere decir que la intensidad depende de los conos que se encuentren afectados. (9) (19)

Entre las cegueras encontramos como primer punto el monocromatismo que se define como la incapacidad de traducir los impulsos luminosos en diferentes longitudes de onda. (9) (19)

Este a su vez se divide en dos clases el monocromatismo de bastón o típico en el cual, los conos interpretadores de la visión cromática no se encuentran presentes en la retina. (9) (19)

Y la segunda división el monocromatismo atípico o de cono. En estos casos a pesar de existir los conos correspondientes a las tres longitudes de onda, estos no realizan la función de interpretación cromática, por tanto, solo proporcionan visión fina. Identificándose entonces como visión en blanco y negro, se considera que un 0.3% de la población es portador del monocromatismo. (19)

La siguiente clasificación para las cegueras se da por particularidad de longitud de onda definida como dicromático, en este tipo de ceguera solo se encuentra afectada una sola longitud de onda ya que la función de tal cono, azul, verde o rojo dependiendo el caso se encuentra totalmente cesada.

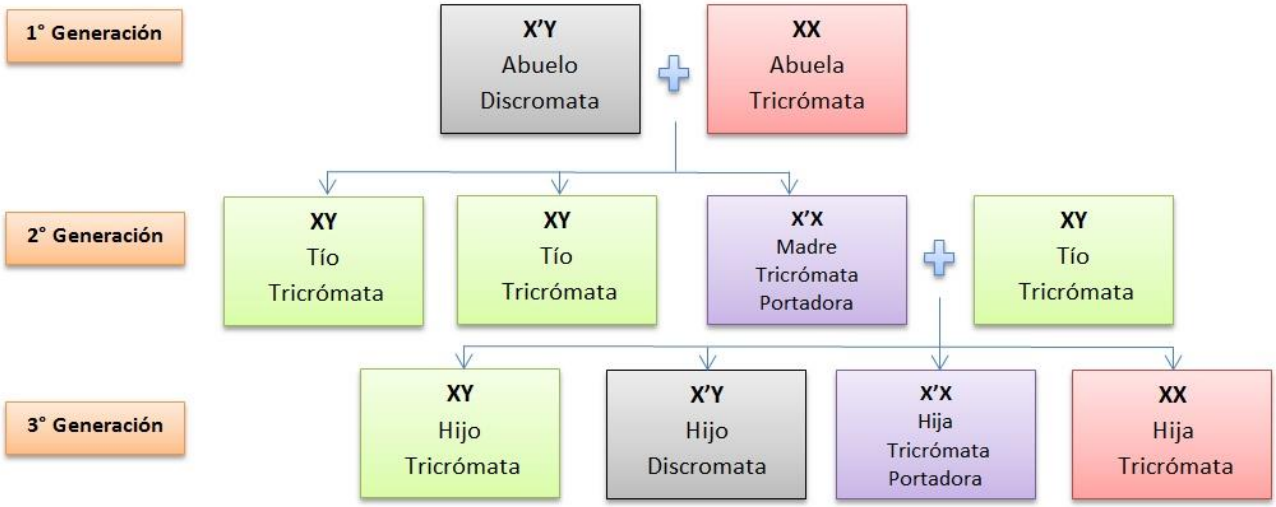


Imagen 2. Diagrama de discromatopsias congénitas.

La última clasificación por discriminación del color son las anomalías, que al igual que las cegueras solo afectan a una longitud de onda específica, solo que en este caso el cono si tiene función, pero se encuentra reducida. (7) (12) (19)

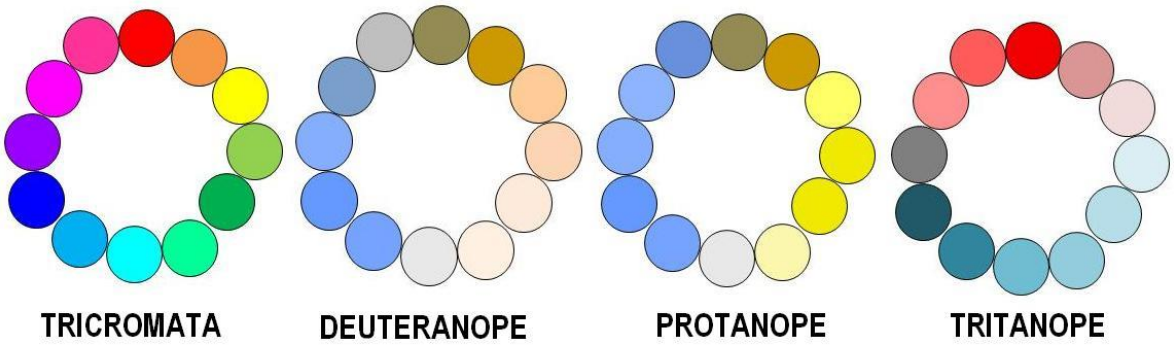


Imagen 3. Ejemplo comparativo de la visión cromática de pacientes tricrómatas, deuteranopes, protanopes y tritanopes.

Por otra parte, las deficiencias cromáticas se distinguen también por la longitud de onda que se encuentra afectada en cada caso o denominación, siendo esta la última diferenciación. Las afecciones en los conos de percepción roja (650 nm) se denominan PROTAN, definiéndose Protanomalía cuando la discromatopsia es tan solo una anomalía sin afectación severa y Protanopía en caso de ceguera. (5)

Las deficiencias cromáticas para la longitud de onda verde (530 nm) son utilizadas bajo el termino DEUTAN, Deuteranomalía en caso de resultar una reducción de la función del cono y Deuteranopía cuando encontramos una ceguera. (2) (5)

Ambas afecciones son definidas como anomalías o cegueras congénitas, que como ya recordamos solo se obtiene tras la mutación del cromosoma X. (2) (5) (9)

Estos tipos de anomalías se dan desde el nacimiento y se caracteriza por la confusión de los colores rojo-verde. (2) (5) (9)

Para las anomalías y cegueras a las longitudes azules utilizamos la denominación TRITAN, definiendo a las Tritanomalías y Tritanopías discromatopsias adquiridas a consecuencia de patologías como lo son las Cataratas, Retinopatías diabéticas e

hipertensivas o posteriores al consumo de sustancias tóxicas, tales como drogas o medicamentos por lapsos prolongados.

Habiendo definido ya las clasificaciones de las discromatopsias podemos dar entonces una diferenciación exacta de las nomenclaturas de esta. (2) (5)

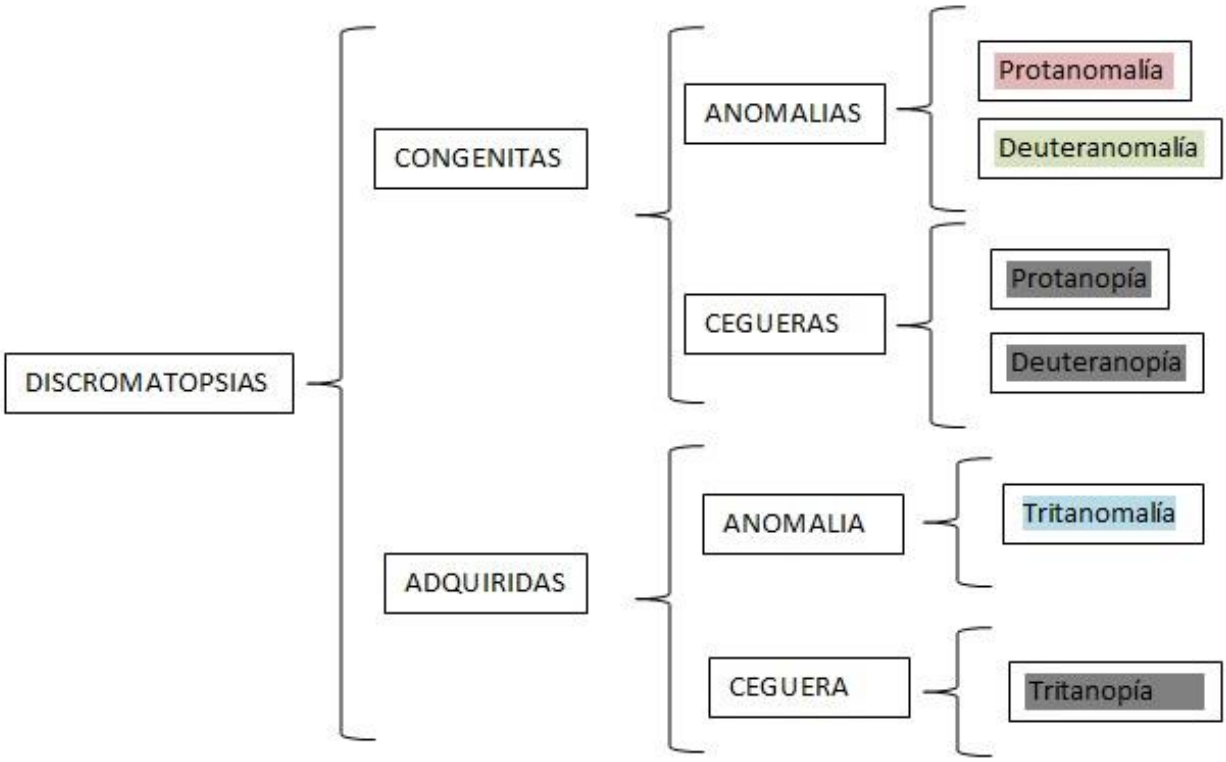


Imagen 4. Diagrama de clasificación de discromatopsias más comunes.

CAPITULO 2: Pruebas de valoración cromática

Valorar la visión es mucho más que la simple toma de agudeza visual (Av), como ya lo explicamos anteriormente la visión consta de elementos importantes que posibilitan al ser humano interacción con el entorno y aprendizaje, todos estos elementos cuentan con una o más formas de valoración que permiten al optometrista conocer el estado de visión de un paciente. (7) (21)

Por tanto, para referirnos a un paciente visualmente sano contemplamos que la Av del mismo debe ser valorada en 20/20 para cada ojo y en conjunto igual o mejor; con o sin ayuda óptica, además de contar con campo visual estable y sensibilidad al contraste dentro de los parámetros. (13)

Valoramos la agudeza visual al colocar al paciente frente de nuestra cartilla y rectificar que los optotipos que observe sean iguales a los plasmados, gracias a la campimetría podemos asegurarnos que tan amplia y estable se encuentra la extensión visual del paciente y mediante una cartilla pero, ¿qué sucede al valorar la visión al color? Para valorar cualquier anomalía visual, es necesario conocer cómo se encuentra el ojo de manera regular, qué es lo que observa una persona normo visual, pero es necesario también saber, como es la visión al enfrentarse a alguna alteración. (3) (21)

ren.

Sin embargo, los primeros métodos de evaluación cromática no estaban basados en un hecho fiel de la percepción discromata. Surgieron a partir de 1830 instrumentos de evaluación que pretendían diagnosticar las discromatopsias más comunes, las congénitas. (3)

En 1837 una prueba coloreada creada por Seebeck inició esta ardua labor de lograr plasmar en un instrumento un método diagnóstico para la visión cromática, acto seguido una prueba conformada por lanas de colores producida por Holmgren en 1877 comenzó a comercializarse, tan solo 10 años después la primer Prueba de láminas pseudoisocromaticas vio la luz confeccionada por Stilling.

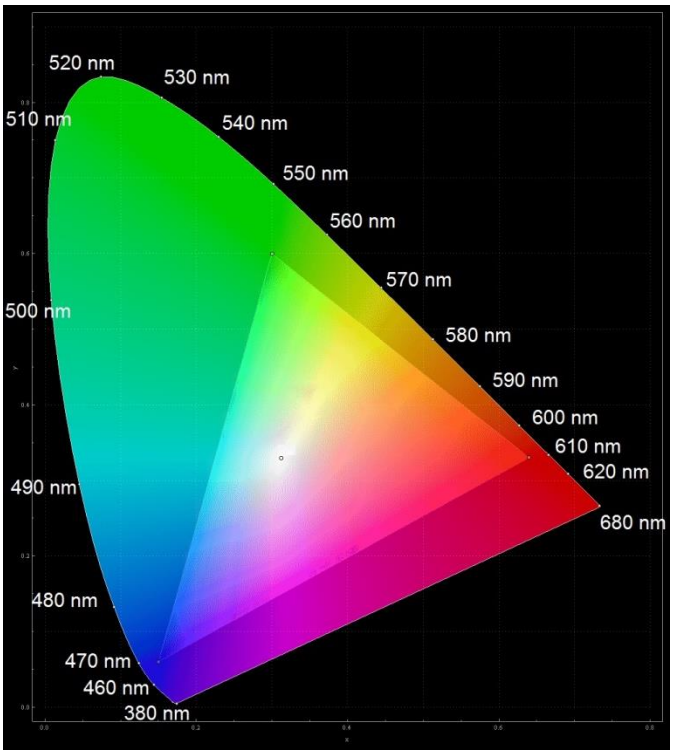


Imagen 6. Sistema CIE de Cromaticidad

Sin embargo, al no contar con un principio óptico avalado, todas resultaban imprecisas. (3) (21)

Rayleigh fue el creador del primer anomaloscopio basado en la mezcla de dos longitudes de onda roja de 670 nm y verde de 545 nm, con el objetivo de igualar un amarillo de 585 nm. (18) (19)

La fórmula original para el anomaloscopio ideada por Rayleigh fue puesta en práctica y perfeccionada por Nagel en 1907 comenzando así la comercialización de este. A partir de él surgieron dos anomaloscopios conocidos, el primero ya antes mencionado funcionaba para las anomalías congénitas y Nagel mismo creó posteriormente bajo el mismo principio uno específico para las anomalías adquiridas, las tritan. Otros anomaloscopios fueron desarrollados con el tiempo, sin embargo, ninguno tuvo alcance similar al de Nagel. (3) (19) (21)

La Comisión Internacional de Iluminación en 1931 mediante la igualación de colores pertenecientes a las tres longitudes de onda aditivas, diseño un formato

plasmado en forma de triángulo, contiene todas las longitudes de onda pertenecientes al espectro de luz visible en el trazo perimetral conocido como locus y la zona central del gráfico es representada por el color blanco (19) (23)

Pero fue hasta 1935 que basado en el sistema CIE que Pitt logró representar rectas isocromáticas o también llamadas líneas de confusión. Estas rectas son seleccionadas al unir una longitud de onda del gráfico con otra del mismo y que la línea formada entre ambos, cruce a través del centro del grafico o del color blanco. (21)

Este principio de líneas de confusión fue el detonante del diseño de pruebas de visión cromática más precisas.

Otro hallazgo importante se dio en 1950 cuando Albert Münsell desarrollo un sistema de orientación cromática precisa a nivel tridimensional, definiendo así tres aspectos descriptivos del color: Tono, luminosidad y saturación. (3)

El tono se traduce como la diferencia de longitud de onda entre un color y otro, la luminosidad es el signo de percepción de mayor o menor luz y la saturación se define con la pureza del tono, mientras más blanco contenga menor será la saturación. (7) (23)

Las pruebas de visión cromática más conocidas en la actualidad se dividen en dos grupos según el diseño optado, las pseudoisocromaticas y de ordenamiento. (21) (23) (24)

Las **pruebas pseudoisocromáticas** se caracterizan por ser libros de láminas con diseños ya sea de figuras o números que basados en el sistema CIE son sencillas de observación para un tricrómata, sin embargo, representan dificultad para los pacientes dicromatas dependiendo de la anomalía al color que presenten. (24)

La prueba pseudoisocromática más conocida es Ishihara, este es utilizado solo para la detección de anomalías congénitas y existen dos presentaciones: la original consta de 38 láminas y en el segundo solo se encuentran 24 láminas que

son las utilizadas para la evaluación de la severidad de la discromatopsia. Fue elaborado en 1917 en la universidad de Tokio por el Doctor Shinobu Ishihara. (24)

Está compuesta por láminas de puntos de colores que forman patrones numéricos, se aplica de manera monocular y la primera lámina es visible para todos; tricrómatas y discromatas, ya que se encuentra fuera de las líneas de confusión; a partir de la lámina 2 y hasta la lámina 9, un discromata congénito puede emitir respuesta al patrón proyectado, pero no coincidirá con el de la visión de un Tricrómata. (19)

Desde la lámina 10 a la 17 el paciente discromata no percibirá ninguna imagen o la respuesta de este será un patrón sin sentido. Las láminas 18 a 21 se presentan con un patrón diferente, en estas ya no se muestran números, están diseñadas como caminos de colores, en esta parte podemos distinguir a un paciente con anomalías cromáticas ya que ellos manifestaran percibir patrones numéricos. Y las láminas posteriores a la 21 y hasta la 27 nos servirían para distinguir si la anomalía es de denominación protán o deután. (19)

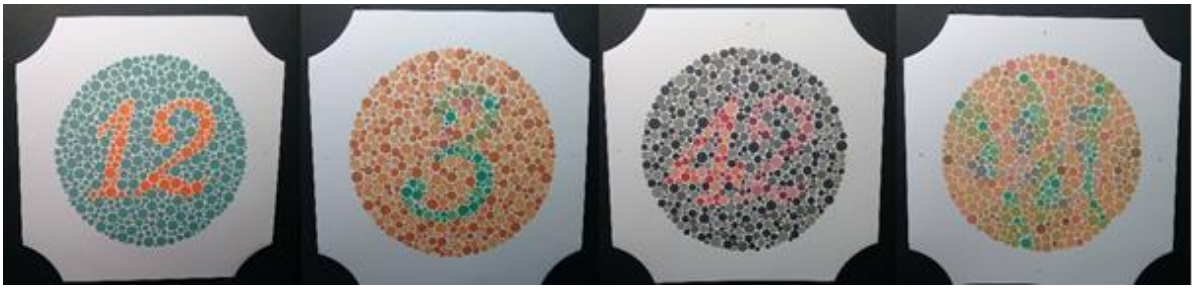


Imagen 7. Prueba Ishihara Láminas 1, 5,17 y 22.

Las láminas restantes son complementarias para la evaluación, pueden ser usadas para pacientes a los cuales se les dificulte expresar los números.

Sin embargo, desde hace tiempo y hasta hoy en día se considera que los resultados obtenidos tras la aplicación del Prueba de Ishihara cuentan con tan solo un 50% de efectividad, estos por factores externos variables un ejemplo la iluminación requerida al momento de aplicar el Prueba. (11)

Imagen 8. Prueba Ichikawa

Una variable de esta misma prueba es el Prueba de Ichikawa, que consiste en 19 láminas cromáticas, basada también en patrones numéricos, las primeras 4 son utilizadas para ejemplificar la prueba, las láminas 5 a 14 se utilizan para diagnosticar si existe una anomalía cromática, dos errores o más catalogan al paciente como discromata y las láminas restantes lo diferencian entre protan o deutan, sin dar determinación de severidad. (17)

Otro Prueba de láminas pseudoisocromaticas es el de Matsubara, esta se modifica al ser una prueba que se puede valorar en infantes, ya que utiliza figuras como animales y flores de identificación sencilla para cualquier observador, al igual que las dos antes mencionadas solo funciona para el diagnóstico de anomalías cromáticas congénitas, se valora de manera monocular y a diferencia de las anteriores no cuenta con láminas de ejemplificación, por tanto puede identificarse a un paciente discromata desde el momento de inicio de la prueba. Consta de 10 láminas, las primeras 6 sirven para identificar si un paciente es discromata, y las últimas 4 determinan si la anomalía se encuentra en los rojos (protan) o en los verdes (deutan) además de proporcionar un estimado de la severidad ya sea anomalía o ceguera. (5) (12) (19)

HRR es una de las pruebas pseudoisocromaticas más recientes en ser publicados fue desarrollada en 1954 a diferencia de los antes mencionados, este presenta patrones coloreados de formas geométricas sobre fondos de puntos grises, se debe valorar sin luz ambiental e iluminada por una lámpara especial para la prueba. Este a diferencia de los anteriores ofrece diagnóstico de discromatopsias tanto congénitas como adquiridas.

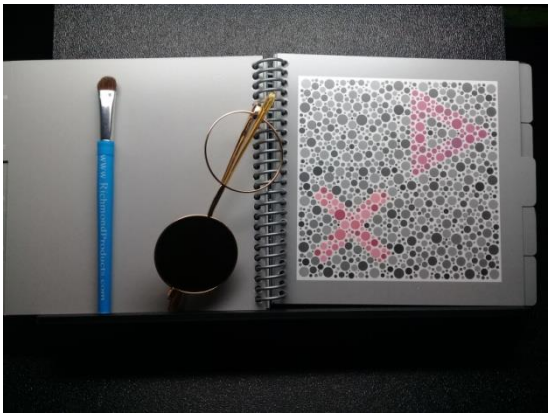


Imagen 9. Prueba HRR 4° Edición.

Se valora de manera monocular y consta de 24 láminas, las primeras 4 en color púrpura para la ejemplificación. Se le pide al paciente que identifique que figuras son las presentadas, en qué cuadrante se encuentran, de qué color son y con un

pincel contenido por la misma se le pide que trace la figura que encuentre, la secuencia de aparición puede ir desde 2 figuras, 1 o ninguna presente. Esta es la instrucción general para toda la prueba. (25)

A partir de la lámina 5 se comienza la valoración de la visión cromática, las dos primeras láminas son necesarias para definir si la anomalía es adquirida (azul-amarillo) y las cuatro siguientes para las congénitas (rojo-verde), al aplicarlas es importante tomar en cuenta la cercanía de las láminas con el observador, ya que tanto agudeza visual y sensibilidad al contraste del mismo puede modificar el resultado. Cuando la respuesta del examinado concuerda con la plasmada en las láminas puede detenerse la prueba y denominarlo tricrómata. (25)

Las láminas 11 a 20 tienen la función de valorar las discromatopsias congénitas, y dan distinción sobre si la línea afectada es la protan o la deutan, mostrando en cada lámina una figura para cada discromatopsia, la columna que tenga mayores aciertos será la deficiencia cromática del paciente y para valorar la intensidad el registro indica que mientras mayor sea la saturación mostrada en la lámina, la afección es mayor. (25)

Las últimas cuatro láminas son utilizadas para el diagnóstico de las anomalías adquiridas, con columnas independientes para el azul y una para el amarillo, siguiendo el modo de interpretación ya antes mencionado. (25)

Es importante tomar en cuenta sobre todo para la valoración del Prueba HRR, que el paciente debe contar con Av visual estable y aplicarla primordialmente con la mejor corrección, ya que reducciones de agudeza visual pueden ocasionar variaciones en los resultados, debido a la sensibilidad al contraste, que va directamente relacionada a la diferenciación por saturación. (25)

Para denominar a un paciente tricrómata puede haber dos variaciones de resultados. La primera es acertar en las 6 láminas iniciales de diagnóstico y la segunda es haber fallado en una o más láminas de las mismas 6 de diagnóstico, pero acertar en todas las posteriores. (25)

La siguiente clasificación para las pruebas de visión cromática son las de ordenamiento o también nombradas de Farnsworth, consisten en series de fichas coloreadas acorde al sistema de longitud de onda Münsell, numeradas al reverso, que el paciente debe de ordenar acorde a la similitud de color entre una ficha y otra, todas las pruebas comienzan con una ficha piloto en tonalidad azul, que va cambiando según la longitud de onda, pasando por los verdes, amarillos, rojos y morados. (2)

De estos existen varios tipos, el más amplio conocido como D100, que en su versión original constaba de 100 piezas elegidas de todo el sistema para ser ordenadas por cambio de tonalidad, sin embargo al ser la longitud de onda amarilla más corta, había dificultad de ordenamiento incluso para los tricrómatas, por tanto se eliminaron 15 piezas correspondientes a tal longitud de onda facilitando así el ordenamiento, en su presentación actual la prueba consta de 85 fichas divididas en 4 grupos a ordenar por similitud de cromaticidad. (23)

Imagen 10. Prueba Farnsworth D15

Deben ordenarse en cuatro estuches, que van de rojo a verde el primero, de verde a azul el segundo, de azul a violeta y el ultimo de violeta a rojo. Todas las fichas contienen en la parte inferior la numeración correspondiente al orden correcto, que deben reportarse en un círculo grafico ya sea impreso o su versión más actual de software. (26)

Extraído de este el más utilizado es el denominado Farnsworth D15, que facilita la valoración cromática, al igual que el anterior, la forma de valoración consiste en el ordenamiento de las fichas por similitud cromática, comenzando con un piloto en tono azul, que el examinador debe colocar como inicio del ordenamiento. Las fichas numeradas se ordenan en una línea recta y permite valorar anomalías congénitas y adquiridas, si el orden reportado por el paciente coincide con la numeración se denomina tricrómata y este mismo diagnóstico puede tener una variable si falla en el acomodo de un par de piezas invertidas, por ejemplo que del

orden habitual invierta el 5 y el 6, puede considerar tricrómata, pero es necesario valorar la sensibilidad al contraste. (26)

Estos son los posibles patrones a obtener durante la evaluación, con diagnóstico de tricrómata. (26)

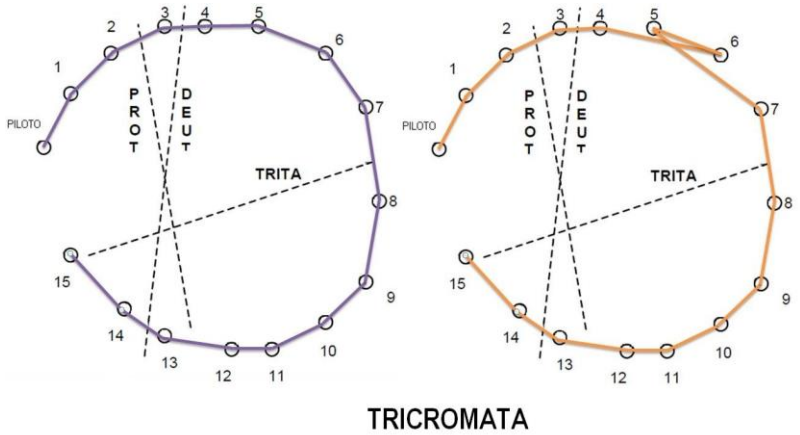


Imagen 11. Diagnóstico de Farnsworth D15 esperado en pacientes tricrómatas.

Cada discromatopsia cuenta con un eje de desviación, y si se encuentran 3 picos de desviación seguidos la discromatopsia es una ceguera. (26)

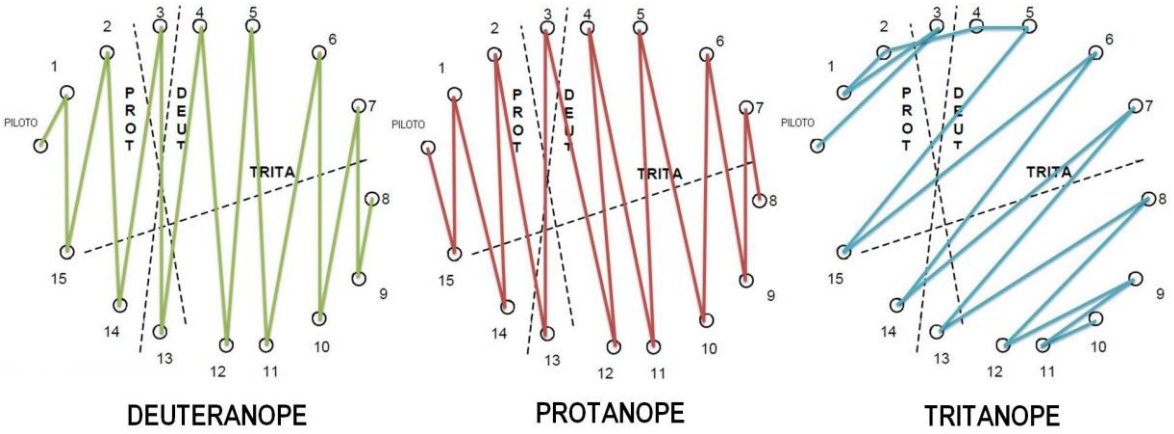


Imagen 12. Diagnóstico de Farnsworth D15 esperado en pacientes cegueras al verde, rojo y azul respectivamente.

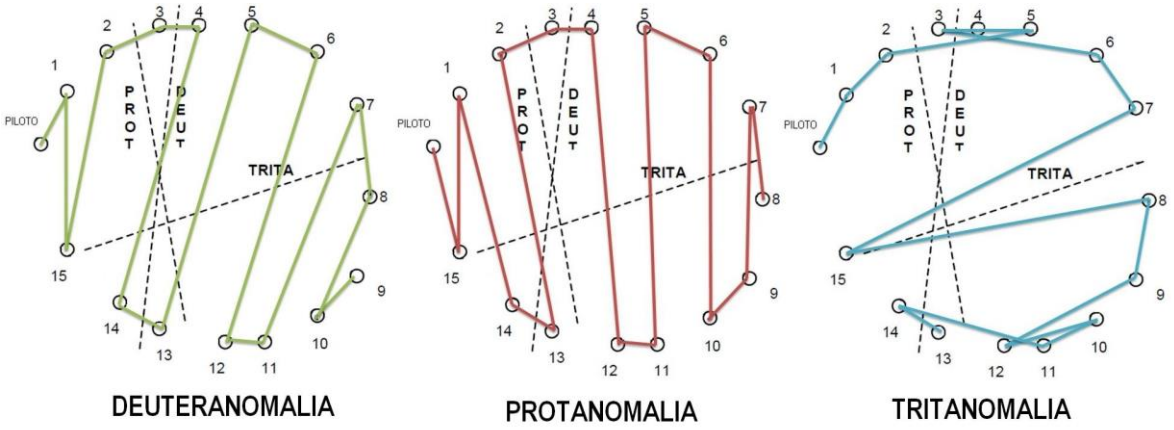


Imagen 13. Diagnóstico de Farnsworth D15 esperado en pacientes con anomalías al verde, rojo y azul respectivamente

Utilizando exactamente la misma forma de aplicación y reporte encontramos el D15 Desaturado, que es una modificación del anterior, este evalúa de manera más precisa la deficiencia al color, ya que todas las fichas presentadas han sido reducidas en saturación al añadirles la misma cantidad de blanco.

Todas las pruebas deben ser aplicadas de manera monocular y con la mejor corrección del paciente, para garantizar su efectividad. A pesar de que existe una amplia cantidad de pruebas para el diagnóstico cromático de un paciente, ninguna es capaz de ofrecerle al examinador una estimación de células dañas a nivel retinal. (27) (28)

Metodología:

Fases del Estudio

- Fase 1:

Se formaron dos grupos de pruebas para facilitar la aplicación en los diferentes recintos, el primer grupo de las pruebas de ordenación era conformado por las pruebas, Farnsworth D15, Lanthony D15 desaturado y Farnsworth-Münsell F100, las tres pruebas bajo el mismo principio, fichas numeradas que el paciente debía ordenar; el segundo grupo fue conformado por los libros pseudoisocromaticos HRR, Matsubara y Color Visión, su aplicación consiste de identificar los patrones (simbólicos, numéricos o pictóricos) coloreados, elegidos por cada autor.

- Fase 2

Se tradujeron al español las instrucciones y formatos de registro ofrecidas por los autores de las 6 diferentes pruebas con las que se cuenta (HRR, Matsubara, Color Vision, Farnsworth D15, Farnsworth-Münsell F100 y Lanthony D15 Desaturado). Posteriormente se adecuaron las instrucciones y formatos de registro para proporcionar mayor entendimiento y facilidad de trabajo a los optometristas.

- Fase 3

Se realizó un formato de historia clínica que contenía, los datos principales de cada paciente, y antecedentes patológicos familiares y propios así como registro del estado de salud actual, dicho formato comprendía los registros de diagnóstico de cada prueba aplicada ordenado, por grupos de pruebas, además de un formato de diagnóstico adecuado para el estudio que proporcionaba, información básica del participante en la prueba, como nombre y edad, la fecha de aplicación y contenía el diagnóstico de visión al color de cada ojo, desglosado en: número de variables en la combinación de longitud de onda, número de fotopigmentos del cono, Tipo, Denominación y Discriminación del color.

- Fase 4:

(Aplicación de las pruebas en Clínica de Optometría FES Iztacala)

La jefatura de la carrera de Optometría proporcionó un cubículo propio para la evaluación de los pacientes en visión al color, cubículo 6. Atendido los dias lunes miércoles y viernes de 7 am a 7 pm y martes y jueves de 7 a 1 pm. Durante los semestres 2017-1 y 2017-2. Finalizando en un total de 791 pacientes atendidos.

Durante la consulta de primera vez a los pacientes de todos los grupos etarios, se les aplicaron las pruebas de visión al color de manera complementaria a la consulta optométrica básica, posterior a obtener la graduación del paciente, este acudió al gabinete 6, el cual está equipado con 1 computadora y las 6 pruebas de diagnóstico de visión cromática. El paciente proporcionó datos personales tales como, nombre, edad, estado de salud actual general y ocular, antecedentes heredofamiliares, consumo de medicamentos, alcohol, tabaco, drogas y otras sustancias. Datos que quedaron plasmados en la base de datos virtual generada para el presente trabajo.

Posteriormente se evaluó al paciente con las pruebas mencionadas, iniciando la evaluación con *Farnsworth D15*, proporcionándole al paciente un guante de neopreno que debía colocar en la mano de su preferencia y que portó durante la evaluación con todas las pruebas. (26)

Se ocluyó sobre de su graduación más reciente y adición en caso de requerirla el ojo izquierdo, comenzando a evaluar el ojo derecho (Todas las pruebas las comenzamos evaluando Ojo derecho), y se le brindó la instrucción proporcionada por el autor, en esta prueba el paciente debía de ordenar las fichas sobre el atril de 180° conforme a la semejanza de colores, comenzando con la ficha piloto perteneciente a los azules, una vez terminada la ordenación de las fichas se le pidió al paciente que verificara el orden, sin mostrarle las numeración, indicándole que podía realizar los cambios que requiriera, en caso de que el paciente no quisiera hacer ningún cambio el examinador procedía a verificar el orden y plasmarlo en las hojas de registro pertenecientes a la prueba, al terminar de registrar el orden ofrecido por el paciente, se procedía a realizar la prueba en el ojo izquierdo bajo el mismo orden.

Después de pedirle al paciente que verificara las fichas y plasmar los resultados de ojo izquierdo, el examinador mostraba al paciente el orden en el cual había acomodado cada ficha.

El diagnóstico se obtuvo gracias a la inclinación de las líneas del patrón ofrecido por el paciente, si se encontraron más de tres picos consecutivos o la mitad del patrón eran picos la discriminación del color se consideraba ‘severamente dañada’ y se denominaba al paciente con ceguera a dicho color. (26)

La segunda prueba aplicada fue Lanthony *D15 Desaturado*, es una variable de la prueba original D15, este proporcionó diagnóstico aún más certero para el evaluador, gracias a que se encuentra reducido de saturación tras la adición del color blanco a los tonos originales, ofreció mayor precisión en la detección de discromatopsias, esta consta de 16 fichas enumeradas del 0 al 15 con tamaño aproximado de 2 cm por ficha, se comenzó evaluando Ojo Derecho con la

Graduación más reciente y adición en caso de requerirla, se le pidió al paciente ordenara las fichas, utilizando el 0 como color piloto, por orden de semejanza, haciéndole saber que podía realizar los cambios que el requiriera. Al terminar de ordenar las fichas se le pidió al paciente que verificara el orden de estas y en caso de no realizar ningún cambio, el patrón se plasmaba en la hoja de registro y se continuaba la evaluación de Ojo Izquierdo bajo el mismo orden. (27)

El diagnóstico se obtuvo gracias a la orientación de las líneas del patrón proporcionado por el paciente, si se encontraban más de tres picos consecutivos o la mitad del patrón eran picos la discriminación del color se consideraba 'severamente dañada' y se denominaba al paciente con ceguera a dicho color. (27)

Farnsworth-Münsell F100, esta prueba se realizó por secciones, se inició ocluyendo ojo derecho sobre la mejor corrección y adición en caso de requerirla , se le otorgó al paciente 22 fichas de la primer sección correspondiente a rojo/verde, iniciando con la ficha 0, que debía ordenar, según la semejanza del color, lo cual realizó en todas las secciones, al terminar esta primer sección, se le proporcionaron las secciones verde/azul, posterior a esta la azul/violeta y para concluir el acomodo de la 85 fichas la violeta/rojo. (29)

Se registraron en el formato digital proporcionado por el autor, y se procedió a la evaluación con el mismo orden del ojo izquierdo.

La primera prueba pseudoisocromatica aplicada era *HRR*, esta prueba se realizó sin la luz ambiental y con apoyo de la lámpara mencionada por el autor, colocada sobre el atril de 45°.

Se colocó al paciente a 70 cm de la prueba, se le proporcionó un pincel contenido por la prueba que tomó con la mano de su guante y se ocluyó el ojo izquierdo sobre de su graduación y adición en caso de ser requerida, se le mostraron al paciente láminas de figuras de colores en patrón circular sobre un fondo gris, y se le explicó que él debía responder en cada lámina de toda la prueba qué figuras encontraba, en qué posición estaban, de qué color eran y las marcó ligeramente con el pincel proporcionado, las primeras 4 láminas en color morado, ayudaron al

examinador a ejemplificar la prueba al paciente, y las únicas tres figuras que se encontraban plasmadas a lo largo de toda la prueba eran un tache o equis (x), un circulo (o) y un triángulo (Δ).

A partir de la lámina 5 a la 10 se hacía un escaneo general de la visión al color del paciente (láminas 5 y 6 para anomalías azul/amarillo y 7 a 10 para las anómalas en las tonalidades rojo/verde) y en caso de acertar en todas las láminas se detenía la prueba y se aplicaba bajo el mismo orden en ojo izquierdo. Denominando al paciente tricrómata. Registrando los resultados en el formato ya modificado al español.

Si el paciente erraba en una o más figuras, se continuaba la evaluación con el total de láminas. Si el error ocurrió durante las láminas 5 y 6 podíamos sospechar de una discromatopsia adquirida y se procedió a evaluar con las láminas 21 a 24. Y si el error era encontrado en las láminas 7 a 10, la discromatopsia pudo ser de tipo congénita, por tanto, para obtener el diagnóstico utilizamos las láminas 11 a 20. Al terminar el examinador pudo dar un diagnóstico según la columna que tuviera más aciertos en la hoja de registro, teniendo como posibles resultados, Protanomalía, Protanopía, Deuteranomalía, Deuteranopía, Tritanomalía, Tritanopía, Tetranomalía y Tetranopía.

La segunda prueba pseudoisocromatica que se ocupó en el gabinete fue *Matsubara*, que consistió en mostrarle al paciente las láminas de evaluación, para que el descifrara las figuras que contenían, de la misma manera antes de comenzar la instrucción se ocluyó sobre la graduación y adición en caso de requerirla, el ojo izquierdo y se iniciaba la evaluación, dicha prueba solo ofrecía, diagnóstico de discromatopsias congénitas (rojo-verde), a la respuesta positiva de haber visto una figura y acertar en ella el examinador marcó con una paloma la opción del registro perteneciente a cada lámina o la dejó sin marca en caso de haber errado, se evaluaron todas las láminas en ambos ojos, para posteriormente obtener el diagnóstico ya traducido al español y adecuado para su mayor entendimiento. (30)

La primera lámina era visible para todos los pacientes, discromatas y tricrómatas, las láminas 2 a 6 solo fue visible para un paciente tricrómata, las láminas 7 y 8 nos revelaron anomalías deuta y prota respectivamente y las 9 y 10 cegueras del mismo orden. (30)

Color Vision consistió al igual que las anteriores, en pedirle al paciente que descifrara las figuras contenidas en las láminas, está basada en patrones numéricos y dos láminas en sistema lea proporcionaba tres tipos de diagnósticos, 'Paciente con discromatopsia, paciente con probable discromatopsia o sin alteración en la visión a los colores', de igual forma se comenzaba la prueba evaluando ojo derecho, con la mejor agudeza visual del paciente, su mejor graduación y adición en caso de requerirla, para al terminar las láminas continuar con Ojo izquierdo. (31)

(Aplicación de las pruebas en CCH Vallejo)

Se acudió a CCH Vallejo durante el semestre 2017-1, nos instalamos en el cubículo 2 del laboratorio del Física, perteneciente al SILADIN y se atendió a un total de 549 alumnos.

Se les otorgó una explicación breve de la relevancia del estudio y del propósito del mismo, además se les proporcionó diagnóstico personalizado de visión cromática, sujeto a la firma de una carta de consentimiento informado, según la declaración de Helsinki.

Se valoró la visión cercana de todos los participantes con cartilla de Rosembaum a 40 cm y debían cubrir un mínimo de 20/40 de Agudeza visual con su mejor corrección de manera monocular.

Posteriormente proporcionaron datos personales generales como su nombre, fecha de nacimiento, hábitos de consumo de sustancias y estado de salud actual.

Se procedió a la aplicación de las pruebas de visión cromática seleccionadas, *Farnsworth D15 y HRR*, comenzando con D15 sobre el atril de 180°, se le pidió al paciente colocara un guante proporcionado por el examinador en la mano de su preferencia para garantizar la conservación de las pruebas y se procedió a la explicación conforme al instructivo contenido por la misma, comenzando con la evaluación de OD, el paciente ordenó todas las fichas por similitud de tono comenzando con la piloto en color azul, pudiendo realizar los cambios de su preferencia, sin revelar el patrón ofrecido por el paciente se plasmó en el formato de registro y se procedió a la aplicación de la misma en el OI, una vez terminada la evaluación de este se le mostró al paciente el resultado que obtuvo y se registró en el formato correspondiente. (25) (26)

Por último, sin retirar el guante a utilizado se le presentó al paciente la prueba HRR y se le proporcionaron las instrucciones correspondientes, se eliminó la luz ambiental y en el atril correspondiente a los 45° se colocó la prueba, se inició la evaluación del OD, en los casos en los cuales se obtuvo respuestas acertadas durante las primeras 10 láminas detuvimos la prueba y procedimos a la aplicación de igual manera en el OI, haciendo registro a la par de la respuesta del paciente.

Al terminar las dos pruebas, se le otorgó al paciente un formato de diagnóstico, que contenía sus datos personales principales, fecha de evaluación, diagnóstico de estado de visión cromática, conforme a bibliografía, firma del examinador y una breve explicación de su estado de salud cromática. Agradeciendo con este su contribución al estudio.

- Fase 5:

Con las pruebas utilizadas en los 1340 pacientes, se detectaron los posibles cambios que deberían realizarse en cada una de ellas para mejorar su aplicación y diagnóstico.

Se hicieron variaciones de distancia de trabajo, formatos de registro, instrucciones al examinador e instrucciones al paciente.

- Fase 6:

Acorde a la experiencia de los examinadores, conforme a la aplicación de ambos grupos de pruebas en los 1340 pacientes de los dos recintos, se decidió que había dos pruebas, una de cada grupo, que resultaban con **dificultad** de entendimiento a la hora de aplicación para los pacientes, **dificultad** de diagnóstico para el examinador, **imprecisión** en la obtención de un diagnóstico y **extensión en tiempo** de ejecución.

- Fase 7:

Posterior a la aplicación de todas las pruebas disponibles en ambos grupos de estudio, con un total de 1340 pacientes, se decidió que había un par pruebas, una de cada grupo, que resultaban de **mejor comprensión** durante la aplicación en los pacientes, implicaron **simplicidad de diagnóstico** para el examinador, **amplia precisión** en la obtención de un diagnóstico y **tiempo corto de ejecución**.

Recursos Humanos

- 4 Pasantes del Servicio Social
- 1 Alumna de 5to semestre
- 2 Alumnos del Programa de Introducción a la Investigación en Optometría 'PIIO'

Recursos Materiales

Recintos

Cubículo 6 de la Clínica de Optometría Fes Iztacala

Cubículo 2 del Laboratorio de Física del SILADIN CCH Vallejo

Pruebas de visión Cromática

→ 1 Prueba Farnsworth D15
→ 1 Prueba Lanthony Desaturado
→ 1 Prueba Farnsworth-Münsell F100
→ 1 Prueba HRR
→ 1 Prueba Matsubara
→ 1 Prueba Color Visión

Accesorios

- → 1 pincel
- → 2 lentes de oclusión
- → 2 Cajas de Guantes
- → 1 Atril 180°
- → 1 Atril 45°
- → 2 Lámparas de luz Blanca
- → 7 Oclusores

Electrónicos

- → 1 Computadora portátil # de Inventario 02468403
- → 1 Eliminador de Voltaje multicontacto
- → 1 toma corriente
- → 2 mouses

Papelería

- → 2 cajas de Colores de 24 piezas
- → Lápices
- → Plumas
- → Notas no adhesivas
- → Grapas
- → Engrapadora
- → Sacapuntas
- → Organizador de Documentos

Resultados

- **Fase 1**

Diseño	Nombre de la Prueba		
Ordenamiento	**Farnsworth D15**	**Farnsworth-Münsell F100**	**Lanthony D15 desaturado**
Pseudoisocromaticas	**HRR**	**Matsubara**	**Color Vision**

Tabla 1. Pruebas de Vision Cromática diferenciadas por su diseño

Muestra los dos grupos de pruebas formados según el diseño ofrecido por los autores, el primer grupo, las pruebas de ordenamiento se caracterizan por ser fichas coloreadas a ordenar según la similitud de los tonos y se forma de las pruebas Farnsworth D15, Lanthony D15 Desaturado y Farnsworth-Münsell F100.

El segundo grupo de diseño pseudoiscromático, consiste en láminas de patrones circulares coloreadas con el fin de que el paciente identifique las figuras plasmadas, el grupo se encuentra conformado por las pruebas HRR, Matsubara y Color Vision.

- **Fase 2**

Prueba	País de Origen	Autor	Idioma del Instructivo	Año de Diseño	Ediciones
Farnsworth D15	Estados Unidos	Dean Farnsworth	Inglés	1947	1° edición
Lanthony D15 Desaturado	Chicago, EE. UU.		Inglés	1978	1° edición
Farnsworth-Münsell F100	Estados Unidos	Dean Farnsworth	Inglés	1943	1° edición
HRR	Nueva York, EE. UU.	Hardy, Rand, and Rittler	Inglés	1954	4° edición (2002)
Matsubara	Tokio, Japón	Hiro Matsubara	Inglés	1957	1° edición
Color Vision	Amstenrade, Holanda	Se desconoce	Inglés	No especifica	1° edición

Tabla 2. Datos de creación de las pruebas de visión cromática. (32)

Para facilitar el trabajo de aplicación de las pruebas fue necesario realizar la traducción de los instructivos contenidos por la mismas, la prueba Lanthony D15 Desaturado no contaba con instructivo incluido a la adquisición, por tanto fue necesario buscarlo en internet, sin embargo el encontrado no pertenecía únicamente a la prueba siendo una extracción del Farnsworth D15. Además se detectaron irregularidades en pruebas como el Farnsworth D15, ya que brindaba más de una distancia de trabajo y aparecían inconsistencias en la relación de las mismas, e incluso mostraba cambios de dinámica de aplicación por completo, lo

cual modificaba la obtención de resultados en paciente pediátricos y geriátricos, por tanto se tomó la decisión de utilizar la instrucción de aplicación general para todos los grupos etarios sin generar variaciones, lo cual resultó adecuado incluso en los pacientes con dificultades de entendimiento.

Ver Apéndice 1: Contiene las 6 traducciones pertenecientes a cada una de las pruebas.

- **Fase 3**

Como parte del proceso de atención en la Clínica de Optometría se creó un formato de Historia Clínica especial para la detección de discromatopsias.

Se generó un cuadro de anamnesis basado en el estado de salud actual, hábitos de consumo de sustancias, medicamentos y alimentación, el tiempo de conocimiento de discromatopsias, en la forma en la cual se hizo evidente, antecedentes heredo-familiares de salud general, salud ocular y de visión cromática, recordando que las discromatopsias, Protán/Deután se adquieren de manera congénita. Descartando también problemas e irregularidades durante la gestación.

En el mismo formato se añadieron los registros pertenecientes a cada prueba, para facilitar y agilizar la dinámica de trabajo en cada paciente, además de así poder contener en un solo formato el expediente individual de los pacientes.

Se modificó un formato de diagnóstico para poder proporcionar datos del estado de visión cromática de cada ojo, ya que a pesar de que las anomalías congénitas se manifiestan de manera binocular, esto puede ocurrir de manera diferente en las anomalías adquiridas. El diagnóstico se conforma del número de variables en la combinación de longitudes de onda, refiriéndonos a los factores posibles a combinar, número de fotopigmentos en el cono, con referencia a la cantidad de tipos de cono encontrados en retina, ya sea funcionales o anormales, tipo de cromaticidad, ya sea monocromático, dicromático o tricromática, la denominación de la discromatopsia, protán, deután, tritán, y la severidad de la misma, leve y moderada en caso de anomalías y severa en caso de cegueras.

Ver apéndice 2: Contiene los formatos de registro de cada prueba.

HISTORIA CLINICA VISION AL COLOR

Fecha: _____ No. de Exp: _____

Nombre: _____ Edad: _____

Sexo: _____ Acompañante y Parentesco: _____

Teléfono: _____ Maneja Automóvil: _____

Consumos
Bebidas Alcohólicas: _____

Drogas: _____ ¿Cuál?: _____

Fuma: _____ ¿Cuántos?: _____ Frecuencia: _____

¿Está Embarazada?: _____

¿Toma Pastillas Anticonceptivas?: _____ ¿Hace Cuánto?: _____

¿Sabe si tiene algún problema de percepción al color? _____

¿Quién se dio cuenta? _____

¿Hace cuánto? _____

¿A qué colores han identificado que tiene problemas? _____

¿Alguien de su familia tiene problemas de visión al color? _____

Antecedentes de Salud

Familiares:

DIABETES ☐ HIPERTENSION ☐ EPILEPSIA ☐ HEMOFILIA ☐ OTROS

¿Quién? _____

Oculares:

CATARATA ☐ GLAUCOMA ☐ RETINOPATIA ☐ OTROS ☐

Personales: _____

DIABETES ☐ HIPERTENSION ☐ EPILEPSIA ☐ HEMOFILIA ☐ OTROS

Oculares:

CATARATA ☐ GLAUCOMA ☐ RETINOPATIA ☐ OTROS ☐

¿Está bajo tratamiento?: _____

¿Cuándo lo inició y cómo lo administra?: _____

En caso de ser paciente pediátrico:
¿La madre llevó una buena alimentación durante el embarazo?

Tiempo de gestación:

PARTO ☐ CESAREA ☐

¿Complicaciones? _____

¿Hubo algún tratamiento?: _____

¿El niño tiene algún padecimiento?: _____

Tratamiento actual: _____

¿La madre estuvo en contacto con alguna sustancia tóxica durante el embarazo?: _____

¿En qué mes de gestación? _____

¿La madre fumaba tabaco o marihuana durante la gestación? _____

¿En qué mes de gestación? _____

	Refracción	ADD	AV
OD			
OI			

DIAGNOSTICO DE VISION AL COLOR					
OJO	NUMERO DE VARIABLES EN LA COMBINACION DE LONGITUDES DE ONDA	NUMERO DE FOTOPIGMENTOS DEL CONO	TIPO	DENOMINACION	DISCRIMINACION DEL COLOR
OD					
OI					

Examinó

_____

- **Fase 4**

Clínica de Optometría	Pacientes Examinados (f)
Hombres	343
Mujeres	448
Total	791

Tabla 3. Distribución de Pacientes de cada género atendidos en la Clínica de Optometría.

Del total de los 791 pacientes atendidos en la clínica de optometría se encontró que la mayor parte de la población pertenece al género femenino con un total de 448, en contraste con los 343 pacientes masculinos.

La población atendida de todos los grupos etarios, se encontró como edad inicial los 2 años y la más alta 91 años, para ambos géneros, la mayor parte de los pacientes femeninos se concentraban entre las edades de 23 a 27 años de edad y del género masculino de los 1 a los 15 años de edad.

CCH Vallejo	Pacientes Examinados (f)
Hombres	220
Mujeres	329
Total	549

Tabla 4. Distribución de Pacientes de cada género atendidos en CCH Vallejo.

De los 549 pacientes atendidos entre los 14 a 23 años edad que acuden a CCH Vallejo, la mayor población presentada fue de género femenino con un total de 329, junto con los 220 del género masculino, se logró obtener un número significativo de aplicación de las pruebas.

Ver Apéndice 3. Contiene la Carta de Consentimiento de acuerdo a la declaración de Helsinki.

- **Fase 5**

Posterior a la aplicación de las 6 pruebas de Vision cromática en los dos recintos con un total de 1340, se detectaron los posibles cambios a realizar, descritos para cada una de las pruebas en particular. Todas las pruebas resultaron con deficiencias en común, como la falta de descripción de la inclinación a utilizar, la agudeza visual mínima requerida y los objetivos elementales de la prueba.

Farnsworth D15:

Sin duda una de las pruebas con mayor contenido dentro de los grupos evaluados, fue Farnsworth D15, ya que ofrece amplio contenido diagnóstico, gracias a esta prueba se puede obtener datos sobre denominación de discromatopsia y severidad de la misma, sin embargo uno de los inconvenientes identificados fue la precisión de instrucciones, ya que en cuanto a la aplicación se encontró una gran diferencia en los resultados en pacientes de género femenino y los de género masculino, fuera de la idea de que los pacientes hombres tienen mayor tendencia a padecer una discromatopsia, estos generaban patrones de ordenamiento erróneos, comenzando con el orden correcto, alrededor de las fichas 7 y 8 estos fraccionaban el patrón y lo continuaban en la ficha 15, continuando el orden de manera inversa (15 a 9), a pesar de que el diagrama podría confundirse con una línea errónea en el eje de los tritán, después de revalorar a los pacientes, se hizo evidente que error cometido era en cuestión de entendimiento, encontrando como causa los procesos de Vision evolutivos, ya que se considera que los hombres no son tan hábiles al momento de reconocer y nombrar los colores, a diferencia de la agilidad mostrada por las evaluadas del género femenino.

Al igual que las pruebas de tipo pseudoisocromaticas Farnsworth D15 no ofrece al evaluador un dato estimado de la agudeza visual requerida y a pesar de contar con datos de grados de estímulo en relación con la distancia de trabajo, no especifica que distancia base se debe utilizar para la evaluación.

Lanthony D15 Desaturado:

El error principal de la información proporcionada por el autor, recae en que la prueba no cuenta con instructivo propio, solo es modificación de la instrucción del Farnsworth D15 si bien es cierto su aplicación es similar y la dinámica de ejecución es la misma, el hecho de presentarse en un formato diferente de reducción de estímulos y con baja saturación, resulta en un prueba con condiciones distintas de aplicación y resultados distintos, ya que esta presume de ser de diagnóstico más fino, falta por tanto también explicar el principio de diseño que lo dota de tal cualidad de precisión, además por ser extracción del Farnsworth D15, el autor deja de lado los detalles de iluminación específica, distancias de trabajo, agudeza visual requerida e inclinación de aplicación.

Farnsworth-Münsell F100:

A pesar de que la instrucción contenida por la prueba afirma ser el método de diagnóstico más preciso de valoración cromática, se detectaron distintas dificultades, la más importante a destacar es el amplio tiempo de aplicación, debido a la poca diferencia de tono entra una ficha y otra, un paciente tricrómata llegaba a tardar aproximadamente 5 a 7 minutos en ordenar toda la prueba por ojo, un paciente discromata llegaba a demorar mínimo 20 minutos por ojo, lo que implicaba, cansancio y estrés para el paciente.

Los autores, muestran un diagrama de ubicación de fichas que permite obtener el diagnóstico del paciente, sin embargo no mencionan, la distribución requerida para cada tipo de discromatopsia, ni mencionan los principios físicos en los cuales fueron basados los diagramas de desviación.

HRR:

Es conveniente añadir al contenido de la prueba datos de diseño, como lo son las longitudes de onda plasmadas en cada lamina, esto permitiría al examinador conocer el margen de desviación y confusión de longitudes de onda, confundidas por el paciente, además es de vital importancia agregar datos de estandarización, tamaño y tipo de población utilizadas para probar la efectividad de la prueba y por tanto las posibles variables a encontrar, según la población en la cual haya sido aplicada. En cuanto al formato de diagnóstico se debe mejorar la redacción de interpretación para evitar confusión de interpretación.

Matsubara:

Se observó una amplia lista de sugerencias a modificar en la prueba Matsubara, la principal a destacar, es su limitada precisión de diagnóstico de discromatopsias, el primer punto de esta prueba es que solo evalúa defectos de Vision cromática congénitos, de las 10 láminas en las que consiste la prueba, solo 4 son utilizadas por el autor para ofrecer un diagnóstico, dos para protán y las dos restantes para deután, una de cada denominación para cegueras y las dos restantes para anomalías, lo que hace que el resto de la prueba sea irrelevante a evaluar.

La prueba no cuenta con un formato de diagnóstico de fin exclusivo y la interpretación de la misma se da en lenguaje pictórico, lo que dificulta el entendimiento para el evaluador. Agregar datos de longitudes de onda de diseño permite al autor identificar los rangos de desviación provocados por la discromatopsia.

Además no cuenta con especificación de agudeza visual e iluminación, es la prueba que utiliza patrones de evaluación más grandes, por tanto es importante mencionar en qué condiciones fue evaluada, para procurar las mismas en consulta, esto garantizaría al evaluador, evitar falsos positivos relacionados con la buena sensibilidad al contraste del paciente. Dentro de las condiciones de

aplicación de la prueba es importante mencionar el tipo de iluminación requerida, ya que con el paso del tiempo las pruebas pierden saturación, si es expuesta a alguna radiación dañina su tiempo de vida será menor, o si es utilizada con luz ambiente esta podría tener variaciones relacionadas con sombras y destellos.

Como último punto a modificar, el autor no estipula las instrucciones precisas a ofrecerle al paciente durante la evaluación, lo que resulta en Instrucciones modificadas según la interpretación del profesional.

Color Vision:

De las seis pruebas aplicadas, la menos utilizada por el equipo de trabajo fue Color Vision, esto debido a su pobre precisión diagnóstica, como ya antes mencionamos las discromatopsias se dividen en denominación (Protán, Deután y Tritán) y en severidad (Anomalía Leve o Moderada y Cegueras), sin embargo esta prueba no cataloga a los pacientes en ninguno de esos casos. Brindando diagnostico únicamente de 3 tipos: “Normal”, “Posible Alteración” y “Alteración Severa”; Por tanto no cumple con el objetivo de ofrecer diagnostico alguno de precepción cromática.

Como las pruebas antes mencionadas Color Vision tampoco ofrece datos de agudeza visual requerida, siendo necesarios para conocer qué tipo de condiciones refractivas se deben procurar en los pacientes.

- **Fases 6 y 7:**

  Las seis pruebas fueron aplicadas en ambos recintos en un total de 1340, la siguiente tabla contiene la cantidad de pacientes evaluados con cada prueba, debido a las características de cada prueba y los tiempo de ejecución, no se pudieron aplicar todas las pruebas en el total de la población, sin embargo cada prueba tuvo un número considerable de aplicaciones suficiente para conocer la labor de aplicación de cada una.

Prueba	Clínica de Optometría		CCH Vallejo	
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
HRR	307	386	220	329
Matsubara	98	59	-	-
Color Vision	98	59	-	-
D15	330	440	220	329
D100	307	386	-	-
D15 Desaturado	307	386	-	-

Tabla 5. Distribución de pacientes de cada género atendidos con cada prueba de las 6 disponibles.

Fase 6: Como se puede observar en todas las tablas en conjunto, las pruebas Color Vision y Farnsworth-Münsell F100, no cubren los requisitos mínimos descritos que permitan al evaluador, aplicar la dinámica necesaria y ofrecer los diagnósticos de discromatopsias.

Fase 7: Las tablas a continuación presentes, muestran dos pruebas una de cada grupo, Farnsworth D15 y HRR, que cumplen casi en su totalidad con las características descritas, para proporcionar diagnóstico de discromatopsias, haciéndolas las más viables a aplicar durante la consulta optométrica. Por tanto estas deben de considerarse las más factibles para adquirir ya que cubren la mayoría de las características requeridas para ofrecer un diagnostico amplio, como lo son el diagnóstico de discromatopsias congénitas y adquiridas, la denominación de las mismas y su severidad. Además de ser las más específicas en su contenido, al ofrecer instrucciones de aplicación específicas y variables de las mismas.

Prueba	HRR	Matsubara	Color Vision	Farnsworth D15	Farnsworth D100	Lanthony D15 desaturado
Congénitas	✔	✔	✔	✔	✔	✔
Adquiridas	✔	x	✔	✔	✔	✔
Anomalías	✔	✔	NO ESPECIFICA	✔	✔	✔
Cegueras	✔	✔	NO ESPECIFICA	✔	✔	✔
Denominación de la discromatopsia	✔	✔	NO ESPECIFICA	✔	✔	✔

Tabla 6. Descripción de los tipos de diagnósticos ofrecidos por cada prueba.

Prueba	Contenido de la prueba					
	Descripción	Propósito	Instrucción al evaluador	Instrucción al paciente	Datos de Diseño	Referencia de Estandarización
HRR	✔	✔	✔	✔	No especifica	No especifica
Matsubara	✔	✔	✔	✔	No especifica	No especifica
Color Vision	No especifica	No especifica	✔	✔	No especifica	No especifica
Farnsworth D15	✔	✔	✔	✔	No especifica	No especifica
Farnsworth-Münsell F100	✔	✔	✔	✔	No especifica	No especifica
Lanthony D15 desaturado	✔	✔	✔	✔	No especifica	No especifica

Tabla 7. Descripción del contenido proporcionado por el autor de cada prueba.

Prueba	Condiciones de aplicación		
	Distancia	Iluminación	Agudeza visual
HRR	70 cm	✔	No especifica
Matsubara	75 cm	No especifica	No especifica
Color Vision	30 a 40 cm	No especifica	No especifica
Farnsworth D15	No especifica	No especifica	No especifica
Farnsworth-Münsell F100	No especifica	✔	No especifica
Lanthony D15 desaturado	No especifica	No especifica	No especifica

Tabla 8. Descripción de las condiciones de aplicación especificada en los instructivos para cada prueba.

Discusión

La prueba Ishihara fue diseñada en 1917, es la prueba de valoración cromática más conocida por el gremio optométrico debido a su longevidad, sin embargo a lo largo de los años han surgido una amplia cantidad de pruebas diseñadas principalmente en dos grupos de aplicación. (23)

Las pruebas de ordenamiento como el Farnsworth D15 y las pseudoiscromatica, como HRR. Ambos tipos de pruebas con características específicas se dividen a su vez por la capacidad diagnóstica ofertada.

Es importante tener en cuenta que a pesar de contar con una extensa cantidad de opciones de diagnóstico cromático aún existen irregularidades en las mismas.

Autores como Chaves 2008, compara pruebas de visión cromática como lo son Ishihara y de ordenamiento en sus diferentes versiones, en la efectividad diagnóstica a dos casos clínicos específicos, dejando de lado aspectos importantes como lo son la dinámica de aplicación; por otro lado Rueda y Guarnizo en su trabajo de investigación con 30 pacientes, diferencian puntos de aplicación a evaluar en dos pruebas de visión cromática (Farnsworth D15 y un Software creado por los autores) tales puntos se dividen en portabilidad, tiempos de aplicación, dinámica y tonalidades evaluadas, sin embargo dejan de lado el hecho que ambas pertenecen a grupos diferentes de evaluación lo que las hacen de características y dinámicas de evaluación opuestas e irrelevantes de comparar.

En un trabajo similar Pretel comparó en dos grupos de 40 pacientes en total la efectividad de pruebas de ordenamiento tras la construcción de la prueba de Holmgren, sin encontrar diferencias, estudio sin relevancia dado que no fundamenta en principios de óptica, las longitudes de onda utilizadas para la construcción de la prueba Holmgren, lo que la convierte en una prueba de diagnóstico grueso.

A diferencia de todos estos estudios, el presente trabajo, fue llevado a cabo con un total de 1340, de diferentes grupos etarios, lo que permitió conocer la diversidad de escenarios a encontrar durante la evaluación, esto enriquece la experiencia y sobresalta todas y cada una de las características de las pruebas utilizadas, además de sacar a relucir las deficiencias de cada una.

La sensibilidad y especificidad de Farnsworth-Münsell F100, fue puesto a prueba en contraste con su versión digital por Mejía en 2015, ambos aspectos delimitados por la cantidad de pacientes discromatas diagnosticados sin alteración y viceversa la cantidad de tricrómatas que por algún motivo fallaron en las pruebas.

Si bien es cierto que todos estos aspectos son relevantes a la hora de la evaluación con cualquiera de las pruebas que elijamos, es importante antes de aplicar cualquier prueba, valorar la composición y contenido de las mismas.

Conclusión

Realizando un análisis minucioso de las pruebas antes especificadas, se destacaron aspectos importantes de diseño, contenido y estandarización de las pruebas, datos de vital importancia para entonces poder decidir si las pruebas en cuestión son aptas para cada tipo de consulta.

Descripciones de instrucción y diagnósticos, presentes y más precisos permitirán al optometrista reducir tiempo de aplicación y errores comunes de ejecución. Un ejemplo clave de errores cometidos en referencia a la dinámica de las pruebas, es la aplicación del D15 en varones, que modifican el patrón fraccionándolo de la ficha 8 y continuando a la 15, por dificultades de entendimiento, mas no por la presencia de una discromatopsia, error que se vería disminuido si las instrucciones al paciente contaran con más y mejores elemento de instrucción.

La labor optométrica consta principalmente de la medición y valoración de la Vision, datos obtenidos de cálculos como lo son la agudeza visual y corrección a través de la refracción, la Visión al color se ve modificada por cambios sutiles en sensibilidad al contraste y agudeza visual, todas las pruebas aquí utilizadas, especifican su uso para la valoración de Vision cromática, sin embargo ninguna, señala la agudeza visual mínima requerida para la aplicación fidedigna de la misma y tampoco (a diferencia de HRR), estipulan las condiciones de aplicación, como son las distancias de trabajo y condiciones de iluminación, tras la práctica de aplicación de las mismas se hizo evidente que los tres factores modifican los resultados ofertados por todas las pruebas.

Por tanto recapitulando las características de todas las pruebas podemos llegar a elegir una prueba que cubre con casi todas las especificaciones **HRR**, ya que proporciona instrucciones específicas para el paciente y el evaluador, genera diagnósticos completos de discromatopsias tanto congénitas y adquiridas; y

aunque el tiempo de aplicación es mayor que el de pruebas como Farnsworth D15 y Matsubara, se considera viable a la aplicación durante la consulta, ya que no es excesivo como el de Farnsworth-Münsell F100, que incluso se convierte en incómodo y cansado para los pacientes. Utiliza patrones en degradación de color lo que aumenta su precisión y el formato de diagnóstico ya traducido es sencillo de utilizar.

Como solución inmediata a la elección de pruebas a adquirir, es esencial destacar la relevancia de ampliar los contenidos de catálogos de venta, con las características básicas de cada prueba, como qué tipo de discromatopsia diagnóstica, para qué población fue diseñada y en qué condiciones debe de aplicarse, datos que faciliten al optometrista la elección de compra.

Índice de Imágenes

Imagen 1. Círculo cromático aditivo **17**

Imagen 2. Diagrama de adquisición de discromatopsias congénitas vía genética. **20**

Imagen 3. Ejemplo comparativo de la visión cromática de personas tricrómatas, deuteranopes, protanopes y tritanopes. **21**

Imagen 4. Diagrama de clasificación de discromatopsias más comunes. **22**

Imagen 5. Prueba de Holmgren. **23**

Imagen 6. Sistema CIE de Cromaticidad **24**

Imagen 7. Prueba Ishihara Láminas 1, 5,17 y 22. **26**

Imagen 8. Prueba Ichikawa **26**

Imagen 9. Prueba HRR 4° Edición. **27**

Imagen 10. Prueba Farnsworth D15 **29**

Imagen 11. Diagnóstico de Farnsworth D15 esperado en pacientes tricrómatas. **30**

Imagen 12. Diagnóstico de Farnsworth D15 esperado en pacientes cegueras al verde, rojo y azul respectivamente. **30**

Imagen 13. Diagnóstico de Farnsworth D15 esperado en pacientes con anomalías al verde, rojo y azul respectivamente **31**

Índice de Tablas

Tabla 1. Pruebas de Vision Cromática diferenciadas por su diseño **42**

Tabla 2. Datos de creación de las pruebas de visión cromática. **43**

Tabla 3. Distribución de Pacientes de cada género atendidos en la Clínica de Optometría. **47**

Tabla 4. Distribución de Pacientes de cada género atendidos en CCH Vallejo. **47**

Tabla 5. Distribución de pacientes de cada género atendidos con cada prueba de las 6 disponibles. **52**

Tabla 6. Descripción de los tipos de diagnósticos ofrecidos por cada prueba. **53**

Tabla 7. Descripción del contenido proporcionado por el autor de cada prueba. **53**

Tabla 8. Descripción de las condiciones de aplicación especificada en los instructivos para cada prueba. **54**

Apéndice 1

Traducción y Adecuación de Instructivos

Farnsworth D15

La medición cuantitativa de la visión al color es una importante prueba diagnóstica utilizada para definir el grado de defectos hereditarios de la visión al color, encontrado en la exploración con pruebas pseudocromáticas y en la evaluación de la visión al color deficiente por trastornos adquiridos.
La prueba de visión al color cuantitativa del tablero 16 es única de otras pruebas de visión al color cuantitativas, ya que utiliza tapas de grandes tamaños, que da más información sobre la función de la visión del color tanto en la normalidad, como en personas con deficiencia visual y visión baja.

La prueba de la visión de color de tablero 16 consiste en un conjunto de un "piloto" y 15 tapas de prueba de tonalidades similares. El diámetro de la zona de estímulo es de 3,3 cm.

El tamaño de estímulo se puede reducir mediante el uso de una restricción de anillo color gris oscuro con una abertura de 1,2 cm de diámetro.

El área de estímulo corresponde al ángulo visual de 3,8 ° cuando la prueba se encuentra a 50 cm y a 6.3 ° a 30 cm.

El estímulo visto recomendado es de 1,5 ° a una distancia de 46 cm.

Cuando se prueba en niños o personas con baja visión, la distancia a menudo es mucho más corta de 30 cm, por lo tanto el tamaño del estímulo se convierte en 9,5 ° a 20 cm y 19 ° a 10 cm.

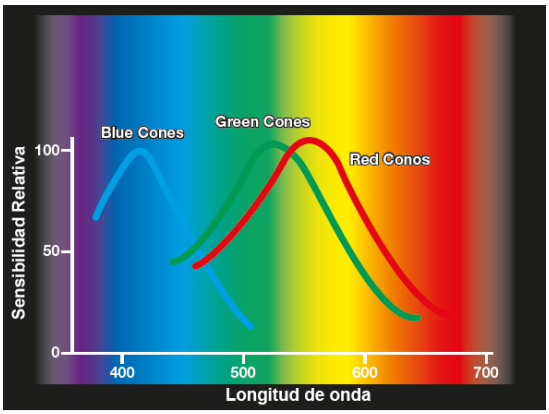
Vision al color

Las funciones neuronales en visión al color.

La percepción del color se basa en tres diferentes funciones neuronales:

1. La absorción de la energía de la luz en tres tipos de células cono de la Retina.
2. Comparación de las tasas de absorción de estos tres diferentes conos.
3. Comparación de abstracción del color por la corteza cerebral.

Curvas de absorción de las tres poblaciones de cono muestran que cada célula absorbe energía de la luz dentro de un amplio espectro de gama de color.



Impulsos neurales procedentes de los tres tipos de conos activan selectivamente las células de la capa de células ganglionares de donde los impulsos son transferidos a través de los nervios ópticos y radiaciones ópticas a la corteza visual primaria, a partir de ahí la información se mueve a colorear áreas específicas para su posterior análisis.

Los tres tipos de conos son:

L- (larga longitud de onda sensible al "rojos")
M- (longitud de onda media sensible al "verde")
S- (longitud de onda corta sensible al “azul”).

No están presentes en el mismo centro de la fóvea y se concentran en un área circular, aproximadamente 2 ° desde el centro de la fóvea.

Los conos L y M constituyen la mayoría de los conos, del 85 al 90 por ciento.

Los resultados de las pruebas de visión al color varían en función del tamaño del color estimulado porque depende de la distribución de los conos.
En la retina periférica, todos tenemos "defectuosa" la percepción del color. En la vida diaria, no nos damos cuenta de las variaciones en el color.

Evaluación Clínica de la visión al color.
Cuando la percepción del color de una persona es desviada de la de la general población, el trastorno puede ser un defecto congénito o adquirido de la visión del color.

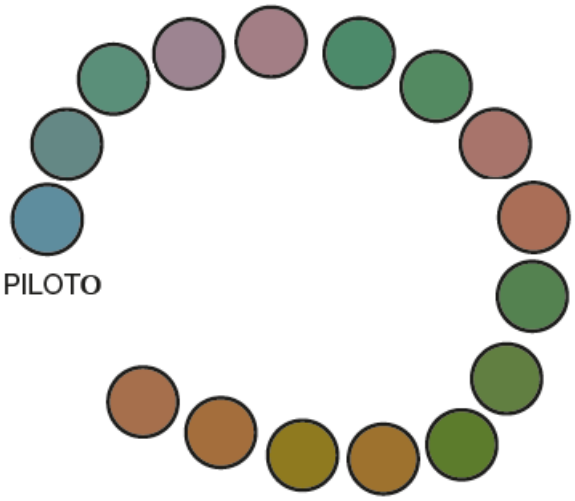
Defectos Congénitos de la visión al color
La prueba de visión al color está diseñada para evaluar a los niños y adultos que tienen deficiencias de la visión del color congénitas. A menudo, las desviaciones de visión de color normal son tan leves que no tienen ninguna consecuencia, especialmente en la infancia.

Los adultos con defectos de la visión al color, también deben ser conscientes de esta característica debido a que, algunos trabajos requieren buena, o incluso perfecta visión del color. En defectos congénitos, la anomalía es por lo general en la estructura y función de un pigmento de cono (rara vez en más de uno).

Defectos al color rojo-verde son cromosómicamente heredados, más comunes en hombres que en mujeres.

Una persona con visión normal ve todos los colores del espectro mientras que una persona con un defecto rojo-verde tiene un área de confusión de color grisáceo dentro de la cual él o ella no ve la diferencia entre algunos tonos del rojo y verde.

Pruebas como Ishihara están diseñadas para ser altamente sensibles. Algunas personas que lo hacen pueden no tener un defecto de visión al color pero pueden fallar las pruebas de detección de la visión del color.



Por lo tanto, el grado de deficiencia de la visión del color debe ser evaluado mediante pruebas cuantitativas.

En las pruebas de clasificación, la persona defectuosa de color organiza las tapas en un orden diferente de la de una persona con visión normal de color.

En una evaluación clínica de adultos el tamaño del estímulo debe ser de 1,5 ° de ángulo. Esto significa una distancia de trabajo de 50 cm, con la mayoría de las pruebas

Defectos Adquiridos de la Vision al Color

Defectos de la visión del color (también llamadas discromatopsias) que son causadas por enfermedades o traumas que pueden afectar a los cono, las capas de la retina interna, fibras ópticas nerviosas o la corteza visual y pueden afectar la visión en un ojo más que en el otro ojo. Para el diagnóstico, los ojos son evaluados por separado.

Lesiones maculares a menudo causan un defecto con el azul amarillo o tritan. Sin embargo, cuando la lesión es pequeña o irregular, las pruebas de detección que

están diseñados para revelar los defectos de color rojo-verde no obtienen los defectos adquiridos al azul-amarillo.

Los resultados en la prueba cuantitativa varían como una función del tamaño de estímulo.

Esto es más pronunciado en los defectos de la visión del color adquiridas que en defectos de la visión del color congénitas. Los resultados de las pruebas con pequeños estímulos representan la función de la retina utilizado para la fijación, mientras que los resultados de las pruebas con grandes estímulos dan información sobre la percepción del color en la vida cotidiana.

El color de una superficie puede alterar su brillo percibido y el tono debido a la opacidad de la córnea y el cristalino.

En tales casos, el aumento de la iluminación puede disminuir el grado del defecto o hacerlo desaparecer. La iluminación debe ser de luz natural.

Procedimientos de Aplicación

Niños y Adultos Mayores

Esto es sorprendentemente fácil para los niños. En general, los niños incluso de cinco años de edad con visión normal del color son capaces de organizar toda la prueba rápida y sin vacilación. Un niño o un adulto pueden formar a la situación de prueba con el juego de la visión del color. Durante los juegos se notarán las áreas de confusión de color. El grado de deficiencia debe ser investigado, utilizando la prueba de panel de 16

Los niños y algunos adultos con deficiencias de visión del color son más difíciles de evaluar, podría ser debido a la mala interpretación de cómo hacer la tarea.

Cuando un niño con visión normal tiene problemas en nombrar colores y repetidamente muestra "áreas de confusión" en el mismo eje, (deutan o Protan), el diagnóstico de defecto de la visión del color hereditario se puede hacer, incluso en niños tan jóvenes como de cinco a seis años de años.

Deficiencias de visión del color deben ser conocidos en la escuela tan pronto como sea posible para que el niño no esté confundido.

Niños Pequeños

Los niños que no entienden la prueba pueden ser evaluados a través de una situación de juego.

1. Cada tercera tapa de la prueba se coloca sobre la mesa ("piloto", tapas 3, 6, 9, 12, y 15 del set A). Al niño se le dan las mismas tapas numeradas del segundo sistema, set B, uno a la vez y se le pide que busque la tapa que coincide con la

tapa en su mano del set A en la mesa. El niño con visión normal encuentra la coincidencia de color sin demora, el niño con defecto de la visión mantiene elegir entre diferentes colores. Las tapas preferiblemente no deben estar en el orden de un círculo normal, sino colocadas al azar sobre la mesa.

Las tapas están dispuestas al azar en frente del niño

Tapas: 3, 6, 9, 12, 15 y "piloto", la tarea del niño consiste en igualar los colores moviendo las tapas del otro set, una por una.

Los hallazgos serán marcados en la hoja de registro.

2. Cuando el niño está acostumbrado a jugar con los colore se pueden aumentar fichas en el atril hasta cubrir dos tercios de las fichas totales (Piloto, 1, 3, 4, 6, 7, 9, 10, 12, 13, y 15). El juego se puede ejecutar como antes es decir, el niño intenta igualar los colores.

3. Haga la situación de la prueba más difícil usando solamente un sistema de fichas. Coloque un tercio de las fichas a un lado (2, 5, 8, 11 y 14) y los dos tercios restantes de las fichas en orden aleatorio, en frente del niño. Dé al niño uno de los cinco fichas que fueron puestas a un lado y pídale que seleccione entre las tapas de la mesa, las dos tapas que están más cerca en color al que tiene en la mano.

Una vez seleccionadas las fichas devuélvalas con el resto y revuélvalas para alterar el orden, posterior a eso se le entrega una nueva ficha para que repita el procedimiento con cada una del bloque.

Al no disponer de todo el círculo de orden, las confusiones de color se encuentran como secuencias cortas del patrón. Variando los tercios de las tapas sobre la mesa, las confusiones de los ejes pueden ser fácilmente encontradas. Cuando se prueba con el estímulo grande, el grado del defecto puede ser diferente de los resultados de la prueba con un pequeño estímulo.

La prueba también se puede hacer más fácil usando la técnica siguiente: Muestre a la persona que 'ordenará estos colores por similitud de tonalidad' y coloque las fichas una después de otra en el orden correcto. Entonces mencionar 'Esta fue mi forma de organizar, ahora vamos a ordenar las fichas juntos'.

Luego tomar la ficha piloto y moverla por encima de las otras y preguntar "¿cuál de estas fichas tiene casi el mismo color?". Cuando el niño elige una ficha correcta o incorrecta, colocar el piloto en su sitio y utilizar la ficha elegida del mismo modo que la ficha piloto para encontrar la ficha siguiente. Continúe así hasta que todas las tapas estén ordenadas. Si le queda una o dos tapas, pregunté al niño que ¿dónde las colocaría? Cuando el niño / persona no necesita concentrarse en las funciones del motor, la clasificación de los colores se hace más fácil.

Evaluación de Discromatopsias Adquiridas

Los defectos irregulares adquiridos del campo visual central, causan pérdidas variables de visión de color en diferentes partes del campo visual y producen diferentes tipos de confusiones, cuando se varía la saturación (la cantidad de color mezclada con el blanco) o el tamaño de la prueba.

Una persona que comete varios errores importantes que dan lugar a líneas que cruzan el círculo puede desempeñarse mejor cuando se usan estímulos grandes. Esto puede deberse a que la prueba con un estímulo más grande cubre más área de la retina, por lo tanto, la persona puede comparar más fácilmente las fichas.

Interpretación de Resultados.

Confusiones Menores

Los errores entre las fichas cercanas entre sí son comunes, incluso en personas con visión tricromática.

Cruces a través del círculo de color

Las confusiones que ocurren regularmente en una cierta dirección a través del espacio o eje de color (Figura 19: 3-14, 13-4, 5-12, 6-11) revelan el tipo de discromatopsia. Más de cuatro cruces en un eje se registran como percepción de color deficiente en ese eje.

La frontera entre defectos de color suave y moderado no está bien definida. Entre las deficiencias de visión de color moderada y severa se suele colocar a diez cruces.

Los tres ejes de los defectos de la visión del color protan, deutan y tritan a veces se llaman ceguera roja, ceguera verde y ceguera azul, pero estos nombres son confusos. Las personas con deficiencias visuales de color no son daltónicas, simplemente confunden algunos colores. Por ejemplo, protanopes y deuteranopes, ambos confunden algunos tonos azules, púrpuras y ciertos tonos marrones, rojos y verdes. Los tritanopes se combinan violeta con verde.

Al probar las técnicas antes mencionadas a niños pequeños, no obtenemos el número de "cruzamientos" a través patrón, como se indicó anteriormente, porque el niño no está tomando decisiones de color. Sin embargo, obtenemos información importante sobre si el niño confunde algunos colores.

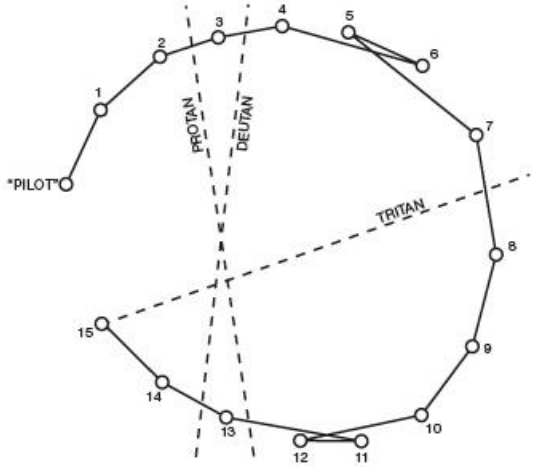
Uso del formato de registro

Dibuje la línea que conecta los números en el orden en que la persona ha dispuesto las fichas Si sólo se realiza la prueba binocular, o la persona tiene un solo ojo, los resultados pueden ser registrados simplemente anotando los números de las fichas en el orden en que están.

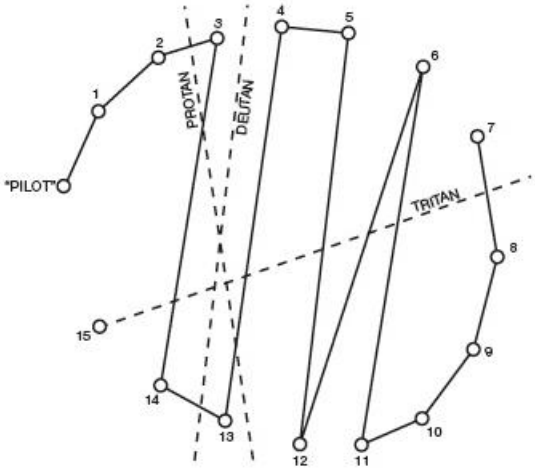
Esta es también la manera más fácil de registrar los resultados en un historial de casos. Si la prueba se hace dos veces, como suele ocurrir, los resultados se registran en otro formato o en otro patrón, para hacer más fácil ver cualquier variación.

Ejemplos de registros de resultados.

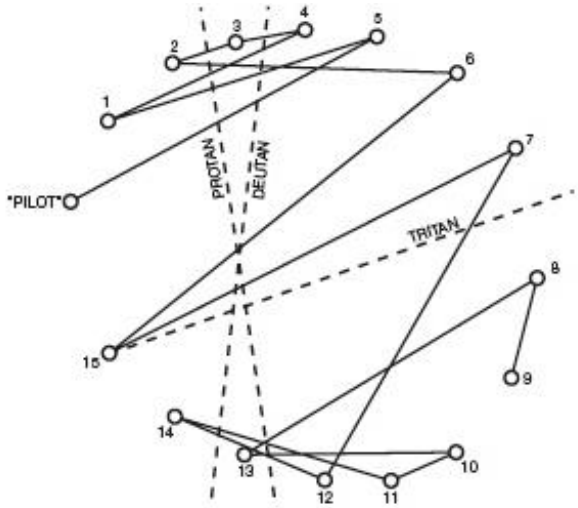
Patrón Normal con inversiones de fichas



Patrón esperado en desviaciones del eje Deutan



Patrón esperado en desviaciones del eje Tritan



Instrucciones para Prueba D-15 Farnsworth y D-15 Lanthony

Introducción

Pruebas dicotómicas Farnsworth D15 y Lanthony

Para defectos de visión al color congénita y adquirida.

16 discos de color, desarrollado en la década de 1940.

El estuche D15 es una modificación de la prueba Farnsworth-Münsell 100-Hue. La prueba de D15 está diseñada para la clasificación y disminuir el tiempo en el estudio de profundidad de los defectos de la visión del color utilizando el 100-Hue. Cada estuche D15 contiene discos numerados, un disco de referencia y quince que constituyen un incompleto círculo de color. Tras un intento de organizar secuencialmente los discos por parte del paciente, la evaluación determina la percepción del color o defectos en deutan, protan o discriminación eje tritan. A veces hay defectos indeterminados en los casos de toxicidad retiniana.

La prueba de Farnsworth D-15 se llama 'dicotómica' ya que fue diseñado para separar a los sujetos en dos grupos:

1.) Totalmente / Media-deficientes o 2.) Ligeramente deficiente o normal.

Esto es por el arreglo de discos de colores vivos (saturadas). Esto hace la prueba bastante fácil, la puntuación no perfecta es indicativa de una fuerte deficiencia de color.

La prueba Lanthony D-15 fue diseñado para separar los pacientes en uno de dos grupos:

1.) Color deficiente o 2.) Percepción del color normal.

Esto se logra mediante la disposición de la decoloración de los discos (instauración).

Esto hace la prueba difícil y una puntuación no perfecta es indicativa de una deficiencia de color suave. La prueba Lanthony se considera más apropiada para su uso en la detección de defectos de color adquiridos. Esta prueba no es apropiada para pacientes que han fallado la prueba de Farnsworth D15.

Nota: La aplicación de la prueba y la plantilla de hoja de puntuación son idénticos para la D15 Farnsworth y las pruebas D15 Lanthony. La única diferencia entre estos elementos es la saturación de color de los discos.

Contenido

Cada estuche D-15 Farnsworth o D-15 Lanthony de Productos Richmond consiste de: Disco de referencia (0)

Quince discos de colores (numerados en la parte inferior)
Caja transparente de plástico ABS (con tapa)
Guantes sin látex sin polvo
Instrucciones
Plantilla de hoja de puntuaciones (laminada)

Almacenamiento

Las pruebas de Farnsworth y Lanthony se deben almacenar en un lugar fresco y seco. Dado que la exposición a la luz afectará los discos de color, la prueba debe envolverse en el contenedor de transporte u otra disposición para protegerlo de la luz.

Precauciones

Cada disco de color se monta sin algún tipo de protección para asegurar la correlación con otras pruebas de color. Es muy importante asegurar que nadie toque la muestra de color para evitar el daño de las huellas dactilares. Esta es la razón por la que el examinador y el paciente usen algún tipo de protección en las manos. Guantes de látex libres de polvo están equipados para este fin. (Los reemplazos pueden ser reordenados como guantes P / N 4922R, sin látex, ligeramente en polvo, (4 paquetes de 10 Guantes)).

Entorno de iluminación

La prueba está diseñada para ser aplicada en un fondo negro para evitar que el entorno afecte la percepción del color por parte del paciente. Además, es muy importante administrar estas pruebas bajo condiciones consistentes para que posteriormente con el tiempo cada nueva prueba se pueda juzgar correctamente.

La iluminación debe proporcionar 6426º C aproximadamente a 25 pies candela o mayores (Iluminante C) o la luz del día. (P / N 4756R para 110 voltios y 220 voltios para 4757R) proporciona la iluminación recomendada para obtener resultados óptimos de ensayo.

Consideraciones previas a la prueba

El examinador debe determinar si la prueba se llevará a cabo mediante la visión binocular o por separado para cada ojo. Variaciones monoculares son muy raras, sin embargo algún traumatismo ocular u otras consideraciones pueden justificar una método sobre el otro.

Las pruebas para detectar defectos congénitos del color se logran generalmente binocularmente. Las pruebas para defectos adquiridos (toxicidad, trauma, enfermedad de la retina, etc.) se aplican por lo general en cada ojo.

La hoja de registro debe ser llenada conforme a lo obtenido. El examinador también debe determinar el tiempo aproximado que se le permitirá al paciente para la prueba. Los niños mayores de 5 a menudo pueden realizar la prueba de manera adecuada.

Para pacientes con destreza limitada, el procedimiento indicado donde se coloca cada disco de color en la caja transparente puede ser alterado con la solicitud del paciente para mostrar cada selección al examinador para su alineación. Es importante que el paciente sea capaz de ver la alineación ya que se basa para su revisión.

Las pruebas D15 Farnsworth D-15 y Lanthony no son sensibles a una pérdida de agudeza visual leve a moderada. Las pruebas están diseñadas para ser llevadas a cabo en una distancia de trabajo de 50 cm. Para los pacientes con baja visión, hay dos selecciones alternativas que pueden ayudar. La primera es una prueba Magnética de Farnsworth, que utiliza una caja sellada para evitar la contaminación de los discos. Los discos se mueven como en un juego por una varilla magnética.

Otra alternativa es una Farnsworth D-15 con discos de color que son casi tres veces en tamaño, llamado el Grande Equivalente Estímulo Pediátrica Farnsworth.

Procedimiento de la prueba

Para abrir la caja transparente de plástico ABS, pulse la etiqueta circular en el centro de la parte superior y levante un extremo.

Mantener la parte superior e inferior juntos (manteniéndolo abierto) propina a los discos de color en la parte superior por lo que son al revés.

Ahora toque la parte superior (con los discos) sobre la superficie seleccionada para la prueba. Se recomienda que la superficie sea de color negro. El examinador selecciona entonces la tapa de referencia (el disco de color con la notación inferior en blanco). Se instruye el uso de guantes al paciente para seleccionar el disco de color, lo que más se acerque a la tapa de referencia. El paciente continúa entonces para seleccionar el disco de color más próximo y coloca cada uno en secuencia en la parte inferior de la caja.

El paciente debe ser dado un tiempo razonable para arreglar los discos y puede ser permitido alterar la secuencia antes de su finalización, sin embargo, el tiempo debe ser de unos 2 minutos y no debe ser ilimitada A la finalización de la prueba, el examinador debe deslizar la tapa en su lugar para asegurar los chips de prueba.

Puntuación

La puntuación se lleva a cabo mediante la lectura de los números al reverso de las fichas de color a través de la caja de ABS transparente y el registro de la secuencia seleccionada por el paciente en una copia de la hoja de puntuación. Un paciente con una deficiencia de visión al color dispondrá los discos de color en un orden diferente al de una persona con visión normal.

La selección de los discos del paciente se esquematiza en una copia de la plantilla de la hoja de puntuación. Por ejemplo, si el orden de selección del paciente fue la tapa de referencia,1,15,2,3,14,13,12,11,10,9,8,7,6,5,4 la puntuación se vería así:

Una línea se dibuja desde el punto de partida (disco de referencia que está en blanco en la parte inferior) a través de la secuencia determinada por el paciente. Si las líneas se mantienen a lo largo del exterior del círculo, entonces el paciente se considera que es "normal" o muy ligeramente deficiente de color. Si las líneas de secuencia cruzan el centro repetidamente, el paciente tiene un defecto medio o fuerte. El tipo de defecto se determina comparando estas líneas de cruce para ver si son paralelas a los ejes protan, deutan o tritan.
Las confusiones que se producen regularmente en una dirección determinada a través de la hoja de resultados revelan el tipo de defecto al color.

Estas confusiones entre los discos de color que están muy juntos, no se consideran significativas, algunos examinadores consideran que una o dos cruces son normales. Algunos examinadores consideran confusión cruzar de disco de colores # 7 a # 15 para ser insignificante, ya que son tan cerca en el tono; Sin embargo, si la

línea de # 15 no permanece a lo largo del borde exterior del círculo, un defecto en el eje azul / amarillo debe sospechar.

Con la prueba de Farnsworth, la diferencia entre el defecto leve y medio no es fácil de definir. Los diferencia entre la deficiencia de medio y fuerte a menudo se considera a los 10 pasos. Vea las muestras a continuación.

Figura 1 Normal o cerca de la normalidad

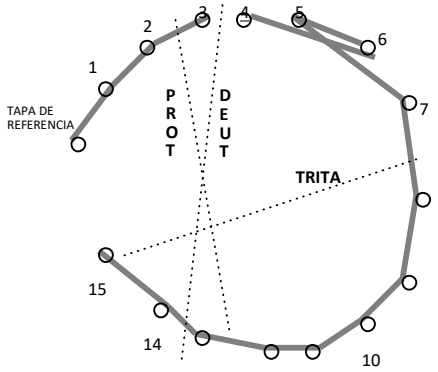


Figura 2 Cerca de la normalidad o deutan leve

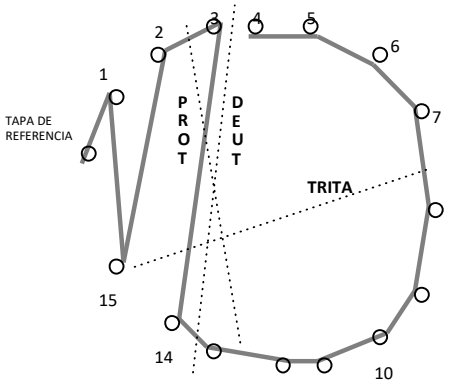


Figura 3 Deutan Moderado

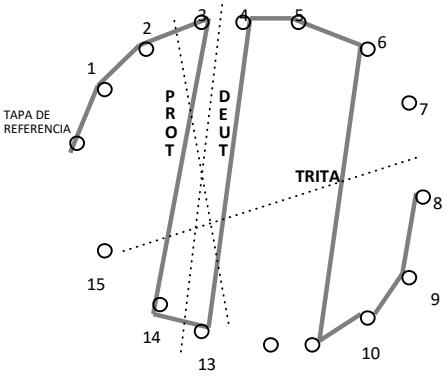


Figura 4 Deutan Severo

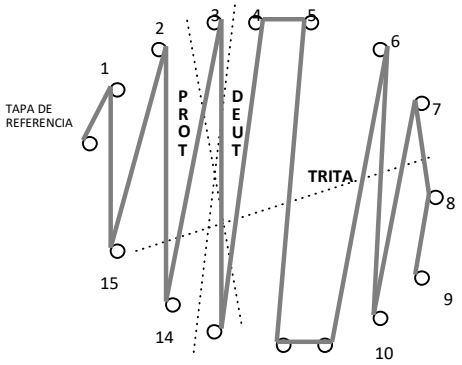


Figura 5 Protan Severo

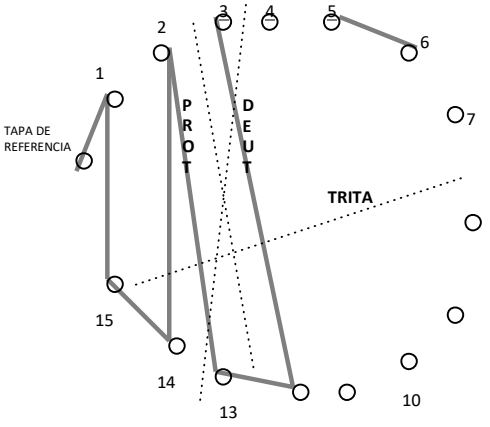
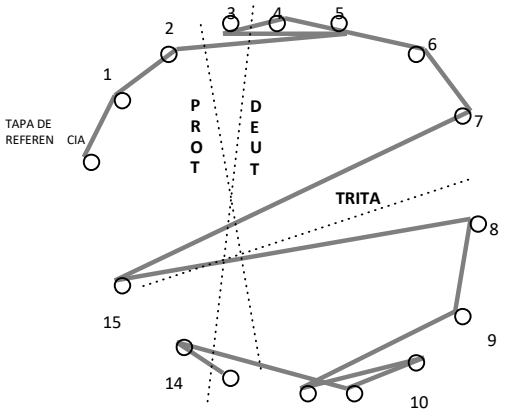


Figura 6 Tritan



Repetir la prueba

Cualquier puntuación obtenida menor de lo normal debe dar lugar a un descanso para el paciente. A continuación, revise las instrucciones con el paciente de nuevo para asegurarse de que el procedimiento de prueba se entiende completamente. Registrar la segunda prueba en una segunda hoja de puntuación.

Interpretación

Un "eje de confusión" de color en un paciente con menos de la percepción normal de los colores, no se puede determinar adecuadamente un color de otro.

La Deuteranomalía es el tipo más común de la deficiencia de la visión del color que afecta especialmente a los receptores verdes.

Un paciente deuteranómalo tendrá problemas para distinguir azul-verde de gris y rojo-púrpura.

La Protanomalía es una deficiencia de la visión del color que afecta especialmente a los receptores rojos. Una característica de un paciente protanómalo es que tienen problemas para distinguir rojo-naranja-rojo verde y confunde con el azul-verde y gris.

La tritanómalia afecta especialmente a los receptores de azul. Él o ella van a confundir violeta con gris y amarillo-verde. Un tritanómalo rara vez se hereda.

Estudios recientes han mostrado un incremento en este tipo de defecto en adultos debido a medicamentos. Los sujetos Deutan exhiben una "confusión de eje' verde a púrpura. Mientras que los protan tienen un "eje de confusión 'de rojo a azul verde. Y los tritan muestran un "eje de confusión' amarillo a azul.
Estos “ejes de confusión” representan una región en la rueda de color (similar en diseño a la hoja de puntaje) donde el paciente tiene problemas de discriminación entre los colores muy parecidos. Estos ejes dividen el círculo cromático en dos secciones. Dado que la prueba de Farnsworth distingue entre dos grupos; es decir, aquellos con deficiencia normal o leve con aquellos con deficiencia al color medio o fuerte, la prueba es llamada 'dicotómica'.

La prueba desaturada de Lanthony es usualmente utilizada para los que han pasado la D15 Farnsworth para distinguir entre la deficiencia de color suave y normal. Es más difícil para el paciente realizarla con precisión.

Referencias:

1. Birch, J Diagnosis of Defective Colour Vision. Oxford Medical Publications1993

2. Farnsworth, D The Farnsworth Münsell 100-Hue and dichotomous tests for colour vision Journal Ophthalmology Society American 33:568,1943

3. Fukami, K. Evaluation of the Farnsworth-Münsell 100-Hue Test Japanese Journal of Clinical Ophthalmology 30:27-31, 1976

4. Greenstein V, Sarter B, Noble K, and Carr R. *Investigative Ophthalmology & Visual Science* Vol. 31, 1008-1014. Hue discrimination and S cone pathway sensitivity in early diabetic retinopathy.

5. Hahn C, Evaluation of Hahn Double 15 Hue Test *Poster Session* 10th Japan-Korea Joint Meeting of Ophthalmology 9/21-23/2000

6. Helve, J. A comparative study of several diagnostic tests of colour vision used for measuring types and degrees of congenital red-green defects. Acta Ophthalmology Supplement. 115:18, 1972

7. Hyvärinen L. Quantitative Color Vision Test V-16 Manual P/N 2690 Available from Richmond Products Inc, Phone 561-994-2112 or FAX 561-994-2235 or www.RichmondProducts.com

7. Smith VC, Pokorny J. Large-field trichromacy in protanopes and deuteranopes *Journal Opt Soc Am* 1977; 67:213-220.

8. Tasman W, Jaeger E.A. Duane's Clinical Ophthalmology, Vol 3, Chapter 6, Lippincott Williams & Wilkins, 2000

9. Verriest G, van Laethem J, Uvijel A. A new assessment of the normal ranges of the Farnsworth-Münsell
100 hue test scores *American Journal of Ophthalmology* 1982; 93:635-642

10. Vingrys AJ and King-Smith PE *Investigative Ophthalmology & Visual Science* Vol. 29, 50-53 'A quantitative scoring technique for panel tests of color vision'.

11. McIntyre, Donald *Colour Blindness - Causes and Effects* Dalton Publishing, 2002
12. Referencias de pruebas Plaquenil:

Instrucciones para la prueba Farnsworth F100

Introducción

Prueba Farnsworth F100

Para defectos congénitos y adquiridos del color de la visión fichas, desarrollado en la década de 1940

Farnsworth-Münsell 100 es una prueba que examina la capacidad de discriminación al color y está destinado para su uso en formación profesional y de diagnóstico. La prueba 100-hue Farnsworth ha demostrado ser útil en la clasificación de la visión a los colores en discriminación por encima del promedio, discriminación promedio y discriminación pobre.

Estudios de investigación recomiendan que los especialistas administren una amplia batería de pruebas de visión de cromáticas para identificar a las personas con defectos de la visión al color, en lugar de confiar exclusivamente en la prueba Farnsworth D100. Sin embargo, esta sigue siendo la prueba más completa visión de los colores.

El resultado de la prueba se basa en una puntuación total de errores. El kit de productos incluye el CD Richmond Productos con Farnsworth 100 Hue y Plantilla Excel para la puntuación. Se introduce el orden de disposición de las 100 fichas ofrecido por paciente y los errores correspondientes. Entonces, el programa representa gráficamente la puntuación.

La capacidad de discriminación se estima a partir de la puntuación de errores totales y el tipo de deficiencia de color se determina a partir de la representación gráfica de los resultados. Las 100 fichas ordenadas para Protan, Deutan y Tritan muestran concentraciones de errores en posiciones bien definidas casi opuestas en el diagrama que representa el círculo de colores.

Los resultados se pueden representar gráficamente utilizando otros métodos, que se describen en varios documentos de investigación referenciados a continuación.

Contenidos

Farnsworth 100 Kit de ensayo se compone de:

- 93 fichas de colores dispuestos en cuatro filas (numeradas en la parte inferior)
- Cuatro estuches de plástico con tapa para mantener las fichas, guantes de látex libres
- Instrucciones de Farnsworth prueba F100
- Hoja de puntuaciones
- Farnsworth 100 Hue Plantilla MS-Excel para instalar el Software en CD
- Los cuatro estuches incluyen los siguientes fichas de color:

Estuche 1 = 24 fichas
84 85 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22

Estuche 2 = 23 fichas
21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43

Estuche 3 = 23 fichas
43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64

Estuche 4 = 23 fichas
64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85

Nota: Los dos primeros fichas de cada estuche se duplican.

Almacenamiento
La prueba Farnsworth F 100 se debe almacenar en un lugar fresco y seco. Dado que la exposición a la luz afectará a los fichas de color, el conjunto debe mantenerse envuelto en la caja de transporte u otro recinto para protegerlo.

Precauciones
Cada ficha de colores se monta sin ningún tipo de protección para asegurar la correlación con otras pruebas de color. Por consiguiente, es muy importante asegurar que nadie toque la muestra de color para evitar el daño con las huellas dactilares. Es muy importante que el examinador y el paciente usen algún tipo de protección. Los guantes están contenidos para este fin. Las fichas que se manchen o decoloren pueden ser remplazados de manera individual.

Iluminación
La prueba está destinada para ser administrado en un fondo negro, para evitar alrededores que pudieran afectar a la percepción del color del paciente. Además, es

muy importante para administrar estas pruebas en las mismas condiciones cada que se vuelva a aplicar. La iluminación debe proporcionar aproximadamente 6700ºKelvin a 25 pies candela o mayores, o a la luz del día.

La lámpara Richmond plana Tru-verano Illuminator (P / N 4756R para 110 voltios y 220 voltios para 4757R) proporciona la iluminación recomendada y una bandeja plana directamente bajo la luz para la iluminación óptima

The Richmond plana Bandeja verdadera luz del día Illuminator (P / N 4756R para 110 voltio y 4757R para 220 Volt

Consideraciones Previas

El examinador debe determinar si la prueba se lleva a cabo utilizando la visión binocular o por separado para cada ojo. Antecedentes de traumatismo, enfermedad o toxicidad potencial se adquieren defectos que justifican las pruebas monoculares. Las pruebas para detectar defectos congénitos del color se logran generalmente binocularmente porque las variaciones monoculares en defectos congénitos son raras.

En la hoja de registro debe marcarse en si la prueba fue aplicada de manera monocular o binocular. El examinador también debe determinar la cantidad aproximada de tiempo que le permitirá al paciente para la prueba. Los niños mayores de 5 a menudo se pueden realizar la prueba de manera adecuada.

Para pacientes con destreza limitada, el examinador colocara en el estuche la ficha indicada por el paciente en orden consecutivo. Es importante que el paciente sea capaz de ver la “línea de orden” para basar su comparación.

La prueba Farnsworth F100 no se efectúa, en pérdida de la agudeza visual leve a moderada. La prueba está diseñada para ser llevado a cabo en una distancia de trabajo de 50 cm.

Procedimiento de aplicación.

El procedimiento de aplicación se va a utilizar en conjunto con el CD Farnsworth F 100 MS-Excel para evaluar. Si se utiliza el método de puntuación de una ficha duplicado, se debe extraer una ficha de cada estuche. Del Estuche 1 número quitar la ficha 22, número 2 Estuche quitar la ficha 43, Estuche número 3 quitar la ficha 64 y Estuche 4

Quitar la ficha 85. Guarde estas fichas retirados como otros métodos de puntuación requieren el uso de estas fichas duplicadas.

Comience con el estuche del número 1.
Remueva la parte superior de uno de los estuches de plexiglás, presione la punta de un extremo de la caja y deslice con cuidado todas las fichas de color negro sobre una superficie. El examinador selecciona entonces la primera ficha de referencia (# 84 en el estuche 1) y coloca la ficha en la caja de plexiglás apropiada hasta el final. El examinador mezcla las fichas restantes (con el lado de color hacia arriba) antes de comenzar la prueba. El paciente se le indica a continuación que debe seleccionar la ficha consecutiva de entre los que quedan y lo coloca en la caja de plexiglás al lado de la tapa de referencia.

El paciente entonces deberá seleccionar la siguiente ficha de color más parecido al último elegido y colocar cada uno en secuencia en el estuche de plexiglás hasta terminar de acomodar todas las fichas. Al paciente se le debe otorgar un tiempo razonable para ordenar las fichas y que se permitirá alterar la secuencia antes de su registro. Sin embargo, el tiempo debe ser aproximadamente 2 minutos por estuche y no debe ser ilimitada.
Al término de la prueba para el estuche 1, el examinador debe deslizar la tapa en su lugar para asegurar las fichas de prueba.
La prueba se repite entonces bajo la misma dinámica para cada uno de los otros tres estuches.
Registro de Resultados
Los resultados para cada estuche se obtienen mediante la lectura de los números de fichas, en el reverso de la caja a través de la registrando la secuencia ofrecida por el paciente en una copia de la hoja de puntuación.

Nota: La última ficha de cada estuche se repite como una de las fichas de referencia en el estuche siguiente, pero no se registra.

Para determinar la puntuación y obtener una representación gráfica de los resultados, se puede optar por utilizar el CD con Farnsworth 100 Plantilla MS-Excel. Para utilizar este software, se introduce entonces la secuencia de fichas real seleccionada por el paciente en la hoja titulada "Introducir datos Aquí 'según las instrucciones de abajo.

Este CD también contiene un archivo de MS-Word, que es una copia de estas instrucciones de prueba Farnsworth F100 e incluye un archivo de MS-Excel, que es una copia de la tarjeta de puntuación Farnsworth F100.
MS-Excel plantilla de puntuación
El CD Farnsworth 100 MS-Excel se utiliza para construir un análisis de las puntuaciones de cada paciente.

Las instrucciones siguientes son aplicables al uso en Windows 98, junto con MS-Excel 97. Las versiones posteriores de Windows Office y MS son similares pero no están incluidos aquí:
Nota: Para estas instrucciones de ordenador, las condiciones utilizadas son las siguientes:

Inserte el CD en la unidad. Haga clic derecho sobre el botón "Inicio". En el menú emergente de opciones, a la izquierda, haga clic en la aplicación llamada "Explorar".

Introducir nombre y Resultados del Paciente
En la aplicación Excel, haga clic en la celda con las palabras "Introduce el nombre aquí" y el tipo sobre esta entrada colocar el nombre completo del paciente. Repita este procedimiento para las células titulado " Fecha del examen" y "Nombre del examinador".
Ahora, A partir de la hoja de registro o los estuches reales, introducir en la selección 'real en el ficha' el orden ofrecido por el paciente (la celda C8 probable). Introduzca las otras selecciones en la columna titulada 'ficha real'.
Nota: Desde el principio, la columna titulada "Error Score" tendrá entradas. A medida que se introducen las selecciones reales de las fichas, Excel calculará automáticamente la correcta "Error Score" y el lugar que se traducen en la columna apropiada.

Guardar las puntuaciones del paciente:
A la finalización de las entradas de selección del paciente, ir a "Archivo" y luego "Guardar" para asegurar que las entradas han sido archivados.

Impresión de los resultados del paciente:
Al otro lado de la parte inferior de la ventana de Excel, haga clic en la pestaña titulada "Informe del paciente". Comentario de nombre de pacientes y otros datos pertinentes, a continuación, imprima. Esta página muestra el nombre del paciente, datos de prueba, las selecciones de ficha, línea por línea puntuaciones calculadas y la puntuación total.
Ahora, A través de la parte inferior de la ventana de Excel, haga clic en la pestaña titulada "Impresión de Cuadros '. Comentario de nombre de pacientes y otros datos pertinentes, a continuación, imprima. Esta página muestra el nombre del paciente, y una representación sobre el gráfico de las puntuaciones del paciente con las líneas Protan, Deutan y Tritan pre-marcado.

Interpretación de los resultados
La Interpretación de las puntuaciones de error y el gráfico se deja al médico. En el anexo se ofrece una lista de libros de texto y otros materiales, que pueden ser utilizados para desarrollar un método de interpretación.

Revaloración

Opuesto a la prueba D-15, que es una prueba mucho más corto de administrar, volver a aplicar el Farnsworth F100 en la misma sesión a menudo da resultados algo diferentes y no se considera viable.

Interpretación de las puntuaciones

Se sugiere consulta de un libro de texto sobre este tema.

F 100 Referencias:

1. Aspinall, PA (1974) Comparación entre el ojo y la prueba de 100 tonalidad. Acta Ophthalmologica, 52, 307-16.
2. Abedul, J (1993) Diagnóstico de Color Visión defectuosa. Oxford publicaciones médicas
3. Dain, SJ y Birch, J (1987) Un método de promedio para la interpretación de la prueba de Farnsworth-Münsell tonalidad 100. British Journal of Physiological Optics, 7, 3, 267-80.
4. Farnsworth, D (1943) El Farnsworth Münsell 100-Hue y pruebas dicotómicas para la visión del color Diario
Ophthalmology Sociedad Americana33: 568-78.
5. Farnsworth D, Introducción a los Principios de color Deficiencia "Informe n ° 254, de Investigación Médica
laboratory, 08 de septiembre 1954.
6. Fukami, K. Evaluación de la Farnsworth-Münsell 100-Hue prueba Japanese Journal of Clinical Ophthalmology
30: 27-31, 1976
7. Greenstein V, Sarter B, Noble K y R. Carr Investigative Ophthalmology & Visual Ciencia Vol. 31, 1008-
1014. la discriminación Hue y sensibilidad vía S cono en la retinopatía diabética temprana.
8. Hahn C, Evaluación de Hahn Doble 15 Prueba de Hue Poster Session 10ºReunión Conjunta Japón-Corea de
Ophthalmology 9 / 21-23 / 2000
9. Helve, J. Estudio comparativo de varias pruebas de diagnóstico de la visión de los colores utilizados para la medición de los tipos y grados de defectos congénitos rojo-verde. Suplemento Acta Oftalmología. 115: 18, 1972
10. Hyvärinen L. cuantitativa Color Visión Prueba V-16 Manual P / N 2690 Disponible a partir de Richmond Products Inc, teléfono 561-994-2112 o 561-994-2235 o FAXwww.RichmondProducts.com

11. Malone D, y Hannay H J. "El Farnsworth-Münsell 100 Prueba-Hue: Una cuestión de Normas", Auburn UniHabilidades de percepción y de motor versidad ","1977, 44, 1249-1250
12. Nickerson D, W. Granville "Hue La sensibilidad hacia la dominante de la onda de longitud Cambio," Diario Opt. Soc Am 30, 159 (1940)
13. Smith VC, J. Pokorny tricromacia de gran campo en protanopes y deuteranopes Diario Opt Soc Am
1977; 67: 213-220.
14. Tasman W, Oftalmología de Jaeger EA Duane Clínica, Vol 3, Capítulo 6, Lippincott Williams & Wilkins, 2000
15. Verriest G, van Laethem J, Uvijel A. Una nueva evaluación de los rangos normales de los Farnsworth-Münsell 100 Hue resultados de los exámenes American Journal of Ophthalmology 1982; 93: 635-642
16. Vingrys AJ y King-Smith PE Investigative Ophthalmology & Visual Ciencia Vol. 29, 50-53 "Una técnica de puntuación cuantitativa para las pruebas del panel de la visión del color".
17. McIntyre, Donald Color Ceguera - Causas y efectos Dalton Publishing, 2002

Instrucciones para el examinador Prueba HRR

Mantenga el libro cerrado y guardado cuando no se esté utilizando. Evite tocar las láminas con los dedos y para cambiar de página ayúdese de las esquinas de las hojas.

Coloque el asiento del paciente de modo que entre sus ojos y las láminas haya 75 cm de diferencia, cuando el Prueba este colocado en el atril de iluminación. Encienda el atril iluminador y elimine toda la luz externa de la habitación que pueda caer directamente sobre las láminas de prueba. Recuerde el Prueba se realiza de manera **monocular.**

Ensayo: Las láminas 1 a 4 son utilizadas para ejemplificar la prueba. Mostrar estas cuatro láminas en secuencia diciendo: Voy a mostrar algunos símbolos de colores. Sin tocarlas ¿Cuántos símbolos se distinguen?, ¿Qué símbolos son? A menos que el paciente pretenda mostrarse enfermo o que en efecto tenga una deficiencia al color, deben ser reportados dos signos en las dos primeras laminas (OX y XΔ respectivamente), un signo (O) en la tercera y ningún signo en la cuarta. Decirle al paciente que estos símbolos pueden aparecer en cualquiera de las cuatro esquinas de las páginas. Después de la identificación verbal de los símbolos pedirle que marque el símbolo con la brocha.

Decirle entonces: "La prueba en sí se compone sólo de estos tres símbolos con dos, uno o ninguno en una página, algunos de ellos será más difícil para usted ya que el color puede ser en menor intensidad.

Detección. Comenzar la prueba con las láminas (5-10) Mostrar la lámina 5 y preguntar ¿Cuántos símbolos de color ve aquí?, ¿Qué signos son?, Luego pregunte, ¿Dónde están? "Es importante obtener una respuesta **INMEDIATA** en cuanto al número de símbolos vistos.
Se debe tomar en cuenta únicamente la primera respuesta dada por el paciente. Registrar la respuesta del (utilizando X, O) en el cuadro correspondiente a la lámina 5 en la hoja de registro, el registro debe ser exacto en cuanto al símbolo y ubicación indicada por el paciente. Si el paciente responde todas las preguntas de manera correcta se coloca una paloma en el recuadro correspondiente al registro.

Por otra parte, si el paciente da una respuesta errónea a uno o cualquiera de las tres preguntas no colocar la paloma. Se procede de manera similar con láminas 6-10, pasando las páginas en unos intervalos de 3 segundos, pidiendo al paciente que responda a las mismas tres preguntas.

Estas seis láminas sirven para la evaluación general, en caso de que el paciente responda de manera correcta en todas, la prueba se detiene pues no presente anomalía cromática alguna.

En caso de haber fallado en las láminas 5 y 6, el paciente puede presentar dificultad de visión en los colores azul-amarillo y se debe proceder a analizar las láminas (21-24). Si la falla se registró en las láminas (7 a 10), la falla cromática es en la visión al rojo-verde, el examinador debe proceder a aplicar las láminas (11 a 20).

Diagnóstico: Para el diagnóstico del tipo y extensión del defecto, se utilizan las láminas 11-24. En la presentación de cada una de las láminas, de nuevo pedir al paciente que responda a las tres preguntas antes expuestas, y colocar una marca en el espacio provisto en la hoja de puntuación a la derecha de cada pequeña caja cada vez que el paciente acierte en el símbolo y su localización.

Por ejemplo, si en la placa 11 del paciente nombre correctamente el símbolo “O” y acierta en su ubicación, pero no acierte en el símbolo “Δ”, se marca una paloma a lado de símbolo “O” y la línea del costado del símbolo “Δ” se deja vacía. Si ambos son nombrados y localizados de manera correcta marcas ambos espacios con una paloma. Cuando se ha completado la prueba se deben sumar los totales en cada columna. Hay espacios para los totales debajo de las placas 20 y 24.

Repetición: En algunos casos en los que el defecto del color es muy suave, un paciente puede dejar de ver correctamente algunos de los símbolos en las láminas (5-10), pero ver correctamente todos los símbolos en las placas de diagnóstico las placas (11 a 24), se debe dar una segunda oportunidad de realizar el Prueba con el libro del examen girado ya sea 90° o 180°, para dar a las figuras una localización diferente. Las respuestas se registran en los cuadros titulados "Repetición”

Interpretación de resultados:

Una respuesta correcta a una lámina incluye el número de, el nombre y la ubicación de todos los símbolos de color en la placa.

Un error es el fracaso para ver todos los símbolos, o un nombre incorrecto de cualquier símbolo o una ubicación incorrecta.

VISION AL COLOR NORMAL

A. Un paciente que da las respuestas correctas a las seis laminas iniciales de prueba. (De ser así la prueba se detiene en este punto).

B. Un paciente que comete uno o más errores en las seis láminas de pruebas iniciales, pero no se equivoca en las láminas de valoración, ni si quiera cuando se realiza el Prueba por segunda ocasión, es considerado un paciente con visión al color normal.

DEFECTOS DE VISION AL COLOR

a. Tipo de defecto

Deficiencia al Rojo-Verde: Un paciente es PROTAN si el número total de controles en la columna protan es mayor que en la columna del deuteran; un DEUTERAN si el número total de palomas en la columna de la deuteran es mayor que en la columna de la protan.

NO SE CLASIFICAN en cuanto a tipo de deficiencia rojo-verde si el número de palomas es el mismo en las columnas Protan y Deuteran, o si los errores se han hecho en solamente la proyección.

Deficiencia al Azul- Amarillo: Un paciente es TRITAN si el número total de controles en la columna tritan es mayor que en la columna del tetran; un TETRAN si el número total de palomas en la columna de la tetran es mayor que en la columna de la tritan.

NO SE CLASIFICA la deficiencia de azul-amarillo si el número de tritan y tetran es la misma en las columnas o si los errores se han cometido solo en las láminas de diagnóstico. Encontrar suficientes errores dispuestos a lo largo de todo el Prueba indica quizás un daltonismo total, o baja discriminación de color que se acerca al monocromatismo. Ya que usualmente el monocromatismo difiere de la tricromía en el brillo de los estímulos cromáticos, el paciente tal vez pueda reconocer algunas de las figuras, por la diferencia significativa de brillo en algunas figuras. Las láminas pseudoisocromaticas pueden ser también utilizadas en la detección de otras anomalías raras de visión al color.

b. Extensión del defecto

Este Prueba presenta tres grados de extensión del defecto, moderado, medio e intenso. El ÚLTIMO GRUPO de láminas en el que se produce error da la medida de la deficiencia de color del paciente. Por ejemplo, un caso de deficiencia de rojo-verde si se produce el último error en ninguno de los grupos de láminas de 7-10 o 11-15 y no hay errores en placas 16-20, el defecto es moderado; si se produce el último error en láminas de 16-18 y no hay errores en placas 19-20 el defecto está en grado medio: y si se producen errores en la placas 19 presenta anomalía intensa. Del mismo modo, en caso de la deficiencia de azul-amarillo, si se produce el último error en láminas 5 y 6, y no hay errores en láminas 21-24, el defecto es moderado; si se produce el último error en las láminas de 21-22 y no hay errores placas 23-24, el defecto es de grado medio, y si se producen errores en placas 23-24, el defecto es intenso.

Iluminación. Cualquier prueba de color utilizando luz depende de la composición espectral de la fuente luminosa.

Los colores utilizados en la laminas HRR fueron determinados bajo una aproximación del Diagrama de cromaticidad. Por tanto, es obligatorio que la

prueba se aplique bajo esta fuente luminosa o una aproximación cercana de la misma. La intensidad de la iluminación debe ser de entre 10 y 60 pies-candelas. Nosotros, recomendamos Richmond Products Daylight diseñado para proveer la iluminación requerida. Se debe evitar que la iluminación de otras fuentes de luz como la Iluminación directa o lámparas de Tungsteno u otras lámparas fluorescentes en la habitación o ventanas de luz exterior llegue a las láminas del Prueba. A menos que se observan estas precauciones en cuanto a la iluminación, el uso de las láminas HRR ya sea para la detección o para el diagnóstico cualitativo y cuantitativo no dará resultados precisos para realizar más pruebas de color.

Instrucciones para el examinador Prueba HRR

Mantenga el libro cerrado y guardado cuando no se esté utilizando. Evite tocar las láminas con los dedos y para cambiar de página ayúdese de las esquinas de las hojas.

Coloque el asiento del paciente de modo que entre sus ojos y las láminas haya 75 cm de diferencia, cuando el Prueba este colocado en el atril de iluminación. Encienda el atril iluminador y elimine toda la luz externa de la habitación que pueda caer directamente sobre las láminas de prueba. Recuerde el Prueba se realiza de manera **monocular.**

Ensayo: Las láminas 1 a 4 son utilizadas para ejemplificar la prueba. Mostrar estas cuatro láminas en secuencia diciendo: Voy a mostrar algunos símbolos de colores. Sin tocarlas ¿Cuántos símbolos se distinguen?, ¿Qué símbolos son? A menos que el paciente pretenda mostrarse enfermo o que en efecto tenga una deficiencia al color, deben ser reportados dos signos en las dos primeras laminas (OX y XΔ respectivamente), un signo (O) en la tercera y ningún signo en la cuarta. Decirle al paciente que estos símbolos pueden aparecer en cualquiera de las cuatro esquinas de las páginas. Después de la identificación verbal de los símbolos pedirle que marque el símbolo con la brocha.

Decirle entonces: "La prueba en sí se compone sólo de estos tres símbolos con dos, uno o ninguno en una página, algunos de ellos será más difícil para usted ya que el color puede ser en menor intensidad.

Detección. Comenzar la prueba con las láminas (5-10) Mostrar la lámina 5 y preguntar ¿Cuántos símbolos de color ve aquí?, ¿Qué signos son?, Luego pregunte, ¿Dónde están? "Es importante obtener una respuesta **INMEDIATA** en cuanto al número de símbolos vistos.
Se debe tomar en cuenta únicamente la primera respuesta dada por el paciente. Registrar la respuesta del (utilizando X, O) en el cuadro correspondiente a la lámina 5 en la hoja de registro, el registro debe ser exacto en cuanto al símbolo y ubicación indicada por el paciente. Si el paciente responde todas las preguntas de manera correcta se coloca una paloma en el recuadro correspondiente al registro.

Por otra parte, si el paciente da una respuesta errónea a uno o cualquiera de las tres preguntas no colocar la paloma. Se procede de manera similar con láminas 6-10, pasando las páginas en unos intervalos de 3 segundos, pidiendo al paciente que responda a las mismas tres preguntas.

Estas seis láminas sirven para la evaluación general, en caso de que el paciente responda de manera correcta en todas, la prueba se detiene pues no presente anomalía cromática alguna.

En caso de haber fallado en las láminas 5 y 6, el paciente puede presentar dificultad de visión en los colores azul-amarillo y se debe proceder a analizar las láminas (21-24). Si la falla se registró en las láminas (7 a 10), la falla cromática es en la visión al rojo-verde, el examinador debe proceder a aplicar las láminas (11 a 20).

Diagnóstico: Para el diagnóstico del tipo y extensión del defecto, se utilizan las láminas 11-24. En la presentación de cada una de las láminas, de nuevo pedir al paciente que responda a las tres preguntas antes expuestas, y colocar una marca en el espacio provisto en la hoja de puntuación a la derecha de cada pequeña caja cada vez que el paciente acierte en el símbolo y su localización.

Por ejemplo, si en la placa 11 del paciente nombre correctamente el símbolo “O” y acierta en su ubicación, pero no acierte en el símbolo “Δ”, se marca una paloma a lado de símbolo “O” y la línea del costado del símbolo “Δ” se deja vacía. Si ambos son nombrados y localizados de manera correcta marcas ambos espacios con una paloma. Cuando se ha completado la prueba se deben sumar los totales en cada columna. Hay espacios para los totales debajo de las placas 20 y 24.

Repetición: En algunos casos en los que el defecto del color es muy suave, un paciente puede dejar de ver correctamente algunos de los símbolos en las láminas (5-10), pero ver correctamente todos los símbolos en las placas de diagnóstico las placas (11 a 24), se debe dar una segunda oportunidad de realizar el Prueba con el libro del examen girado ya sea 90° o 180°, para dar a las figuras una localización diferente. Las respuestas se registran en los cuadros titulados "Repetición”

Interpretación de resultados:

Una respuesta correcta a una lámina incluye el número de, el nombre y la ubicación de todos los símbolos de color en la placa.

Un error es el fracaso para ver todos los símbolos, o un nombre incorrecto de cualquier símbolo o una ubicación incorrecta.

VISION AL COLOR NORMAL

A. Un paciente que da las respuestas correctas a las seis laminas iniciales de prueba. (De ser así la prueba se detiene en este punto).

B. Un paciente que comete uno o más errores en las seis láminas de pruebas iniciales, pero no se equivoca en las láminas de valoración, ni si quiera cuando se realiza el Prueba por segunda ocasión, es considerado un paciente con visión al color normal.

DEFECTOS DE VISION AL COLOR

a. Tipo de defecto

Deficiencia al Rojo-Verde: Un paciente es PROTAN si el número total de controles en la columna protan es mayor que en la columna del deuteran; un DEUTERAN si el número total de palomas en la columna de la deuteran es mayor que en la columna de la protan.

NO SE CLASIFICAN en cuanto a tipo de deficiencia rojo-verde si el número de palomas es el mismo en las columnas Protan y Deuteran, o si los errores se han hecho en solamente la proyección.

Deficiencia al Azul- Amarillo: Un paciente es TRITAN si el número total de controles en la columna tritan es mayor que en la columna del tetran; un TETRAN si el número total de palomas en la columna de la tetran es mayor que en la columna de la tritan.

NO SE CLASIFICA la deficiencia de azul-amarillo si el número de tritan y tetran es la misma en las columnas o si los errores se han cometido solo en las láminas de diagnóstico. Encontrar suficientes errores dispuestos a lo largo de todo el Prueba indica quizás un daltonismo total, o baja discriminación de color que se acerca al monocromatismo. Ya que usualmente el monocromatismo difiere de la tricromía en el brillo de los estímulos cromáticos, el paciente tal vez pueda reconocer algunas de las figuras, por la diferencia significativa de brillo en algunas figuras. Las láminas pseudoisocromaticas pueden ser también utilizadas en la detección de otras anomalías raras de visión al color.

b. Extensión del defecto

Este Prueba presenta tres grados de extensión del defecto, moderado, medio e intenso. El ÚLTIMO GRUPO de láminas en el que se produce error da la medida de la deficiencia de color del paciente. Por ejemplo, un caso de deficiencia de rojo-verde si se produce el último error en ninguno de los grupos de láminas de 7-10 o 11-15 y no hay errores en placas 16-20, el defecto es moderado; si se produce el último error en láminas de 16-18 y no hay errores en placas 19-20 el defecto está en grado medio: y si se producen errores en la placas 19 presenta anomalía intensa. Del mismo modo, en caso de la deficiencia de azul-amarillo, si se produce el último error en láminas 5 y 6, y no hay errores en láminas 21-24, el defecto es moderado; si se produce el último error en las láminas de 21-22 y no hay errores placas 23-24, el defecto es de grado medio, y si se producen errores en placas 23-24, el defecto es intenso.

Iluminación. Cualquier prueba de color utilizando luz depende de la composición espectral de la fuente luminosa.

Los colores utilizados en la laminas HRR fueron determinados bajo una aproximación del Diagrama de cromaticidad. Por tanto, es obligatorio que la

prueba se aplique bajo esta fuente luminosa o una aproximación cercana de la misma. La intensidad de la iluminación debe ser de entre 10 y 60 pies-candelas. Nosotros, recomendamos Richmond Products Daylight diseñado para proveer la iluminación requerida. Se debe evitar que la iluminación de otras fuentes de luz como la Iluminación directa o lámparas de Tungsteno u otras lámparas fluorescentes en la habitación o ventanas de luz exterior llegue a las láminas del Prueba. A menos que se observan estas precauciones en cuanto a la iluminación, el uso de las láminas HRR ya sea para la detección o para el diagnóstico cualitativo y cuantitativo no dará resultados precisos para realizar más pruebas de color.

Láminas de color: Prueba pediátrica

Originado por Hiro MATSUBARA. Doctor de medicina.

Recientemente, con el progreso de la civilización, el problema del color se ha convertido en noticia dado el incremento de su importancia para la perspectiva de la vida social. Por lo tanto, se hace necesario considerar la presencia de la visión al color anormal, más rápido que antes. Para conocer la demanda, el autor creo unas láminas de imágenes para pacientes pediátricos, que posibiliten el entendimiento. Porque hasta ahora, las láminas habían sido explicadas con letras y puntos trazados y no eran prácticas para su uso con infantes.

La prueba de visión al color ideal fue compilada por láminas las cuáles hace posible el entendimiento para personas con visión cromática normal y personas con algún defecto leve.

El autor espera hacer esta prueba, basado en diversos estudios de investigación.

Entonces, las láminas fueron fabricadas con el objetivo de ser entendidas por los infantes, sin contar los contratiempos particulares de cada individuo.

Por el logro de la prueba, expreso mi cordial gratitud al Prof. Kojima quien me guio, Dr. Yasuzo Niimi quien me dio la primera oportunidad en 1945, Sr. Yoshiro Yamaguchi, el gerente de Handaya Co, ltd. quien me dio la ayuda para la publicación y a todos los compañeros investigadores de este ensayo.

Noviembre de 1957

Explicación

Clasificación de las Discromatopsias.

Las anomalías de Vision cromática se dividen en discromatopsias congenias y adquiridas.

Las discromatopsias congénitas se dividen en las siguientes:

Acromatopsias: La percepción cromática es ausente. Los pacientes viven en un mundo gris. Todos los objetos son percibidos como una fotografía en blanco y negro. Además ellos presentan mala agudeza visual, fotofobia y nistagmos. Tales casos son muy raros.

Cegueras.

Protanopsia: La sensibilidad a los rojos y a los colores complementarios del mismo es ausente. Los pacientes cometen errores al realizar discriminación de los colores.

Deuteranopsia: La sensibilidad por el color complementario verde y violeta-rojo para el verde, es ausente. Los pacientes cometen errores para discriminar estos colores.

Anomalías

Protanomalía: La sensibilidad para el rojo y el verde cobalto es débil.

Deuteranomalía: La sensibilidad para el verde y violeta-rojo es débil.

Discromatopsia: Sensibilidad al color rojo-verde y azul-amarillo es débil. Otros síntomas oculares están ausentes, en contra de la acromatopsia. Tales casos son raros.

Por lo general, cegueras y anomalías congénitas, se contempla como objeto principal. Ellos representan el 4,5% de los hombres y el 0,4% de las mujeres. La mayoría de ellos pertenecen a Deuteranopsia. La frontera entre dos anteriores no se decide con claridad. Cuando los colores son claros y el ángulo visual es grande, se hace posible discriminar un color individual, sin tener en cuenta la presencia de protano-deuteranopsia.

DIRECCIÓN PARA USO

1) El examen debe ser realizado con luz de día en una habitación. Cuando se utiliza una lámpara fluorescente o luz de lo artificial, la consideración se debe mantener por completo en la fuente iluminante. Hay que evitar a examinar directamente a la luz del día o en un lugar oscuro.

2) Se realizó a 75cm de los ojos de los examinados, mantener los platos perpendicularmente al eje visual. Cuando los discos se miraron de forma oblicua, o los ojos se abren por poco, o las placas se colocan demasiado lejos o demasiado cerca, los resultados no son correctos.

3) En el plazo de 2... 3 segundos hasta 10 segundos, las respuestas se obtienen en los casos normales. Es necesario pensar en el tiempo que es necesario para la respuesta, al lado de retardo mental.

4) Especialmente, para las edades bajas (3... 4 años de edad), los niños con retraso mental y tímido, a veces, es necesario dar algunas pistas que son adecuadas para las fotografías.

5) Cuando el tiempo o del examen es muy limitado como el examen de la escuela, es suficiente obtener mediante el uso de No. 1, 2, 4, 6, 8 y 10.

6) El Nº 5 es difícil discriminar cuando se aplica a la lente roja o de lentes de contacto de color rojo. Por lo tanto, los son útil para detectar la aplicación.

Explicación

1) El No.1 es posible leer para las personas normales y anormales. Para la persona normal es posible leer todas las placas de número 1 al número 10
2) En protanopsía, la mayoría de los casos son posibles para leer el No. 7 y 8 de las láminas anteriores
3) En anomalías, la mayoría de los casos son posibles para leer el Nº 7, 8, 9 y 10 entre las láminas del Nº 2 al Nº 10. Sin embargo, a veces, Deuteranomalía es difícil de leer No. 7 y es Protanomalía difícil de leer No.9.
4) Del anterior examen, el juicio es posible en la mayoría de ocasiones. Sin embargo, el juicio es difícil a veces. La relación hereditaria se debe considerar en caso de necesidad.

GOOD-LITE COLOR VISION

NUMERO DE LÁMINAS DE COLORES:

16 Láminas de color rojo/verde (protan/deutan)

2 Láminas de colores azul/amarillo (tritan)

SIMBOLOS DE COLORES PEDIATRICOS:

8 Láminas de colores rojo/verde (protan/deuteran)

Prueba pseudocromatica de visión al color por “GOOD LITE”:

- Descripción del disco:
  -La numeración de cada disco se encuentra en la parte inferior izquierda de cada página.
  -Las Láminas 1-18 se deberán utilizar en pacientes familiarizados con los números y mayores de 5 años.
- Láminas 1-8: Para mostrar (Todos los pacientes deberán ser capaces de identificar lo mostrado en el disco “1”, aun si existe algún tipo de anomalía en su visión al color).
- Láminas 9-15: Opcional- Láminas de verificación, o en caso de ser requerido para usarse con personal gubernamental o relacionado con el ejército.
- Disco 16: Opcional- Estas Láminas están diseñados para pacientes con severas deficiencias en su visión al color.
- Disco 17-18: Opcional- Estas láminas ayudan a identificar alguna anomalía en colores azul/amarillo (TRITAN)
- Láminas 19-26: Son Láminas pediátricas de sistema LEA para pacientes que no conozcan los números.
- Láminas 19-26: Para mostrar (Todos los pacientes deberán ser capaces de identificar lo mostrado en el disco “19”, aun si existe algún tipo de anomalía en su visión al color).

PROCEDIMIENTO:

- Se deberán mostrar las Láminas bajo una buena iluminación de día o con una lámpara.
- En un ángulo recto frente al paciente con una distancia de 30-40 cm.
- Se le darán 3 segundos para la identificación de cada disco.
- Los pacientes pediátricos pueden utilizar algún hisopo con la finalidad de remarcar los símbolos o números mostrados.

Acierto o Fallo en la prueba en Láminas estándar:

- Acierto en las Láminas de números: Identificar correctamente los Láminas del 1-8.
- Fallo en las Láminas de números: Identificación NO correcta, o no ve todos los Láminas 1-8.
- Acierto en las Láminas pediátricos: Identificación correcta de los Láminas del 19-26.
- Fallo en las Láminas pediátricos: Identificación NO correcta, o no ve todos los Láminas 19-26.

Acierto o Fallo en requerimientos gubernamentales o de carácter militar:

- Acierto para las Láminas de números: Identificación correcta de los Láminas 1-15.
- Fallo para las Láminas de números: Identificación NO correcta o no ve todos los números.

Acierto o Fallo en colores severos:

- Acierto en las Láminas de números: Correcta identificación de las Láminas 16.
- Fallo en las Láminas de números: Identificación NO correcta en las Láminas 16.

Acierto o Fallo en TRITAN:

- Acierto en las Láminas de números: Correcta identificación de las platos 17-18.
- Fallo en las Láminas de números: Identificación NO correcta en las Láminas 17-18.

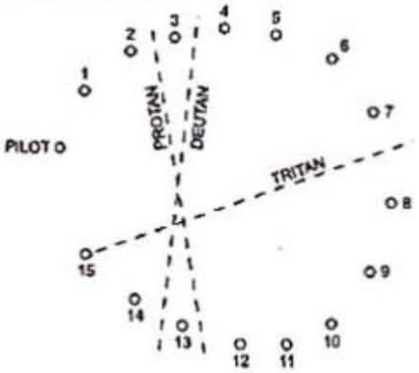
Apéndice 2

Formatos de Registro

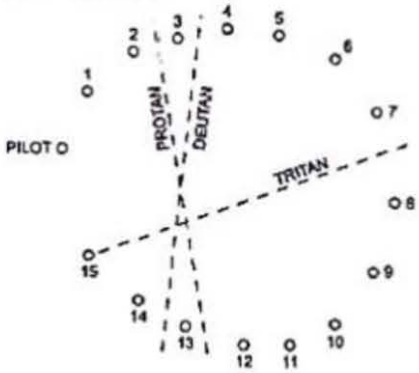
PRUEBAS

Farnsworth D15

OJO DERECHO



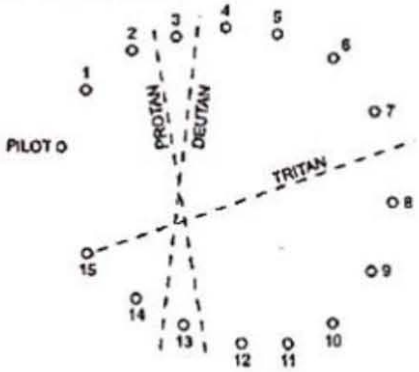
OJO IZQUIERDO



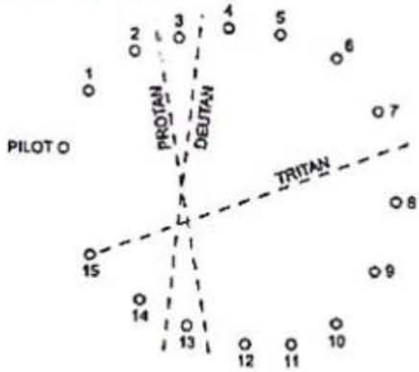
Dx:_____ **Dx:**_____

Lanthony D15 Desaturado

OJO DERECHO



OJO IZQUIERDO

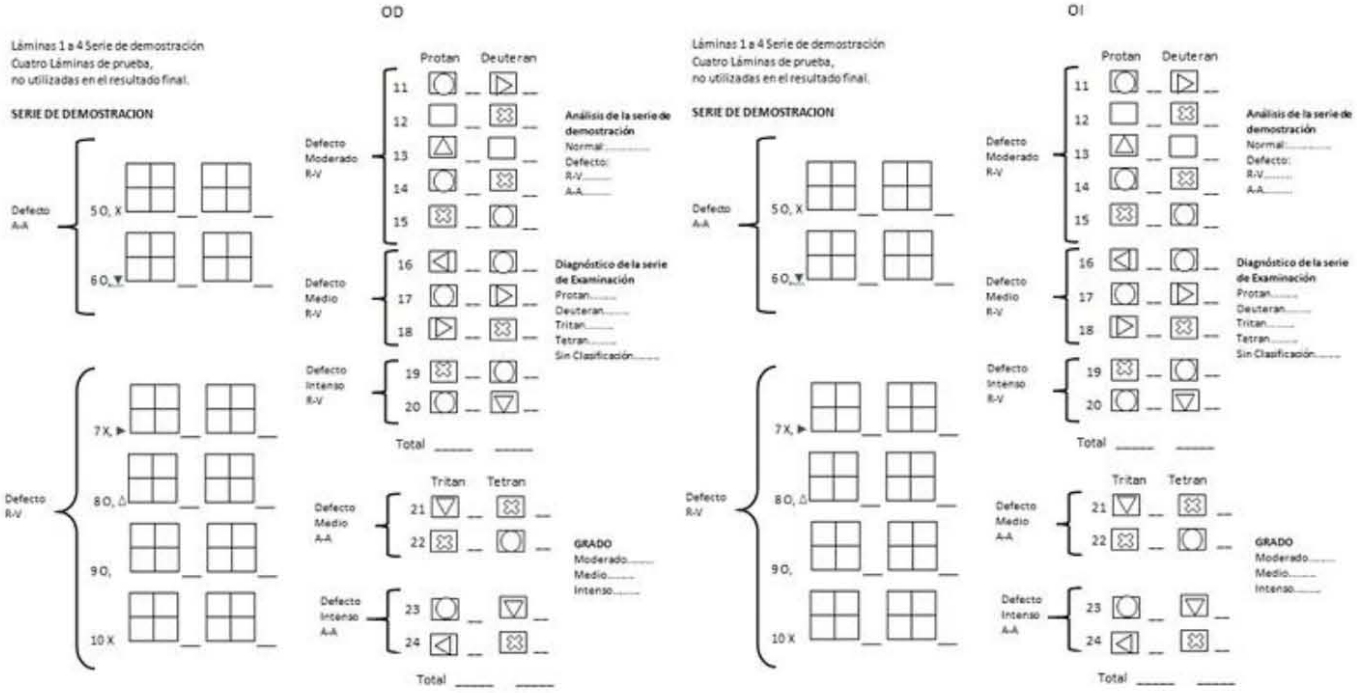


Dx:_____ **Dx:**_____

Farnsworth-Münsell F 100

Estuche 1	85=0	Estuche 2		Estuche 3		Estuche 4	
Disc #	Actual Disc #	Disc #	Actual Disc #	Disc #	Actual Disc #	Disc #	Actual Disc #
85		22		43		64	
1		23		44		65	
2		24		45		66	
3		25		46		67	
4		26		47		68	
5		27		48		69	
6		28		49		70	
7		29		50		71	
8		30		51		72	
9		31		52		73	
10		32		53		74	
11		33		54		75	
12		34		55		76	
13		35		56		77	
14		36		57		78	
15		37		58		79	
16		38		59		80	
17		39		60		81	
18		40		61		82	
19		41		62		83	
20		42		63		84	
21							

H.R.R.



Matsubara

Marca las figuras que el paciente pueda reconocer

OD	No.	Normal	
	1	Cerezos	☐
	2	Conejo	☐
	3	Tortuga	☐
	4	Cangrejo	☐
	5	Tulipán	☐
	6	Pájaro	☐
	7	Perro	☐
	8	Pescado	☐
	9	Elefante	☐
	10	Mariposa	☐

Dx _____

OI	No.	Normal	
	1	Cerezos	☐
	2	Conejo	☐
	3	Tortuga	☐
	4	Cangrejo	☐
	5	Tulipán	☐
	6	Pájaro	☐
	7	Perro	☐
	8	Pescado	☐
	9	Elefante	☐
	10	Mariposa	☐

Dx _____

Color Vision

Marca con una equis según la respuesta del paciente

OD

NUMERO DE DISCO	NORMAL		POSIBLE ALTERACION		ALTERACION SEVERA	
1 Disco muestra	35	☐	35	☐	35	☐
2	9	☐	No percibe	☐	No percibe	☐
3	2	☐	No percibe	☐	No percibe	☐
4	73	☐	28 o Np	☐	No percibe	☐
5	34	☐	81 o Np	☐	No percibe	☐
6	7	☐	No percibe	☐	No percibe	☐
7	92	☐	No percibe	☐	No percibe	☐
8	35	☐	No percibe	☐	No percibe	☐
9	57	☐	No percibe	☐	No percibe	☐
10	3	☐	No percibe	☐	No percibe	☐
11	74	☐	21 o Np	☐	No percibe	☐
12	95	☐	No percibe	☐	No percibe	☐
13	5	☐	3 o Np	☐	No percibe	☐
14	4	☐	No percibe	☐	No percibe	☐
15	93	☐	98 o Np	☐	No percibe	☐
16	75	☐	(7)5 Pa	☐	5 As	☐
17-Tritan	3	☐	No percibe	☐	No percibe	☐
18- Tritan	57	☐	No percibe	☐	No percibe	☐
TOTAL		☐		☐		☐

Dx _____

OI

NUMERO DE DISCO	NORMAL		POSIBLE ALTERACION		ALTERACION SEVERA	
1 Disco muestra	35	☐	35	☐	35	☐
2	9	☐	No percibe	☐	No percibe	☐
3	2	☐	No percibe	☐	No percibe	☐
4	73	☐	28 o Np	☐	No percibe	☐
5	34	☐	81 o Np	☐	No percibe	☐
6	7	☐	No percibe	☐	No percibe	☐
7	92	☐	No percibe	☐	No percibe	☐
8	35	☐	No percibe	☐	No percibe	☐
9	57	☐	No percibe	☐	No percibe	☐
10	3	☐	No percibe	☐	No percibe	☐
11	74	☐	21 o Np	☐	No percibe	☐
12	95	☐	No percibe	☐	No percibe	☐
13	5	☐	3 o Np	☐	No percibe	☐
14	4	☐	No percibe	☐	No percibe	☐
15	93	☐	98 o Np	☐	No percibe	☐
16	75	☐	(7)5 Pa	☐	5 As	☐
17-Tritan	3	☐	No percibe	☐	No percibe	☐
18- Tritan	57	☐	No percibe	☐	No percibe	☐
TOTAL		☐		☐		☐

Dx _____

Apéndice 3

Carta de Consentimiento Informado

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo_____ declaro libre y voluntariamente que se me ha explicado la conveniencia de participar en el estudio de **PERCEPCIÓN AL COLOR** que se realizara en la **Clínica de Optometría**; dirigido por la **Dra. Myrna Miriam Valera Mota** adscrita a la **Facultad de Estudios Superiores Iztacala**, **UNAM**, cuyos objetivos consiste en:

- Evaluar la discriminación tricrómata de los pacientes con un Software de percepción al color, en computadora.
- Comparar la percepción visual cromática de este software con las pruebas de uso rutinario.
- Conocer la salud visual de los pacientes con respecto a su percepción a los colores.

Estoy consciente de que los procedimientos y pruebas, para lograr los objetivos mencionados consistirán en una evaluación visual con un software/computadora que no tardará más de 20 minutos; y que no existirá ningún riesgo para mí. Entiendo que del presente estudio se derivaran los siguientes beneficios:

- Diagnosticar anomalías de la percepción visual cromática en las diferentes poblaciones etarias.

Sé que se me explicará el resultado de la prueba y puedo solicitar información adicional acerca de los riesgos y beneficios de mi participación en el estudio. Seré libre de retirarme del estudio en el momento que así lo desee.

Los Reyes Iztacala, 2017

Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Iztacala
COMISIÓN DE ÉTICA

Los Reyes Iztacala a **07/09/2017**

Oficio: **CE/FESI/092017/1202**

DRA. VALERA MOTA MYRNA MIRIAM

Presente:

En atención a su solicitud de aval, por la Comisión de Ética de esta facultad, para su proyecto denominado

Propuesta de innovación en pruebas para detectar alteraciones de percepción al color en humanos, que va a someter a **PAPIIT 2016**.

Esta comisión acordó la siguiente opinión técnica:

Avalado sin recomendaciones.

Sin otro particular por el momento, quedamos a sus órdenes para cualquier aclaración y aprovechamos la oportunidad para enviarle un atento saludo y nuestro respeto académico

Atentamente

M. en C. María Eugenia Isabel Heres y Pulido
Presidente

Referencias

1. Chaves V. Comparación de la eficiencia de las pruebas de Vision al color en discromatopsia hereditaria. Reporte de un caso. Archivos Brasileños de Oftalmología. 2008; p. 9.

2. Rueda N GD. Efectividad del test cromático visual Software Interactivo en la detección de las alteraciones de la Vision cromática en. Tesis. Bogotá: Universidad de la Salle, Facultad de Optometría; 2008.

3. Pretel M LJ. Construcción y efectividad del test lanas de Holmgren frente al test Farnsworth D15. Tesis. Bogotá: Universidad de la Salle, Facultad de Optometría; 2008.

4. Mejía AU. Efectividad en el análisis de la percepción cromática del test Farnsworth Münsell 100 hue computarizado en comparación con el test Farnsworth Münsell 100 hue manual en estudiantes de 16 a 25 años de edad en la facultad de ciencias médicas. Tesis de Licenciatura. MANAGUA: universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Facultad de Ciencias Médicas; 2015.

5. C U. Fisiología de la Retina; El mensaje visual en la primera sinapsis. In C U. Neurobiología de la visión. Cataluña; 2004. P. 288-295.

6. Valero A. Principios de color y Holopintura.: Club Universitario; 2013.

7. Melcón D. Estudio Clínico de la percepción del color aplicando el test TC COI. Tesis. Madrid: Centro de Optometría Internacional., Master clínico en optometría y entrenamiento visual; 2004.

8. J. M. Características de la visión del color y sensibilidad al contraste en pacientes con enfermedad de Alzheimer de etapa inicial. Bucaramanga. Artículo. Bucaramanga: Universidad Santo Tomás, Facultad de Optometría; 2014.

9. J. B. Deficiencia de la visión al color, Una guía concisa para la Optometría y la Oftalmología. Alburquerque: Richmond Products; 2010.

10. Musa TMH. Prevalence of Colour Blindness in Young Jordanians. Ophthalmologica. 2001 Diciembre; 215.

11. Hardy RR. Test for the Detection and Analysis of Color-Blindness. I. The Ishihara Test: An Evaluation... OSA Publishing. 1945; 35(4).

12. Correa V ea. Percepción Visual del Rango de color: Diferencias entre género y edad. Revista Med. 2007 Enero; 15(001).

13. Martin R VG. Agudeza Visual. In Panamericana EM, editor. Manual de Optometría.: Panamericana; 2011. P. 3-21.

14. Lara M. Resultados del test de sensibilidad al contraste. Tesis. Terrasa: Universidad Politécnica de Cataluña, FACULTAD DE OPTICA; 2015.

15. Guinot. Estudio de los Índices del Campo Visual en el tratamiento de las obstrucciones de rama venosa temporal con fotocoagulación laser. Tesis Doctoral. Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona, Facultad de Medicina. Departamento de Cirugía; 2002.

16. Aníbal H. Fisiología de la visión. 2006.

17. García E MÍ. Estudio de la percepción cromática mediante las pruebas de Ichikawa y Holmgren. Acta Medica Dominicana. 1988 Julio-Agosto; 10(4).

18. Prado CL. Sensopercepción del color. Revista Mexicana de Oftalmología. 2008 Marzo-Abril; 82(2).

19. Valenzuela. Anomalías en la visión del color. Jaén, España: Íttakus; 2008.

20. Valero Y. Estudio Clínico Comparativo Entre El Test TC-COI Con El Test De Ishihara En Niños De 6 A 12 Años Del Colegio Colseguros De Bogotá. Tesis de Licenciatura. Bogotá: Universidad de la Salle, Facultad de Optometría; 2008.

21. Pardo P. Realización y Validación de un programa informático para la detección de deficiencias en la visión de los colores C.V.D. Tesis de Licenciatura. Badajoz, España: Universidad de Extremadura, Departamento de Física; 2000.

22. Jiménez ea. Prevalencia de daltonismo en niños de escuelas públicas de México: detección por el personal de enfermería. Ciencia UANL. 2013 Octubre-Diciembre;(64).

23. B F. Estudio del anomaloscopio Heidelberg multicolor como test de detección de defectos cromáticos rojo-verde y azul-amarillo. Tesis de Licenciatura. San Vicente del Raspéis, España: Universidad de Alicante, Departamento de Óptica, Farmacología y Anatomía; 2010.

24. Lakowski R. Theory and practice of colour vision testing: A review Part 1 R. Brit. J. Industr. Med. 1969; 26.

25. Hardy RR. HRR Standard Pseudoisochromatic Test. 4th Edition, Instructivo de Uso.

26. Good Lite. Prueba de visión al color de LEA. Instructivo de Uso.

27. Products R. FR 15 Farnsworth and lanthonyd15 Instructions. Instructivo de Uso, diseñado en 1940.

28. D M. “Estudio clínico de la percepción." Tesis. España: Universidad de Extremadura, Área d Óptica; 2004.

29. Richmond Products Inc. Farnsworth F100 Test Instructions. Instructivo de Uso.

30. Matsubara H. Colour Vision Test Plates for the Infants. Handaya Co. Lid. Tokio.

31. Good Lite. Color V. Version 1B 2016...

32. Mettler H. Dolor en los ojos durante la exposición crónica a mezclas de disolventes. Tesis Doctoral. Maguncia: Universidad Johannes Gutenberg de Maguncia, Departamento de Medicina, Del Instituto de Medicina Ocupacional, Social y Ambiental; 2006.