

ESTUDIO DE LA PERCEPCION CROMATICA MEDIANTE LAS PRUEBAS DE ICHIKAWA Y HOLMGREN

* Dr. Eduardo Antoni6 Garcia Su6rez

* Dr. Isaac Mañ6n L6pez

INTRODUCCION

Aunque no es habitual que en el estudio cl6nico rutinario se incluyan pruebas para detectar anomal6as de la visi6n crom6tica, creemos que su aplicaci6n puede ser necesaria en ciertas ocasiones, por ejemplo en los ex6menes m6dicos de los aspirantes a obtener licencias para el manejo de veh6culos (es patente el peligro potencial que significa el no reconocer las se6ales de un sem6foro o las se6ales luminosas de advertencia presentes en un camino o avenida). Este examen deber6 hacerse tambi6n a las personas que aspiren a dedicarse al arte (en forma industrial), en la industria textilera o como obreros o t6cnicos en el 6rea el6ctrica o telef6nica (es posible imaginar lo que puede suceder si no se aparean correctamente los alambres).

De las pruebas existentes para determinar la percepci6n de los colores elegimos las de Ichikawa y Holmgren. Son de f6cil aplicaci6n y toman poco tiempo. Estas pruebas permiten determinar con rapidez qui6nes tienen una visi6n crom6tica normal. Aquellos que presenten anomal6as podr6n ser estudiados en caso necesario con m6s calma, utilizando los recursos adicionales que se tengan a mano.

FISIOLOGIA DE LA PERCEPCION CROMATICA

En la capa basilar de la retina existen dos tipos de receptores:

1. Los bastones que perciben diferencias en la intensidad de la luz, y
2. Los conos que permiten distinguir los colores.

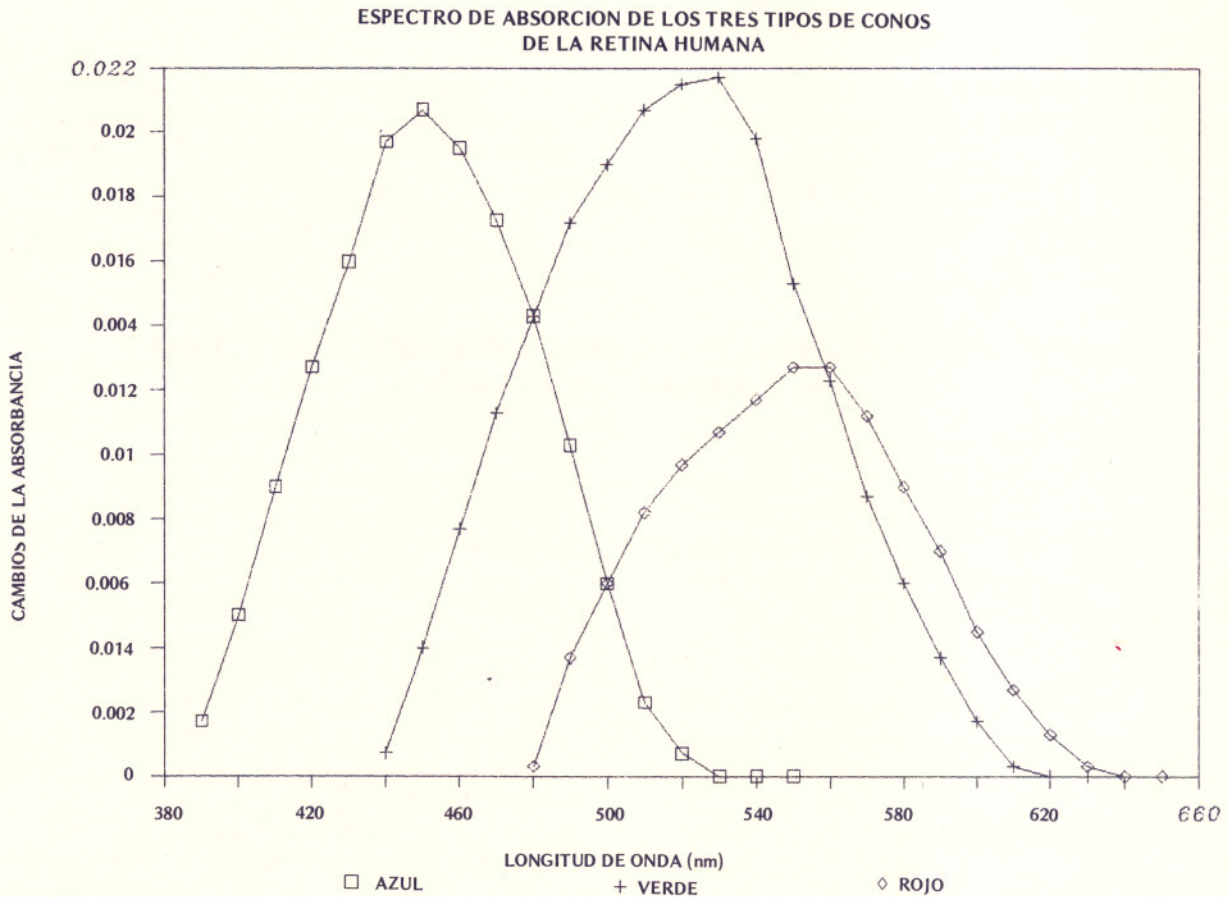
Ambos tipos de receptores son estimulados por la luz que penetra al ojo, env6an como respuesta a dicho est6mulo se6ales el6ctricas a los centros cerebrales correspondientes.

Actualmente se explica la percepci6n crom6tica mediante la teor6a tricrom6tica de Young-Helmholtz, que se6ala la existencia de tres tipos de receptores (conos); cada uno de ellos responde a una diferente gama de longitudes de onda. El primero de ellos responde al azul, siendo sensible a una longitud de onda que va de 400 a 550 nm. La respuesta 6ptima se obtiene a nivel de 445 nm. Otro corresponde al verde, recibe se6ales que var6an de 440 a 620 nm., con un 6ptimo a 535 nm. El 6ltimo corresponde al rojo, que recibe se6ales entre 480 y 650 nm., su 6ptimo est6 en 570 nm.

La sensaci6n de color que se percibe es debida a la suma de las se6ales enviadas al cerebro por cada uno de los tres tipos de conos. Estas se6ales pueden variar dependiendo de si el est6mulo:

1. Que llega tiene la longitud de onda 6ptima,
2. Se encuentra dentro de la gama de longitudes correspondiente,

(*) Del Instituto de Ciencias Fisiol6gicas y Medicina Experimental "Dr. Jos6 de Jes6s Alvarez Perell6", de la Universidad Nacional Pedro Henr6quez Ure6a.



3. Se encuentra fuera de estos valores.

Para explicar más claramente estos conceptos se presentarán algunos ejemplos:

“En un determinado momento la estimulación al cono azul es del 0%, la del verde de un 13% y la del rojo del 75% (0:13:75), en este caso el color que se percibe es el rojo. Si por el contrario la estimulación es (86:14:0) se percibirá el azul y si es (15:85:50) se percibirá el verde”.

Este mecanismo es semejante al utilizado para crear las imágenes en color en un aparato de televisión. En dicho aparato existen tres cañones electrónicos de luz (azul, rojo y verde), que al cambiar su intensidad y combinarse entre sí originan la gama completa de colores.

La percepción de los colores se hereda gracias a la presencia de tres genes localizados en el cromosoma “X”. No existen en el cromosoma “Y”.

FISIOPATOLOGIA

La existencia de una anomalía en los cromosomas “X” da origen a ceguera parcial a los colores. La visión cromática de esta persona quedará limitada a los colores que puedan ser percibidos por la presencia de los genes intactos.

Si se toman en cuenta todas las posibles alteraciones

genéticas que podrían presentarse, la clasificación es la siguiente:

- I. Visión tricromática:
 - a. Normal
 - b. Protanomalia
 - c. Deuteranomalia
 - d. Tritanomalia.
- II. Visión dicromática:
 - a. Protanopia
 - b. Deuteranopia
 - c. Tritanopia.
- III. Visión monocromática.

En la visión tricromática funcionan los tres tipos de conos. En el caso normal todos funcionan. En la protanomalia el cono rojo presenta anomalías; los otros dos conos son normales. En la deuteranomalia la falla está presente en los conos verdes y por último en la tritanomalia el fallo se encuentra en los conos azules.

En el caso de la visión dicromática, uno de los conos no funciona en lo absoluto. Así, en la protanopía no existe función del cono rojo, en la deuteranopia del cono verde y en la tritanopia del cono azul.

En la visión monocromática dos de los conos no son funcionales. El individuo sólo percibirá el color que corresponde al cono funcional. Según algunos autores, estas

ESPECTRO DE ABSORCION DE LOS TRES TIPOS DE CONOS DE LA RETINA HUMANA.

nm	ABSORBANCIA		
	AZUL	VERDE	ROJO
390	0.0017		
400	0.005		
410	0.009		
420	0.0127		
430	0.016		
440	0.0197	0.0007	
450	0.0207	0.004	
460	0.0195	0.0077	
470	0.0173	0.0113	
480	0.0143	0.0143	0.0003
490	0.0103	0.0172	0.0037
500	0.006	0.019	0.006
510	0.0023	0.0207	0.0082
520	0.0007	0.0215	0.0097
530	0	0.0217	0.0107
540	0	0.0198	0.0117
550	0	0.0153	0.0127
560		0.0123	0.0127
570		0.0087	0.0112
580		0.006	0.009
590		0.0037	0.007
600		0.0017	0.0045
610		0.0003	0.0027
620		0	0.0013
630		0	0.0003
640			0
650			0

personas sólo ven en blanco y negro y una gama de grises.

Estas anomalías llamadas ceguera a los colores son heredadas con carácter recesivo ligado al sexo. En la literatura se ha reportado como más frecuente la deuteranomalía, seguida por la deuteranopia, protanopia y protanomalía. Se señala que los trastornos de los conos azules son raros.

Algunos autores indican que el sexo masculino es el más afectado. Existe un 2 % de protanopes y un 6% de deuteranopes, con un total de 8 % para el sexo masculino. En las mujeres sólo se reportan como afectadas 0.5 %.

Las cifras mencionadas incluyen a personas con visión tri y dicromática, ya que es difícil medir la diferencia cuantitativa entre ambas.

MATERIALES EMPLEADOS

1. Tablas de Ichikawa
2. Prueba de Holmgren
3. Fotómetro U-6080
4. Cinta métrica
5. Cronómetro.

METODOLOGIA

El trabajo se dividió en dos partes:

1. La prueba con las tablas de Ichikawa, y
2. La prueba con el material de Holmgren.

PRUEBA DE ICHIKAWA

Es una variante de la prueba de Ishihara y consiste en una colección de 19 tarjetas policromáticas que forman números visibles sólo para los sujetos con visión cromática normal. Las primeras cuatro tarjetas se utilizan para demostrar en qué consiste la prueba; el sujeto tiene que decir qué número observa. Sin embargo, si la persona no observa ningún número en la primera tarjeta se debe sospechar la existencia de un proceso patológico.

La no observación de los números de la segunda y tercera tarjetas hace sospechar la presencia de ceguera total a los colores, tritanopia o ceguera adquirida. La cuarta tarjeta no presenta ningún número y es utilizada para determinar el grado de cooperación del sujeto durante el estudio. Las tarjetas 5 a 14 son utilizadas para catalogar a los pacientes como normales o anormales. Si en este grupo de tarjetas el paciente comete más de dos errores se considerará anormal y en dicho caso, se continuará con las cinco tarjetas restantes (15 a 19), con las cuales se puede hacer un diagnóstico de los sujetos protanopes o deuteranopes, sin distinguir entre ceguera parcial o total.

Se tuvo especial cuidado en colocar las tarjetas bajo una fuente de luz de 200 lux (medidos con un fotómetro U = 6080) evitando reflejos y colocando las tarjetas a 75 cm de distancia de los ojos. Se permitió una observación no mayor de 3 segundos para cada tarjeta. En total se consumen aproximadamente dos minutos por persona. Esto incluye la explicación y la ejecución de la prueba. Cuando el sujeto utilizaba lentes correctores se le permitió usarlos

HOJA DE CONTROL

No. _____

NOMBRE _____

EDAD _____

M/F _____

FECHA _____

EXAMINADOR _____

LAMINA	NORMAL	DEFECTO R-V
5	3	8
6	2	9
7	4	invisible
8	7	4
9	8	7
10	4	3
11	2	4
12	7	5
13	8	invisible
14	3	6
Total		

LAMINA	PROTANO	DEUTANO
15	8	3
16	5	7
17	4	8
18	9	4
19	3	5
Total		

RESULTADOS. NORMAL
 PROTANO
 DEUTANO
 OTRO

NOTAS:

- 1) Láminas 1-4 demostración
- 2) Poner un círculo en el número visto
- 3) Cuando vea dos números, colocar el círculo sobre el que ve mejor.
- 4) Sume los círculos en cada columna. Si la suma en la columna normal es de 8 o más, el sujeto será clasificado como normal.
- 5) Será considerado protano o deutano dependiendo de cuál columna tenga mayor número de círculos.

(siempre y cuando no fueran de color).

Los resultados se anotaron en una hoja de control. A continuación se presenta el modelo empleado:

PRUEBA DE HOLMGREN

A todas las personas antes examinadas se les practicó también esta prueba. La prueba consiste en emplear una colección de 24 pares de madejas de estambre de diferentes colores, las que se entregan a la persona a examinar, en dos grupos separados. Deben aparearse cada una de las madejas de un grupo, con el par correspondiente del otro grupo.

Debido a la gran cantidad de colores y tonalidades diferentes utilizados en este estudio, hemos considerado como anormal la presencia de siete errores o más.

No se limitó el tiempo para que la persona realizara la prueba, sin embargo se les pidió que la realizaran en el más corto plazo posible.

Las pruebas de Ichikawa y Holmgren se realizaron en cada ojo por separado, a pesar de conocer la naturaleza

genética de estos padecimientos. De hecho se hicieron en ambos ojos como una forma de corroborar la precisión de la prueba y para detectar posibles engaños.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos con la prueba de Ichikawa al estudiar 137 alumnos universitarios fueron los siguientes: 108 pertenecían al sexo femenino, uno de ellos fue

Cuadro I
 INCIDENCIA DE LAS ALTERACIONES
 CROMATICAS A NIVEL MUNDIAL

SEXO	DEUTERANOPESES	PROTANOPESES	TOTAL
F			0.5%
M	6%	2%	8%
TOTAL			8.5%

**Cuadro II
PRUEBA DE ICHIKAWA**

SEXO	NUMERO	OD	PORCENTAJE	OI	PORCENTAJE	AMBOS OJOS	PORCENTAJE
F	108	1	0.93%	1	0.93%	1	0.93%
M	29		10.34%		10.34%		10.34%
TOTAL	137	4	2.92%	4	2.92%	4	2.92%

**Cuadro III
PRUEBA DE HOLMGREN**

SEXO	NUMERO	OD	PORCENTAJE	OI	PORCENTAJE	AMBOS OJOS	PORCENTAJE
F	108	0	0%	1	0.93%	0	0%
M	29	0	0%	1	0.93%	0	0%
TOTAL	137	0	0%	2	3.45%	0	0%

catalogado como deuteranope (0.93%). No se encontró ningún protanope.

29 pertenecían al sexo masculino; de ellos tres son deuteranopes (10.34%). No se observó ningún protanope.

Del total de 137 alumnos 2.92% son deuteranopes.

En todos los casos estudiados no hubo una diferencia mayor de dos errores entre el estudio realizado con el ojo derecho y el realizado con el ojo izquierdo, observándose que en muchos casos no coincidían las fallas del lado derecho con las del izquierdo. Sin embargo se apreció que los sujetos deuteranopes encontrados (4 en total) presentaron la anomalía en ambos ojos, con más de dos errores en cada uno de ellos.

Los resultados obtenidos con la prueba de Holmgren mostraron valores similares en las personas del sexo femenino. En cambio en las del sexo masculino uno fue catalogado como deuteranope (3.45%). No se encontró ningún protanope. El porcentaje para los 137 alumnos fue de 1.46% para los deuteranopes.

En la prueba de Holmgren hubo diferencias mayores entre ojo derecho e izquierdo que las que se encontraron en la prueba de Ichikawa, a tal grado que los sujetos que presentaron siete errores en el ojo izquierdo, sólo presentaron dos y cuatro con el derecho respectivamente.

CONCLUSIONES

1. La prueba de Ichikawa mostró que se puede realizar rápidamente y es de fácil interpretación; sus resultados fueron similares a los que se han reportado en la literatura.

Creemos que es de utilidad para la detección de anomalías en la visión de los colores.

2. Las diferencias obtenidas entre el ojo derecho e izquierdo en las pruebas de Ichikawa pueden atribuirse a fallas en la refracción; suponemos que algunas personas o no están conscientes de su falla visual o no usan en forma regular lentes correctores. Los cambios en la refracción pueden modificar las longitudes de onda y esto dar lugar a un cambio en la apreciación de un color.

3. La prueba de Holmgren no parece ser tan precisa como la anterior. Tal vez usando una muestra mayor esta opinión pueda ser modificada.

4. La presencia de alteración en la visión de los colores es mayor en el sexo masculino. Esto concuerda con los reportes de la literatura.

BIBLIOGRAFIA

1. Arthur C. Guyton: Tratado de Fisiología Médica: Nueva Editorial Interamericana: México.
2. William F. Ganong: Manual de Fisiología Médica: Editorial El Manual Moderno: México: 1978.
3. Arthur J. Vander; James H. Sherman; Dorothy S. Luciano: Human Physiology, the mechanisms of body funcion. Editorial McGraw-Hill Book Company, USA, 1980.
4. Ewald E. Selkurt: Basic Physiology for the health sciences: Editorial Little Brown and Company, Boston, 1975.
5. Arthur W. Ham: Tratado de Histología. Nueva Editorial Interamericana. México, 1975.
6. Robert Stollberg; Faith Fitch Hill: Física, fundamentos y fronteras. Publicaciones Cultural, México, 1975.