

Comparación de la efectividad del test Farnsworth Munsell 100 Hue computarizado frente a su versión manual estándar

Edwin A. Mejía Rivera¹, Sonia Estefanía Urbina Martínez², Ramdall Enoch Agurcia López²
Carrera de Optometría Médica. Facultad de ciencias Médicas UNAN-Managua-Nicaragua
Ópticas Matamoros, Managua-Nicaragua

RESUMEN

Dentro de la atención optométrica se aplican exámenes visuales que evalúan la sensibilidad del color, cuyo propósito se basa en detectar anomalías en la percepción del color y la discriminación de su diagnóstico. Una de las pruebas más utilizadas en la clínica es el *Test de Farnsworth-Munsell 100 Hue* de aplicación manual, y se le conoce como el estándar de oro desde los años 50. El sitio web Colblindor en el 2006 propone la versión computarizada de este mismo test que tiende a ser menos costosa y más rápida que el test manual, lo que sería una ventaja en el análisis primario de la percepción cromática. Ante lo expuesto el grupo de investigadores de la carrera de Optometría Médica de la UNAN-Managua, se plantearon verificar la efectividad del test computarizado y su respuesta frente al estándar de oro, con el fin de ver la posibilidad de implementarlo en la clínica optométrica que brinda servicios dentro de la facultad. Para cumplir este propósito se realizaron las dos versiones del test a 105 estudiantes. Los objetivos planteados guiaron a un estudio observacional descriptivo, correlacional, cuantitativo de cohorte transversal. Se aplicaron criterios de inclusión y exclusión, para garantizar la homogeneidad de la muestra. Garantizada la recolección de los resultados y el análisis de estos, se evidenció que el test computarizado manual no puede ser sustituido por dicha versión computarizada, como prueba de análisis de la percepción cromática.

Palabras Clave:

Percepción cromática
Color
Anomalías cromáticas
Prueba

ABSTRACT

As a part of the optometric care, visual test are applied to evaluate the sensitivity to colors, the purpose of which was to detect abnormalities in the perception of colors and the diagnosis of color anomalies. One of the tests mostly used in clinic is the Farnsworth-Munsell 100 Hue Manual Test, and is known as the gold standard since the 1950s. The Colblindor website, in 2006, proposed the computerized version of this same test, which tends to be cheaper and faster than the manual test, and would be an advantage in the primary analysis of color perception. In consideration of this, the group of researchers from the Medical Optometry Career at UNAN-Managua, were requested to verify the effectiveness of the computerized test and its response against the gold standard, in order to explore the possibility of implementing it in the Optometry Clinic that provides services within the School of Medicine. To substantiate this objective, the two versions of the test were carried out to 105 students. To fulfill the goals, an observational, descriptive, correlational, quantitative cross-sectional study was conducted. Inclusion and exclusion criteria were applied to guarantee the homogeneity of the sample. Once the results were obtained and analyzed, it evidenced that the manual computerized test cannot be replaced by the computerized version as a test of chromatic perception analysis.

Key words:

Color perception
Color
Colour anomalies
Test

Introducción

La optometría médica como profesión que proporciona cuidados de atención primaria en salud visual, así como diagnósticos, tratamientos y rehabilitación de disfunciones visuales, tiene como parte de su labor, la valoración del estado de la percepción cromática en las personas¹. Esta valoración es realizada mediante test específicos tales como el test de Ishihara, Fansworth-Munsell D-15 y Fansworth-Munsell 100 Hue, este último se le conoce como el más específico, denominándosele así “estándar de oro”. Este método consiste en ordenar por tono un conjunto de fichas coloreadas por parte del paciente, midiendo con esto la sensibilidad a la percepción al color¹. Existen dos versiones de este método: la manual y la computarizada, considerada esta última una versión innovadora, rápida y más fácil para el paciente².

En la consulta optométrica que se realiza a nivel nacional es poco frecuente que se realice una valoración de la percepción cromática a los pacientes, debido al alto costo que le representa al optometrista adquirir y mantener dichos instrumentos. En el año 2006 Daniel Flück diseñó el sitio web Color-Blindness (Colblindor)³, en donde se puede utilizar un software online gratuito, basado en el test de *Fansworth-Munsell 100 Hue*. Esto abrió una posibilidad de utilizarlo para el diagnóstico de anomalías cromáticas sin costo alguno. Esto generó interés en verificar su efectividad para poder aplicarlo este método en la clínica optométrica de la Facultad de Ciencias Médicas de la UNAN-Managua.

Para poder proponer este método fue necesario hacer un estudio que reflejará la efectividad en la detección de errores cromáticos detectado en la versión computarizada y compararlo con los resultados obtenidos con la versión manual (Estándar de oro).

Se han realizado estudios verificando la eficacia en las versiones computarizadas del test de Fansworth utilizando software de paga diseñados por la empresa Richmond Products® en ciudades como Nueva Delhi⁴ y Bogotá⁵, señalando que la versión computarizada de paga, presentó la misma eficacia que el test manual, no habiendo así estudios que verifiquen la eficacia de la versión computarizada on-line gratuita.

El propósito de esta investigación se basó en conocer la efectividad de la versión computarizada gratuita, frente a la versión manual a través de resultados comparativos entre ambas pruebas.

Para esto se realizó un estudio descriptivo, observacional con un tiempo de ocurrencia de los hechos y registro de la información prospectivo; según el período y secuencia del estudio fue de corte transversal^{6,7}. El tipo de estudio es correlacional⁸ y fue comprendido por una muestra por conveniencia de ciento cinco participantes. Se utilizó la prueba estadística de correlación de Pearson, análisis de varianza y los programas estadísticos SPSS

versión 22 e InfoStat para el procesamiento y análisis de los datos.

Material y método

Por el método de investigación el presente estudio es observacional, según el propósito del diseño metodológico el tipo de estudio es descriptivo⁶. De acuerdo a la clasificación de Hernández et al.⁷, el tipo de estudio es correlacional. De acuerdo al tiempo de ocurrencia de los hechos y registro de la información el estudio es prospectivo y según el período y secuencia del estudio es transversal.

La muestra fue conformada por ciento cinco participantes. Se utilizó una muestra por conveniencia debido a la accesibilidad que presentaron las personas para el estudio. Se consideró como criterios de inclusión a los estudiantes activos de la Facultad de Ciencias Médicas de la UNAN, Managua, que estuviesen dentro del rango de edad de 16 a 25 años, con una condición refractiva emélope o ametropía compensada, excluyendo a pacientes con baja visión o aquellos que presentaron patologías oculares en el momento del estudio, al igual aquellos que estuvieron consumiendo fármacos que afectaban la percepción del color.

Los test empleados fueron *Farnsworth-Munsell 100 Hue* manual, creado por Dean Farnsworth¹⁶, al cual se le denomina como el estándar de oro de los exámenes para percepción cromática, y *Farnsworth-Munsell 100 Hue* computarizado versión gratuita online desarrollado por el sitio web Colblindor³. A cada estudiante se le aplicaron ambas pruebas; primero la prueba manual y luego la computarizada. Todas las pruebas se llevaron a cabo durante el día, la manual se realizó con iluminación ambiente, se colocaron a los estudiantes en la comodidad de una silla, los colores de cada disco se pusieron en un fondo negro en la paleta del mismo asiento del participante o en una mesa frente a él, esto con el fin de hacer mayor el contraste y cumpliendo con uno de los requerimientos del test (fondo negro o blanco). El paciente colocó en orden creciente de saturación de color cada disco y el tiempo que le tomó para esto, fue registrado hasta que completó los cuatro discos que componen al test (Ver Figura 1).

El examinador registró en una hoja cuadrículada el orden en que el participante colocó cada una de las fichas de color, por cada uno de los discos y el tiempo total que le tomó para completar todo el proceso; estos datos se transfirieron a una hoja de EXCEL, sugerida por el test manual¹⁶ y ésta automáticamente arrojó el cálculo de la cantidad de errores cometidos durante la colocación del orden por cada ficha de color.

Una vez finalizada la prueba manual, se procedió a llevar a los sujetos a la sala de computación completamente iluminada con luz artificial, donde realizaron la prueba computarizada. Las características del monitor utilizado fueron de iluminación de LED Energy star

HP®, modelo V193 de 18,5 pulgadas con resolución 1024 x 768, a 40 cm de distancia entre los ojos del paciente y la pantalla del monitor, regulado con un brillo al 75% y contraste de 75%. Una vez dada las indicaciones del procedimiento se registró el tiempo de inicio a fin de la prueba.

En este caso los resultados se obtuvieron automáticamente una vez finalizada la prueba, totalizando el número de errores cometido en el proceso realizado por el participante. Estos datos generan un diagrama de ubicación del grado de afectación que pueden ser: Normal (de 0 a 59 errores), Leve (de 60 a 119 errores), Moderado (de 120 a 199 errores) y Severo (de 200 a más errores). A los resultados, se les hizo captura de pantalla y fueron guardados de manera individualizada por cada paciente.

Finalizadas ambas pruebas se compararon los resultados según, la cantidad de errores cometidos y el tiempo de duración de cada prueba. Estos datos se analizaron en Excel y en los programas estadístico SPSS versión 22 e InfoStat.

Resultados

Los resultados obtenidos por el test de *Farnsworth Munsell 100 Hue* manual, evidenciaron la cantidad de errores según el sexo del participante y se categorizaron en Nada cuando los errores van de 0-59; Leve cuando van de 60 a 119 errores; Moderado de 120 a 199 errores y Severo cuando

van de 200 a 600 errores. En la población total en estudio, cincuenta y cuatro personas eran del sexo masculino de los cuales treinta y uno (58,5%) se ubicaron en la categoría de Nada; diecisiete (30,2%) en la categoría de Leve, cuatro (7,5%) en la categoría de Moderado y dos (3,8%) en la categoría de Severo. Las 51 personas restante eran del género femenino de las cuales veintisiete (52,9%) están en la categoría de Nada, dieciséis (31,4%) en la categoría de Leve, siete (13,7%) en la categoría de Moderado y uno (2%) en la categoría de Severo (Ver Tabla 1).

En los resultados de *Farnsworth Munsell 100 Hue* computarizado, se contabilizaron 54 personas correspondientes al género masculino, de los cuales veintiuno (39,6%) están en la categoría de Nada, veintidós (40,74%) en la categoría de Leve, ocho (15,1%) en la categoría de Moderado y tres (5,7%) en la categoría de Severo. De la muestra general cincuenta y una personas corresponden al género femenino de las cuales diecinueve (37,3%) están en la categoría de Nada, dieciocho (35,3%) en la categoría de Leve, doce (23,5%) en la categoría de Moderado y dos (3,9%) en la categoría de Severo (Ver Tabla 2).

Según la edad se establecieron tres grupos etarios: Grupo 1: individuos de 16 a 19 años; el Grupo 2: individuos de 20 a 22 años y el Grupo 3: individuos de 23 a 25 años. Donde se relacionó la edad frente a los errores detectados por el test manual y según el porcentaje de errores se ubicaron en los diferentes rangos de afectación.

Tabla 1. Resultados del Test Farnsworth Munsell 100 Hue manual según género

		Genero/Error manual				Total	
		Error manual					
		0-59 NADA	60-119 LEVE	120-199 MODERADO	200-600 SEVERO		
Genero	Masculino	Recuento	31	17	4	2	54
		Recuento esperado	29,3	16,7	5,6	1,5	54,0
		% dentro de sexo	58,5%	30,2%	7,5%	3,8%	100,0%
Femenino		Recuento	27	16	7	1	51
		Recuento esperado	28,2	16,0	5,3	1,5	51,0
		% dentro de sexo	52,9%	31,4%	13,7%	2,0%	100,0%
Total		Recuento	58	32	11	3	105
		Recuento esperado	58,0	33,0	11,0	3,0	105,0
		% dentro de sexo	55,2%	31,4%	10,5%	2,9%	100,0%

Fuente: Base de datos propia del estudio

Tabla 2. Resultados del test *Farnsworth Munsell 100 Hue* computarizado según género

		Genero/Error computarizado					
		Error computarizado.				Total	
		0-59 NADA	60-119 LEVE	120-199 MODERADO	200-600 SEVERO		
Genero	Masculino	Recuento	21	22	8	3	53
		Recuento esperado	20,2	20,2	10,1	2,5	53,0
		% dentro de sexo	39,6%	40,74%	15,1%	5,7%	100,0%
Femenino		Recuento	19	18	12	1	51
		Recuento esperado	19,4	19,4	9,7	2,4	51,0
		% dentro de sexo	37,3%	35,3%	23,5%	3,9%	100%
Total		Recuento	40	40	20	5	105
		Recuento esperado	40,0	40,0	20,0	5,0	105,0
		% dentro de sexo	38,1%	38,1%	19,0%	4,8%	100%

Fuente: Base de datos propia del estudio

Tabla 3. Resultados *Farnsworth Munsell 100 Hue* manual según edad

		Tabla cruzada Edad * Error manual					
		Error manual.				Total	
		0-59 NADA	60-119 LEVE	120-199 MODERADO	200-600 SEVERO		
Edad	Grupo 1	Recuento	27	9	5	2	43
	16-19	Recuento esperado	23,8	13,5	4,5	1,2	43,0
		% dentro de edad	62,8%	20,9%	11,6%	4,7%	100%
Grupo 2		Recuento	25	16	4	1	46
	20-22	Recuento esperado	25,4	14,5	4,8	1,3	46,0
		% dentro de edad	54,3%	34,8%	8,7%	2,2%	100%
Grupo 3		Recuento	6	8	2	0	16
	23-25	Recuento esperado	8,8	5,0	1,7	0,5	16,0
		% dentro de edad	37,5%	50,0%	12,5%	0,0%	100,0%
Total		Recuento	58	33	11	3	105
		Recuento esperado	58,0	33,0	11,0	3,0	105
		% dentro de edad	55,2%	31,4%	10,5%	2,9%	100%

Fuente: Base de datos propia del estudio

Tabla 4. Resultados test Farnsworth Munsell 100 Hue computarizado según edad

Tabla cruzada Edad * Error computarizado							
		Error computarizado.				Total	
		0-59 NADA	60-119 LEVE	120-199 MODERADO	200-600 SEVERO		
Edad	Grupo 1	Recuento	14	18	10	1	43
	16-19	Recuento esperado	16,4	16,4	8,2	2,0	43,0
		% dentro de edad	32,6%	41,9%	23,3%	2,3%	100%
	Grupo 2	Recuento	20	17	5	4	46
	20-22	Recuento esperado	17,5	17,5	8,8	2,2	46,0
		% dentro de edad	43,5%	37,0%	10,9%	8,7%	100%
	Grupo 3	Recuento	6	5	5	0	16
	23-25	Recuento esperado	6,1	6,1	3,0	0,8	16,0
		% dentro de edad	37,5%	31,3%	31,3%	0,0%	100%
	Total	Recuento	40	40	20	5	105
		Recuento esperado	40,0	40,0	20,0	5,0	105
		% dentro de edad	38,1%	38,1%	19,0%	4,8%	100%

Fuente: Base de datos propia del estudio

En el caso del test computarizado también se relacionó la edad frente a los errores detectados y cada porcentaje de errores se ubicaron en los diferentes rangos de afectación.

El tiempo promedio para determinar la caracterización de los errores por los diferentes test se evidenciaron tomando en cuenta no solo el promedio, sino que también los tiempos mínimos y máximos para cada categoría (Ver Tabla 5). También fue de interés en este estudio consultar a los participantes cuál de los dos test volvería a realizar, para saber con cuál de ellos se sintió más cómodo (Ver Tabla 6).

Aplicando las pruebas analíticas de varianza, correlación y de regresión para estudios observacionales o no experimentales con diseños completamente aleatorizados (DCA) basados en la prueba de Fisher-Snedecor⁹, se encontró que la prueba de análisis de varianza aportó las evidencias estadísticas de un valor de $p=0,2600$, el cual es mayor que el nivel crítico de comparación $\alpha=0,05$, esto indica que se obtuvo una respuesta estadística no significativa. Por lo tanto, la prueba de análisis de varianza demostró que no existe una variabilidad significativa entre el tiempo que le toma a un paciente realizar cada uno de los test (Ver Tabla 7).

Se encontró que para el test computarizado el valor mínimo de tiempo fue de 2,56 minutos y su valor máximo de 13,27 minutos, encontrando una media de 7,05 minutos, que se. Para el test manual el valor mínimo de tiempo fue de 2,52 minutos y su valor máximo de 16,51 minutos, con una media de 7,00 minutos (Ver Tabla 8).

En relación a la detección en el número de errores en cada prueba, la variable del número de errores se analizó en medida logarítmica bajo el mismo modelo de análisis de varianza DCA⁹. La prueba de análisis de varianza aportó las evidencias estadísticas de un valor de $p = 0,0090$, el cual es menor que el nivel crítico de comparación $\alpha = 0,05$, esto indica que se obtuvo una respuesta estadística significativa. Por lo tanto, la prueba de análisis de varianza demostró que existe una variabilidad significativa entre el número de errores detectados por cada test (Ver Tabla 9).

En el número de errores detectado, el test computarizado tuvo como valor mínimo 1,18 y como valor máximo 2,81, mientras el test manual tiene un valor mínimo de 0.60 y un valor máximo de 2,54 (Ver Tabla 10).

Tabla 5. Promedio de la test *Farnsworth Munsell 100 Hue* manual y computarizado

Clasificación según anomalía cromática.	Manual			Computarizado		
	Promedios	Mínimo	Máximo	Promedios	Mínimo	Máximo
Nada	7,36	4,09	16,51	8,33	2,56	12,57
Leve	9,21	2,06	15,21	7,00	4,26	13,27
Moderado	6,02	3,23	9,05	7,14	4,08	11,06
Severo	8,10	5,52	11,41	5,27	3,08	7,20

Fuente: Base de datos propia del estudio

Tabla 6. Preferencia de los pacientes entre la prueba test *Farnsworth Munsell 100 Hue* manual y computarizado

Frecuencia según preferencia de test por cada sujeto		
Test	N° de sujetos que prefirieron el test	Porcentaje
Manual	76	72,38%
Computarizado	29	27,62%
Total	105	100%

Fuente: Base de datos propia del estudio

Tabla 7. Análisis de la varianza del tiempo (SC tipo III)

FV	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6,63	1	6,63	1,28	0,2600
Tiempo	6,63	1	6,63	1,28	0,2600
Error	1080,71	208	5,20		
Total	1087,34	209			

Fuente: Base de datos propia del estudio

Tabla 8. Medidas de resumen del tiempo

Tabla de medidas de resumen (Tiempo)						
Tratamientos	Variable	n	Media	D.E	Min.	Max.
Trat_Comput	Tiempo del Test (min)	105	6,65	2,01	2,56	13,27
Trat_Manual	Tiempo del Test (min)	105	7,00	2,52	2,06	16,51

Fuente: Base de datos propia del estudio

Tabla 9. Análisis de la varianza (SC tipo III) (Logaritmo de numero de errores)

Tabla de análisis de la varianza. (SC tipo III)					
FV	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,80	1	0,80	6,95	0,0090
Tratamientos	0,80	1	0,80	6,95	0,0090
Error	23,72	207	0,11		
Total	24,51	208			

Fuente: Base de datos propia del estudio

Tabla 10. Medidas de resumen (Logaritmo de numero de errores)

Tabla de medidas de resumen (Logaritmo de numero de errores)						
Tratamientos	Variable	n	Media	D.E	Min.	Max.
Trat_Comput	LOG10_Num_Errores en la Di.	105	1,83	0,33	1,18	2,81
Trat_Manual	LOG10_Num_Errores en la Di.	104	1,71	0,35	0,60	2,54

Fuente: Base de datos propia del estudio

La prueba de correlación de Pearson, tomando como valor revelador de la significancia el dato de p-valor, aportó la prueba de correlación de Pearson, tomando como valor revelador de la significancia el dato de p-valor, aportó las evidencias estadísticas de un valor de $p=0,0063$, el cual es mayor que el nivel crítico de comparación $\alpha=0,05$, esto indica que se obtuvo una respuesta estadística significativa. Por lo tanto, la prueba de correlación de Pearson demostró que existe una correlación

significativa entre el tiempo y el número de errores (Ver Tabla 11).

El bajo valor obtenido de "b" con un $p=0,0063$ el cual resulta ser mayor que el nivel crítico de comparación $\alpha = 0,05$. Por lo tanto, esto quiere decir que la respuesta estadística obtenida es una regresión significativa, por lo que se demostró que existe relación cuantitativa entre las variables de tiempo y logaritmo del número de errores (Ver Tabla 12 y 13).

Tabla 11. Matriz de Correlación de Pearson

Variable(1)	Variable(2)	n	Pearson	p-valor
Tiempo del Test (min)	Tiempo del Test (min)	210	1,00	<0,0001
Tiempo del Test (min)	LOG10_Num_Errores en la Di	209	-0,19	0,0063
LOG10_Num_Errores en la Di	Tiempo del Test (min)	209	-0,19	0,0063
LOG10_Num_Errores en la Di	LOG10_Num_Errores en la Di	209	1,00	<0,0001

Fuente: Base de datos propia del estudio

Tabla 12. Coeficiente de regresión y estadísticos asociados

Coeficiente	Est.	E.E	LI (95%)	LS (95%)	T	p-valor	CnMallows	VIF
Const.	1,97	0,07	1,82	2,11	26,65	<0,0001		
Tiempo del test(min)	-0,03	0,01	-0,05	-0,01	-2,76	0,0063	8,59	1,00

Fuente: Base de datos propia del estudio

Tabla 13. Análisis de regresión (ANARE)

Tabla de análisis de regresión (ANARE)					
FV	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,87	1	0,87	7,63	0,0063
Tiempo del test	0,87	1	0,87	7,63	0,0063
Error	23,64	207	0,11		
Total	24,51	208			

Fuente: Base de datos propia del estudio

Discusión de resultados

Basado en los datos obtenidos por el estándar de oro (el test manual), el 44,8% del total de la población presentó errores en el adecuado orden de colocación de fichas de color, la cual se divide en el 49% para los hombres y el 51% para las mujeres. A pesar que el porcentaje mayor de errores en la acomodación de las fichas, lo obtuvo el sexo femenino y se consideraron errores mínimos (leves). Sin embargo dentro de la población masculina se equivocaron menos en la acomodación de las fichas, pero los errores fueron de un 67% en el rango severo de afectación. Esto resultados contrastan con los datos arrojados por el test computarizado según el género, dado que el 61,9% de la población total presento errores en la acomodación de las fichas, dentro del cual el 49,2% eran mujeres (con errores leves) y el 50,7% eran hombres. Es importante recordar que a mayor equivocación en el orden de las fichas se evidencia mayor deficiencia en la percepción cromática reflejando los rangos leves o severos de la anomalía en el paciente.

Según los resultados del test manual reflejo que un 62,5% de los individuos entre las edades de 23 a 25 años presentaban alteraciones al color en el rango leve y moderado; seguido por el Grupo 2 con un 45,7% de sujetos con alteraciones leves, moderadas y un 2,2% severas; por último el Grupo1 con un 37,2% de afectados, que a pesar de ser el grupo con menor porcentaje de alteraciones evidencio un 4,7% de anomalía severa, con respecto a los grupos anteriores (Ver Tabla 6).

En el caso de los resultados del examen computarizado indica que el Grupo 1, presenta el mayor porcentaje de sujetos con alteraciones en la percepción cromática para un 67,5%, entre los rangos leve, moderado y severo; seguido por el Grupo 3 con un 62,6% de individuos con alteraciones en los tres rangos antes mencionados y por último el Grupo 2 con un 56,6% de afectados, en los tres rango, evidenciando un 8,7% de alteraciones severas, siendo este el mayor porcentaje con respecto a los dos grupos anteriores (Ver Tabla 7).

Con lo anterior se puede apreciar una variación significativa en el número de errores detectados en los di-

ferentes rangos de afectación por test; en donde la versión manual señalaba que el grupo de edad con mayor número de errores en el rango severo era el grupo entre los 16 y 19 años, no obstante estos mismos en el test computarizado presento una disminución del número de afectados dentro del rango severo de hasta un 100%. Aunado a esto el análisis de varianza (ANAVA) realizado que evidencio una variabilidad significativa, reflejando que el test computarizado no detecta con la misma eficacia la cantidad, ni severidad de errores que cometen los pacientes en el análisis de la percepción cromática.

Si se toma en cuenta la preferencia de los individuos a las dos versiones del test en estudio vemos que el 72,38% prefiere por razones de comodidad el método manual, este dato cuenta en el momento la toma de decisión en implementar el test computarizado; esto concuerda con el estudio realizado en Nueva Delhi-India sobre los resultados del test *Farnsworth Munsell 100-Hue* computarizado en la evaluación de la visión del color⁴.

Se utilizó la matriz de correlación de Pearson para determinar si existía una relación entre los variables tiempo y número de errores y se observó una correlación significativa en ambas variables. Junto al análisis de correlación se aplicó el coeficiente de regresión lineal (b), el cual indicó en este estudio que el logaritmo del número de errores es una función lineal del tiempo que cambia en la magnitud de 1,97 menos 0,03 unidades por cada minuto que se aumenta en el estudio, es decir que un paciente comete 1,94 errores por cada minuto que transcurre realizando la prueba (Ver Tabla 12 y 13).

Se puede inferir que la diferencia existente en las posiciones de los ejes visuales al realizar las dos pruebas, sea una de la causales en la variabilidad de detección de afectaciones cromáticas en el test computarizado, con respecto a la versión manual; junto a esto las discordancias entre los ambientes en que se requirió el desarrollo de las pruebas promovió una desigualdad en los resultados de los test.

En cuanto al análisis de la varianza (ANAVA) en relación al tiempo podemos señalar que al tener un valor no significativo, ambos test presentan la misma eficacia en cuanto al tiempo de desarrollo de la prueba siendo así que el tiempo promedio del test manual fue de 7,00 minutos

y el del computarizado 7,05 minutos, por lo cual el test computarizado online gratuito no presentó en este estudio ninguna ventaja sobre el test manual.

Conclusiones

En base a las comparaciones realizadas según los resultados obtenidos por cada test, en cuanto a la cantidad de errores que miden el rango de afectación de la percepción cromática, se logró evidenciar que el test computarizado gratuito en línea de la página web Colblindor, resulto ser inefectivo, dado los márgenes de diferencia en los datos entre ambos test, por los que se concluye en esta parte del estudio no sustituir el test de *Fansworth Munsell 100 Hue* manual por el computarizado, por el momento, hasta

realizar estudios posteriores más exhaustivos, correlacionando la detección de los errores en las distintas sensibilidades cromáticas del rojo, verde y azul, no solamente con el test computarizado online gratuito; sino que también con la versión computarizada de paga, y que se tome siempre de referencia el estándar de oro.

Agradecimiento

Se agradece a la directiva de la Carrera de Optometría Médica-UNAN-Managua, Nicaragua; así como también de los estudiantes que aceptaron formar parte de este estudio y del empeño de los coordinadores de este proyecto en busca de innovar la atención visual en la clínica de la Facultad de Ciencias Médicas.

Referencias

1. Fez F. Directrices para la administración y puntuación del test Farnsworth Munsell de 100 tonos. 1st ed. Valencia, Alicante: Departamento de Óptica; 2011.
2. González M. Test de visión cromática asistido por ordenador. Boletín de la sociedad oftalmológica de Madrid. 2007;47:1.
3. Colblindor, All about Color Blindness [Online]. Color-blindness.com. 2006 ene [Citado 24 jun 2015]. Disponible en: <http://www.color-blindness.com>
4. Martín Herranz R, Vecilla Antolínez G. Manual de optometría. 1st ed. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2011.
5. Jiménez I, Guarnizo D, Rueda N. Efectividad del test cromático visual software interactivo en la detección de las alteraciones de la visión cromática en trabajadores de lavandería en la localidad de Chapinero [Tesis Doctoral online]. Universidad de Bogotá; 2008 [Citada 10 mar 2016]. Disponible en: <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/8578/T50.08%20R836e.pdf?sequence=1>
7. Piura, J. Introducción a la Metodología de la Investigación Científica. 7a ed. Managua: CIES-Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua; 2006. 120 p.
8. Canales FH, Alvarado EL, Pineda EB. Metodología de la investigación: manual para el desarrollo profesional. 2a ed. OPS, Washington DC; 1994. 79-123 p.
9. Hernández SR, Fernández CC, Baptista LP. Metodología de la Investigación. 4a ed. México D.F: Mc-Graw Hill; 2006. 140-60 p.
10. Pedroza M. Diseño Completamente Aleatorizado. Lecture presented at; Universidad Nacional Agraria. 2005
11. Antolínez R, editor. Manual de Optometría. [Online]. España: Herrero Books; 2011 [Citado 10 ene 2015]. Disponible en: <http://www.herrerobooks.com/pdf/PAN/9788498352726.pdf>
12. Baraas R, Foster D, Amano K, et al. Color Constancy of Red-Green Dichromats and Anomalous Trichromats. Investigative Ophthalmology & Visual Science. 2010;51(4):2286.
13. Cranwell M, Pearce B, Loveridge C, et al. Performance on the Farnsworth-Munsell 100-Hue Test Is Significantly Related to Nonverbal IQ. Investigative Ophthalmology & Visual Science. 2015; 56(5):3171.
14. Coren S, Ward L, Enns J, editors Sensación y percepción. 1a ed. México: McGraw-Hill; 2001.
15. Farnsworth D, editors. The Farnsworth-Munsell 100 Hue test for the examination of color discrimination. 1a ed. Baltimore: Munsell Color; 1957.
16. Grosvenor T, Saona Santos C, editors Optometría de atención primaria. 1st ed. Barcelona: Masson; 2005.
17. Ghose S, Parmar T, Dada T, editors. El nuevo test farnsworth munsell 100-Hue prueba basada en computadora para la evaluación de la visión del color. 1a ed. Nueva Delhi: Institute of Medical Sciences; 2013.
18. Rossetti A, Gheller P, editors. Manuale di optometria e contattologia. 1a ed. Bologna, Italy: Zanichelli; 1993.