

Un nuevo sistema para la medición de la motilidad ocular utilizando un computador personal¹

Gabriel Alejandro Lalama Guerrero*

RESUMEN

Se presenta una evaluación de las características operativas de una nueva aplicación computarizada, PC Hess, para la medición de la motilidad ocular utilizando un computador. **Objetivo:** determinar las características operativas de la aplicación computarizada PC Hess en comparación con la pantalla de Hess-Lancaster en pacientes con y sin diagnóstico de estrabismo. **Metodología:** se evaluó un prototipo de la aplicación en un ambiente clínico con una muestra de 73 pacientes que acudieron a centros optométricos y oftalmológicos en Bogotá, Colombia, con y sin diagnóstico de problemas oculomotores, y comparados con una pantalla de Hess-Lancaster tradicional. A todos los pacientes se les realizaron las dos pruebas con un intervalo de descanso de quince minutos entre cada una. Se realizó una prueba de sensibilidad y especificidad para la aplicación com-

putarizada y se midieron los índices de correlación de Pearson para datos normales en los diferentes puntos de examinación de la prueba. **Resultados:** en términos generales, las formas de los campos oculomotores obtenidos usando los dos instrumentos fueron similares, pero la aplicación computarizada tendió a medir un leve desplazamiento convergente en comparación con Hess-Lancaster y a reportar desviaciones más grandes. Sin embargo, el valor de sensibilidad y especificidad de la aplicación fue de 1. **Conclusión:** la aplicación computarizada PC Hess es una alternativa viable para la pantalla Hess-Lancaster.

Palabras clave: Hess-Lancaster, estrabismo, parálisis oculomotoras, aplicaciones computarizadas, pruebas diagnósticas.

¹ Este artículo es parte de la tesis del autor para optar por el título de Magíster en Ciencias de la Visión.

* Licenciado en Optometría de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Magíster en Ciencias de la Visión de la Universidad de La Salle.

Fecha de recepción: 7 de julio de 2009.

Fecha de aprobación: 7 de septiembre de 2009.

A new system for the ocular motility measurement using a personal computer

ABSTRACT

An evaluation of the operative features of a new computerized application PC Hess for the measurement of ocular motility using a personal computer is described. **Objective:** to determine the operative characteristics of the PC Hess computerized application in comparison with the Hess-Lancaster screen in strabismic and non strabismic patients. **Methodology:** a prototype of the application has been evaluated in a clinical environment on a sample of 73 patients that came to optometric and ophthalmologic centers in Colombia with and without oculomotor problems, and compared with a traditional Hess-Lancaster screen. All patients were evaluated with the two tests with an interval of 15 minutes. A sensitivity and specificity test was done for the computerized application and the Pearson correlation values for

normal data were measured in the different points of evaluation of the test. **Results:** in general terms, the shapes of the oculomotor fields obtained using the two instruments were similar, but the computerized application tended to measure a slightly converged displacement in comparison with Hess-Lancaster screen and to record larger deviations. However, the diagnostic value of the instruments was similar and the sensitivity and specificity value for the application were 1. **Conclusion:** the computerized application PC Hess is a viable alternative to the traditional Hess-Lancaster Screen.

Keywords: Hess-Lancaster, strabismus, oculomotor palsies, computerized applications, diagnostic tests.

INTRODUCCIÓN

Una investigación clínica del sistema oculomotor incluye el establecimiento de la naturaleza y el progreso de cualquier desviación que pueda estar presente para determinar su etiología probable y decidir un manejo apropiado (Duke-Elder, 1976).

Si el ángulo de desviación es independiente de la dirección de mirada, se dice que la desviación es comitante. Si el ángulo de desviación varía con la dirección de mirada, se dice que es incomitante (Duke-Elder, 1976). El estrabismo comitante es encontrado frecuentemente en una consulta optométrica y por lo general está asociado a un mal funcionamiento de uno o más músculos extraoculares o a hipermetropía. Puede ser tratado con la prescripción de una correcta fórmula oftálmica, cirugía o entrenamiento visual. (Goldberg *et ál.*, 2000). Un estrabismo incomitante es causado por la reducción en la función de uno o más músculos extraoculares. Esto puede ser el resultado de una interferencia mecánica o consecuencia de una lesión en el recorrido de las vías nerviosas asociadas (Elston y Lee, 1985).

Los pacientes con desviaciones incomitantes de larga duración son a menudo asintomáticos, debido al desarrollo de una serie de adaptaciones motoras y sensoriales (Bradley *et ál.*, 1992). El apareamiento repentino de un estrabismo incomitante indica que hay alguna alteración en la neurología o musculatura extraocular. Esto puede ser ocasionado, por ejemplo, por traumas, o puede indicar la presencia de un tumor, aneurisma o un accidente cerebrovascular. Es de gran importancia clínica que estos casos sean diferenciados de las desviaciones incomitantes de larga duración y que estos pacientes sean evaluados neurológicamente lo más pronto posible (Kanski, 2000).

Por tanto, el objetivo inicial de una evaluación de estrabismo es establecer si la desviación es comitan-

te o incomitante. En el caso de las comitancias, se debe considerar cirugía o terapia visual. En el caso de las incomitancias, es importante determinar los músculos afectados para establecer sus características y posibles etiologías.

Las condiciones incomitantes de ángulo grande pueden ser detectadas con un test de motilidad simple; sin embargo, para detectar y medir incomitancias de ángulo bajo, se requiere el uso de pruebas clínicas más complejas. Una de las más eficaces es la pantalla de Hess-Lancaster (Hess, 1909; Lancaster, 1939). Desafortunadamente, adquirir una pantalla es costoso y complicado de conseguir e importar, por lo cual la compañía Thomson Software Solutions, ha desarrollado una versión computarizada de la pantalla de Hess-Lancaster, denominada PC Hess, basada en los principios de la pantalla original. Contar con una herramienta de tipo *software* clara, precisa y de fácil utilización permitirá un diagnóstico temprano, oportuno y preciso de una alteración oculomotora. Es de gran importancia demostrar si el *software* presenta validez, entendida como la capacidad que tenga la aplicación para realizar su tarea de medición, en términos de sensibilidad y especificidad. Se debe investigar también la capacidad que tiene el *software* de ofrecer los mismos resultados al repetir la prueba en diferentes circunstancias y tipos de pacientes.

La presente investigación es un estudio pionero en la comunidad optométrica colombiana, ya que no hay antecedentes publicados de estudios realizados en este campo, razón por la cual el estudio pretende abrir una puerta más al profesional en optometría para elevar su desempeño y su campo de acción.

PANTALLA DE HESS-LANCASTER

La pantalla de Hess-Lancaster es una placa constituida por una pantalla tangente de fondo gris de 2 metros por 2 metros, graficada por líneas rectas

verticales y horizontales que forman cuadros de 7 centímetros que subtienden un ángulo de 4 grados u 7 dioptrías prismáticas cada uno, se utiliza con gafas rojo-verde y dos linternas con proyección lineal rojo-verde, que son colores complementarios, para lograr por medio de éstas la disociación ocular y obtener resultados correctos. Entre las características de este test se tiene que es una prueba fácil y rápida de realizar, recomendable en niños a partir de los 3 años de edad, útil para el estudio de parálisis, estudia 15 grados centrales del campo visual, por lo que la concomitancia aparece rápidamente, precisa visión binocular, sólo mide desviaciones subjetivas y correspondencia retiniana normal (Halbron, 1953; Lancaster, 1939; Fells, 1980; Mein y Trimble, 1991).

Para realizar una evaluación, el paciente se sienta a un metro delante de la pantalla, situando el punto central en su dirección visual principal, de manera que una desviación de un centímetro corresponde a una dioptría y los 7 cm de cada cuadrícula corresponden a 7 dioptrías prismáticas, aproximadamente 4 grados. El paciente usa los anteojos rojo-verde con la lente verde delante del ojo izquierdo. Para investigar las funciones del músculo del ojo izquierdo, el optómetra ilumina los puntos fijos en las direcciones principales de mirada con una luz láser roja. Esto significa que el paciente ve los puntos rojos con el ojo derecho a través de la lente roja. Se le pide dirigir la luz de la linterna verde, que él dirige por sí mismo, sobre el punto fijo rojo. Cuando el punto de la fijación cambia, el paciente cambia su dirección de mirada e intenta apuntar el punto fijo otra vez. El examinador marca el sitio de los puntos verdes en su cartilla de examinación. Después de que todas las posiciones en las nueve direcciones principales de mirada se hayan registrado gráficamente, las funciones del músculo del ojo derecho se prueban de la misma manera, para lo cual solamente se deben intercambiar las linternas. El profesional ahora marca las posiciones del punto de la luz roja respecto a la

cartilla. La cuantificación y el análisis son llevados a cabo de manera manual (Amidei, 1956; Grusser, 1972; Lancaster, 1941; Hugonnier, 1952; Larmande y Poletti, 1978; Fells, 1980; Coll y Demer, 1992).

APLICACIÓN PC HESS

El prototipo de la aplicación computarizada está basado en un computador con procesador Pentium III y una tarjeta gráfica aceleradora; sin embargo, cualquier computador con condiciones similares o superiores puede ser utilizado para el propósito. La aplicación fue diseñada en lenguaje C++ con Microsoft Visual Basic (Thomson, 2008; Somers, Happel y Phillips, 1984).

La calibración del tamaño del monitor es importante para la presentación de los estímulos en la posición adecuada, por lo que fue diseñada para adaptarse a cualquier monitor para ser visto a 30 centímetros de distancia del rostro. Los pacientes son posicionados con sumo cuidado con la mirada hacia el centro de la pantalla y deben utilizar gafas anáglifas rojo-verde (Cooper, 1983). Al principio del proceso, el *software* le explica al paciente el procedimiento que se va a realizar y aparece un objetivo de color rojo en la pantalla; el paciente es instruido para mover el estímulo azul utilizando el ratón del computador hasta que el estímulo “aparente” estar centrado con el objetivo rojo. Se presiona el botón izquierdo del ratón en ese momento y el computador registra la posición relativa del objetivo y el estímulo. Este procedimiento es repetido en un rango de posiciones del objetivo, que son determinadas por el programa. Luego, el procedimiento es repetido con el otro ojo, fijando revirtiendo el color del objetivo y el estímulo, de manera que no sea necesario revertir las gafas anáglifas (Thomson, 2008).

Las gafas rojo-azul utilizadas con la aplicación computarizada igualaron suficientemente a las carac-

terísticas espectrales de los colores rojo y azul del monitor del computador para ser consideradas complementarias. Los datos resultantes pueden ser presentados en el computador en varias formas, impresos o grabados en la memoria, algo particularmente útil cuando se monitorea el progreso de un estrabismo en un periodo de tiempo.

La interactividad que brinda la realización de la prueba en el computador permite facilitar su desarrollo. Los estímulos de dos círculos son utilizados para evitar los problemas de “escalonar”, que pueden ocurrir cuando la orientación de la línea no es vertical ni horizontal, debido a la resolución finita de la presentación de los gráficos en la pantalla. Las mediciones de las diferentes posiciones de mirada son de gran valor diagnóstico para el estrabólogo, pero no son realizadas con frecuencia debido a las dificultades involucradas en hacerlo con los instrumentos convencionales (Thomson, 2008; Duke-Elder, 1976).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se llevó a cabo un estudio observacional descriptivo de evaluación de pruebas diagnósticas. 73 pacientes acudientes a diferentes consultorios optométricos y oftalmológicos de Bogotá, Colombia, fueron seleccionados como pacientes en la evaluación clínica de la aplicación computarizada PC Hess. Las edades de los pacientes oscilaron entre 5 y 57 años (media 29,56) y la condición oculomotora variaba desde sanos hasta un rango de desviaciones comitantes e incommitantes con diversas etiologías.

Se incluyeron pacientes emétopes, amétopes, ambliopes, estrábicos con o sin parálisis oculomotora, sin tratamiento quirúrgico previo, mayores de 6 años y menores de 60, con o sin corrección o tratamiento independientemente del sexo, pero con correspondencia sensorial normal. Se excluyeron los pacientes con diagnóstico de parálisis oculomotora o estrabis-

mo que ya hubieran tenido corrección quirúrgica, con historias clínicas ortópticas incompletas o con correspondencias sensoriales anómalas.

Cada paciente fue examinado usando la pantalla de Hess-Lancaster y la aplicación computarizada PC Hess. La evaluación en la pantalla de Hess-Lancaster fue llevada a cabo por un profesional diferente al investigador y el resultado no fue revelado hasta después de realizar la prueba computarizada, para evitar sesgos en la investigación. La pantalla de Hess-Lancaster fue llevada a cabo en una habitación en penumbra. Los pacientes fueron colocados a un metro de distancia de la pantalla y se controló que no existieran movimientos de cabeza por parte del paciente.

Para la aplicación PC Hess, los pacientes fueron colocados a una distancia de 30 centímetros de la pantalla y el *software* fue operado inicialmente por el investigador, y luego por una instrucción por los pacientes. Dos círculos, uno rojo y uno azul, se utilizaron como estímulos. Las dos pruebas fueron llevadas a cabo el mismo día, con un período de descanso de 15 minutos entre cada una.

Para el análisis estadístico se agruparon los datos en dioptrías prismáticas de cada posición de mirada y se tabularon con SPSS, realizando una prueba de normalidad de los datos y, posteriormente, para correlacionarlos se utilizó la prueba de correlación de Pearson para datos normales, obteniendo un valor comparativo de las pruebas diagnósticas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los 73 pacientes seleccionados para la investigación pudieron cumplir sin contratiempos las dos pruebas establecidas. Las edades oscilaron entre 7 y 57 años con una media de 29,56. Las cartillas de la pantalla de Hess-Lancaster fueron tomadas por un oftalmólogo u optómetra entrenado, medidas cuidadosamente,

y los datos fueron ingresados en valores de dioptrías prismáticas manualmente en un computador. Esto permitió que los datos pudieran ser comparados con los datos en dioptrías prismáticas obtenidos con la

aplicación computarizada PC Hess. Un ejemplo de resultado de PC Hess y una cartilla de Hess-Lancaster para un paciente con parálisis del oblicuo superior izquierdo se muestran en las figuras 1a y 1b.

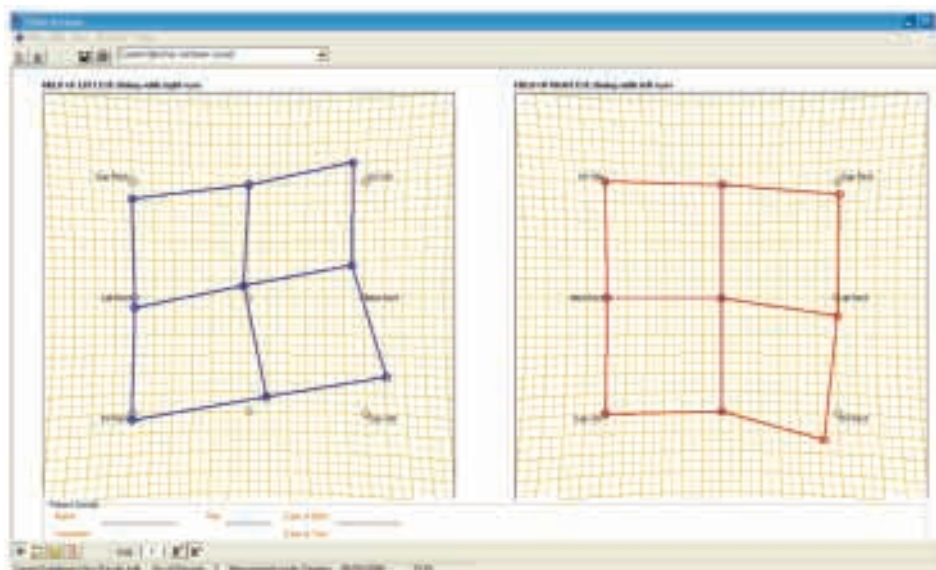


FIGURA 1A. RESULTADO DE LA PRUEBA PC HESS. GRÁFICO TÍPICO DE UNA PARÁLISIS DEL OBLICUO SUPERIOR IZQUIERDO.
Fuente: PC Hess.

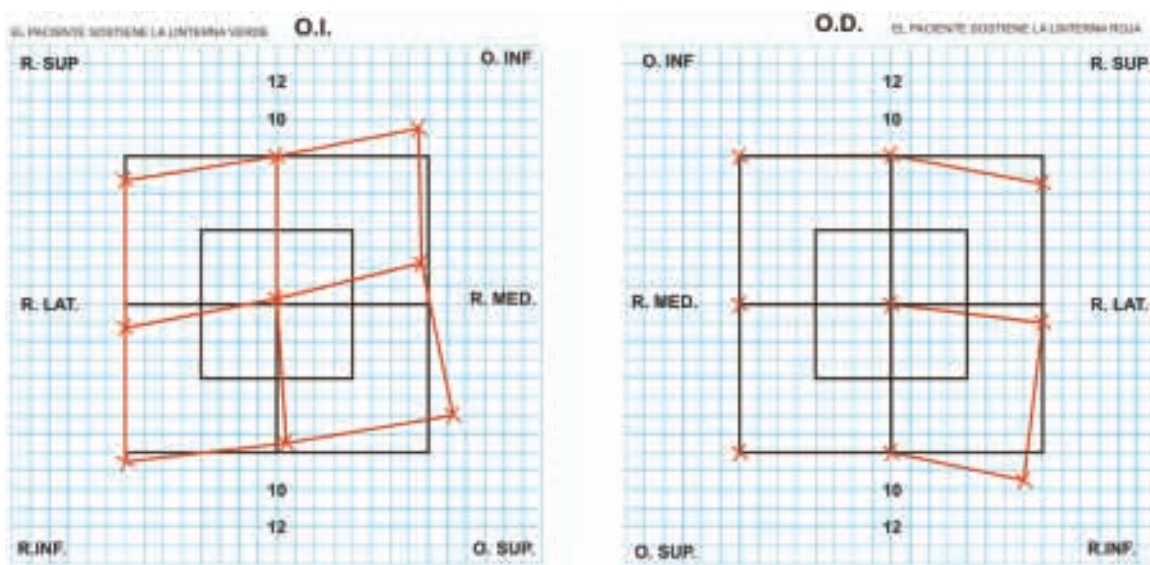


FIGURA 1B. RESULTADO DE LA PRUEBA HESS-LANCASTER. GRÁFICO TÍPICO DE UNA PARÁLISIS DEL OBLICUO SUPERIOR IZQUIERDO.
Fuente: historia clínica evaluada.

Los problemas oculomotores encontrados en la muestra fueron diversos, desde pacientes sanos, pasando por desviaciones comitantes de grado pequeño, hasta parálisis de nervios craneales (figura 2). Esto resultó en una amplia variedad de campos motores obtenidos, haciendo complicado comparar datos entre pacientes con entidades diferentes. Esta

dificultad se presenta ya que en algunos casos los valores de desviaciones altas hacia una dirección se compensan con los opuestos de otras condiciones, arrojando una correlación más alta de lo que en realidad es, siendo ésta la razón para analizar los pacientes en grupos de acuerdo con cada condición oculomotora.

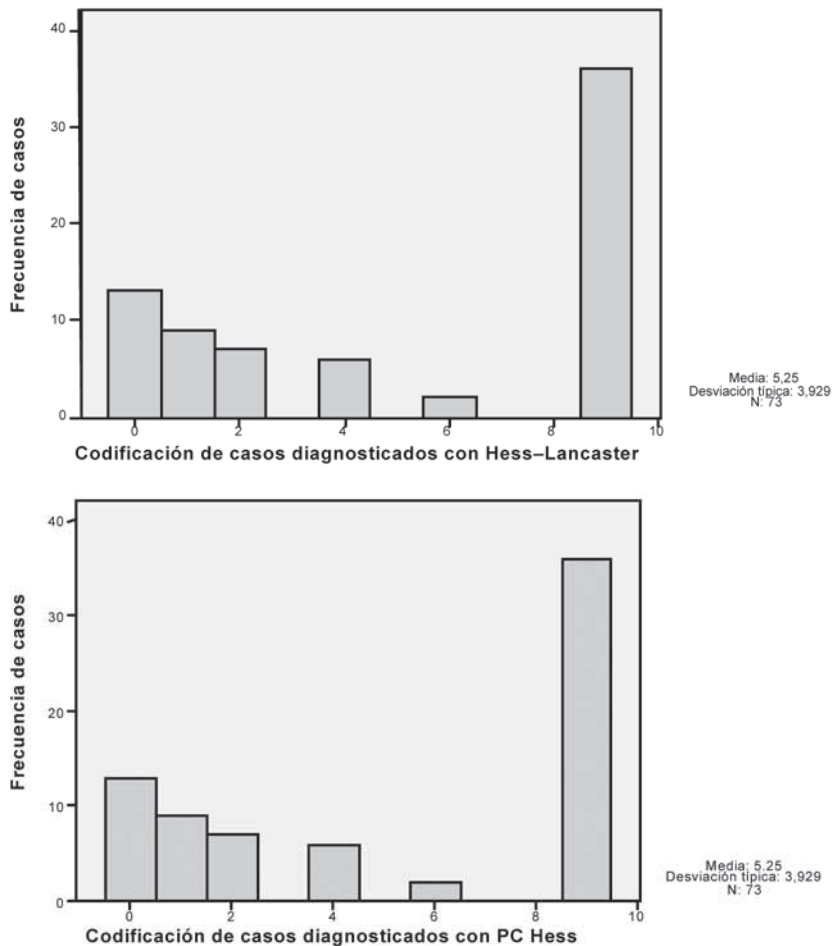


FIGURA 2. HISTOGRAMAS DE FRECUENCIA DE DIAGNÓSTICOS ENCONTRADOS; ARRIBA PARA HESS-LANCASTER, ABAJO PARA PC HESS. SE EVIDENCIA QUE EL HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS PARA LAS DOS PRUEBAS ES IGUAL. GENERADO EN SPSS 15.0.1.

En general, las formas de los campos oculomotores obtenidos usando los dos instrumentos fueron muy similares, pero PC Hess tendió a medir un desplazamiento ligeramente endo (en convergencia) en algunas posiciones en comparación con la

pantalla de Hess-Lancaster tradicional y a registrar valores de desviación diferentes, mayores en pacientes con desviaciones tipo exo y en campos incoitantes y menores en pacientes con desviaciones tipo endo.

El nivel de relación entre las desviaciones registradas por la pantalla de Hess–Lancaster y la aplicación PC Hess en cada posición del objetivo fijo fue calculado con la prueba de índice de correlación de Pearson para datos normales. Al realizar el índice de correlación con los 73 datos de los pacientes se encontró un valor muy alto (promedio de 98,6%), pero al ser las características de las condiciones oculomotoras analizadas muy variables, se decidió organizarlas en

grupos de anomalías para analizar los datos con base en cada condición.

En la tabla 1 se puede observar un resumen de las correlaciones encontradas para resaltar que las correlaciones más bajas se encuentran en el grupo de las endotropías principalmente en los puntos de mirada horizontal (3,5,7,9).

TABLA 1. CUADRO RESUMEN DE PORCENTAJE (%) DE CORRELACIÓN EN LOS DIFERENTES DIAGNÓSTICOS Y PUNTOS DE EVALUACIÓN. EN NARANJA SE OBSERVAN LOS VALORES MÁS BAJOS ENCONTRADOS Y EN VERDE LOS MÁS ALTOS. EN ROJO, SE ENCUENTRA UN PROMEDIO DE LOS DIFERENTES PUNTOS PARA CADA ENTIDAD EN LOS CAMPOS MOTORES DERECHOS E IZQUIERDOS. GENERADO EN EXCEL 2007.

Puntos	Total		Sanos		Endotropías		Exotropías		Hipertropías		Oblicuo superior		Recto lateral	
	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.
1	99,1	98,2	96,3	86,4	99,1	96,2	98,6	95,6	100	98,5	100	100	86,6	99,5
2	99	99,1	96,2	97,2	96,3	94,2	98,1	96,2	97,7	98,5	100	100	99,8	94,5
3	97,7	99,1	93,4	94,3	98,2	96,6	98,1	98,3	100	99,3	99	99,1	63,2	97,1
4	99,1	99,4	97,1	95,9	86,2	96,4	97,3	98,7	93,1	100	96,8	100	99,7	100
5	98,6	99,1	97,8	95,2	61,1	95,8	97,2	97,7	99,5	100	100	99	100	79,5
6	98,2	99,2	87,5	94,8	87,8	97,9	98	98,5	99,4	99,7	97,4	99,5	96,1	90,4
7	97,8	98,2	97,2	91,1	69,1	91,1	99,3	97,2	97,7	99,3	100	100	73,7	99,9
8	97,9	98,9	96	94,7	63	90,1	98,3	98,8	100	98,5	100	100	100	100
9	99,1	98,3	97,2	79,4	85,9	96,2	99,3	99	99,4	100	99,5	99,3	100	96
P	98,5	98,8	95,4	92,1	82,9	94,9	98,2	97,7	98,5	99,3	99,1	99,6	91	95,2

Este análisis sugiere que hay una tendencia de la aplicación PC Hess a producir gráficos ligeramente en convergencia con respecto a la pantalla de Hess–Lancaster. Las correlaciones más bajas se dieron en las posiciones horizontales, presumiblemente debido a la inestabilidad relativa del sistema de vergencias horizontales humano. La tendencia a converger más con PC Hess que con la pantalla tradicional es probablemente debida a la distancia de examinación más corta. En la figura 3 se observa que la disminución de distancia no afecta el ángulo que subtiende el ojo al mirar en diferentes posiciones. Pero la demanda de convergencia cambia de 6 dioptrías prismáticas presentes a un metro hasta 20 dioptrías prismáticas a 30 centímetros. Con la variación de la demanda de convergencia y acomodación en el cambio de distancia es justificable que los valores de desviación obtenidos sean distintos de la panta-

lla de Hess–Lancaster, siendo por ejemplo en el caso de las exotropías valores mayores y en las endotropías menores.

Las correlaciones más altas se encontraron en el grupo de los pacientes con parálisis del oblicuo superior, seguidas de las parálisis del recto lateral y luego de las hipertropías (tabla 2). Esta correlación alta en las parálisis del oblicuo superior y en la parálisis del recto lateral presumiblemente se presenta debido a la muy limitada o nula acción del músculo afectado, lo que hace que la distancia de evaluación o el sistema de vergencias no influyan en el resultado, ya sea gráfico o de valores de medición. La correlación alta en las hipertropías se debe a la poca intervención del sistema de vergencias horizontal de los pacientes, por lo que los valores no varían significativamente en ninguno de los puntos evaluados.

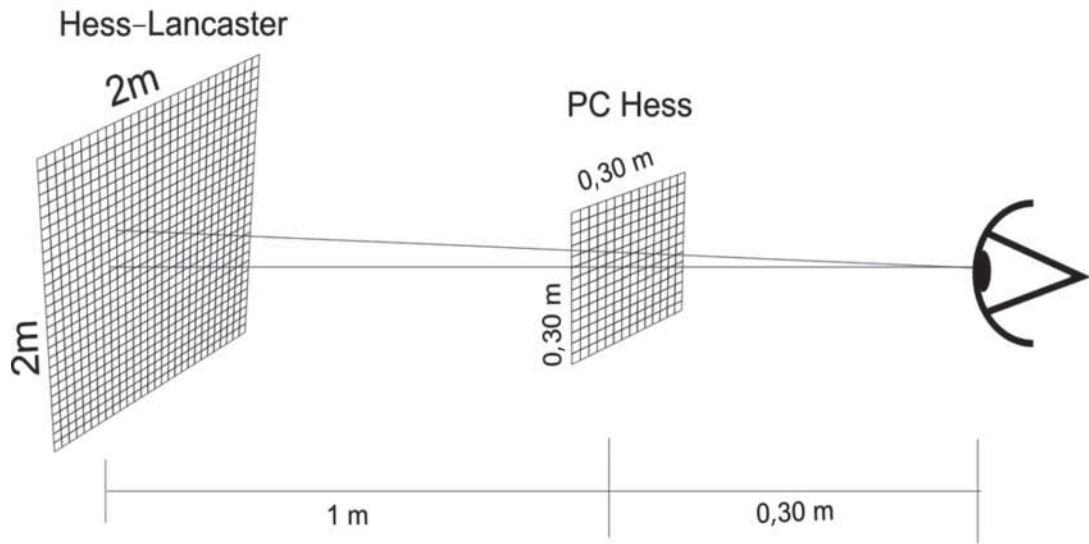


FIGURA 3. DIFERENCIA DE DISTANCIA Y DEMANDA DE ACOMODACIÓN Y CONVERGENCIA ENTRE LA PANTALLA DE HESS-LANCASTER Y PC HESS.

Fuente: investigador.

TABLA 2. PROMEDIO (%) GENERAL DE CORRELACIÓN EN TODOS LOS PUNTOS DE LA EVALUACIÓN. EN NARANJA SE MUESTRA LA CORRELACIÓN MÁS BAJA, EN VERDE, LA MÁS ALTA. GENERADO EN EXCEL 2007.

Total	98,66666667
Sanos	93,76111111
Endotropias	88,95555556
Exotropias	98,01111111
Hiper	98,92222222
Obl superior	99,42222222
Recto lateral	93,11111111

Clínicamente, la amplitud de desviación exacta en cada posición de mirada es de menos importancia que la forma general de los campos motores. Se determinó el valor diagnóstico de los campos recolectados con las dos pruebas comparando los gráficos obtenidos con los encontrados en la bibliografía consultada sobre cada condición. La interpretación demostró que con los dos gráficos, tanto de la aplicación PC Hess como la pantalla de Hess-Lancaster

tradicional se pudieron diagnosticar las condiciones de los pacientes sin dificultad. La duración de ambas pruebas estuvo entre 4 y 12 minutos, con una duración media de 7 minutos. No hubo diferencias significativas entre los tiempos de las dos pruebas. Siguiendo una breve fase de instrucción, todos los pacientes fueron capaces de llevar a cabo la evaluación sin la necesidad de intervención.

Analizando los valores de sensibilidad y especificidad ($S=1$, $E=1$), se infiere que la prueba PC Hess es altamente sensible, es decir, detecta un positivo cuando la pantalla de Hess-Lancaster lo detecta y es muy específica porque no detecta un positivo si la pantalla de Hess-Lancaster no lo hace. En otras palabras, la aplicación computarizada es una alternativa viable a la pantalla de Hess-Lancaster tradicional.

CONCLUSIÓN

La aplicación PC Hess presenta algunas ventajas sobre la pantalla tradicional. El control computarizado

de PC Hess minimiza la supervisión requerida en la prueba y permite al paciente controlar la evaluación a su ritmo. El uso del ratón de un computador permite un mejor control del objetivo-estímulo y los errores de registro de posiciones relativas son completamente eliminados; adicionalmente, los datos recolectados de la prueba PC Hess son cuantificados, analizados y mostrados en pantalla en una variedad de formatos y pueden ser impresos o guardados en el computador automáticamente, eliminando la necesidad de realizar el gráfico y el cálculo de manera manual.

Reducir la distancia de examen a 30 centímetros, en relación con los 100 centímetros de la prueba tra-

dicional, produce un desplazamiento de los campos oculomotores, pero no disminuye el valor diagnóstico de la prueba, ya que las formas gráficas formadas por los campos oculomotores de las dos pruebas determinaron el mismo diagnóstico.

La correlación de los datos en las diferentes posiciones de mirada tuvo sus valores más altos en los casos de parálisis del oblicuo superior y los más bajos, en los pacientes con endotropías. La prueba de PC Hess presenta una sensibilidad y especificidad de 1 en comparación con la pantalla de Hess-Lancaster tradicional, haciéndola una prueba alternativa a ésta.

REFERENCIAS

- Amidei, B. (1956). Study of the ocular motility with Hess-Lancaster test. *Anales Oftalmología Clínica Ocular*, 82, 207-215.
- Bradley, W. *et ál.* (1992). Causes and prognosis in 4278 cases of paralysis of the oculomotor, trochlear and abducens cranial nerves. *American Journal of Ophthalmology*, 113, 489-96.
- Coll, G. y Demer, J. (1992). Hess screen test in the diagnosis of ocular myasthenia gravis. *American Journal of Ophthalmology*, 114, 489-93.
- Cooper, J. (1983). Microcomputer produced anaglyphs for evaluation and therapy of binocular anomalies. *Journal American Optometric Association*, 54, 785-788.
- Duke-Elder, S. (1976). System of ophthalmology. *The Anatomy of the Visual System*. Saint Louis: Mosby.
- Elston, J. y Lee, J. (1985). Paralytic strabismus: the role of botulinum toxin. *British Journal of Ophthalmology*, 69, 891-896.
- Fells, P. (1980). Assessment and management of bilateral superior oblique pareses. *Ophthalmology Society UK*, 100, 485-488.
- Goldberg, A. *et ál.* (2000). Use of apically based periosteal flaps as globe tethers in sever paretic strabismus. *Archives of Ophthalmology*, 118, 431-7.
- Grusser, R. (1972). Irreguläre untersuchungsergebnisse am hess-lees-schirm (Lees-screen). *Klin Monatsbl Augenheilk*, 161, 474- 475.
- Halbron, P. (1953). Evaluation of eye motility through complementary colours. *Annal Ocular*, 186, 202-216
- Hess, W. (1909). Un nuevo método de la examinación en casos de imagen doble. *Archives Augenheilk*, 62, 233.
- Hugonnier, M. (1952). L'intérêt du test rougevert de Lancaster dans l'étude des diplopies. *Bull Memory Société for Ophthalmology*, 65, 371- 380.
- Kanski, J. (2000). *Oftalmología clínica*. Madrid: Ediciones Harcourt.

- Lancaster, W. (1939). Detecting, measuring, plotting and interpreting ocular deviations. *Archives Ophthalmology*, 22, 867-880.
- Lancaster, W. (1941). Fifty years' experience in ocular motility. *Part II American Journal Ophthalmology*, 24, 619-624.
- Larmande, A. y Poletti J. (1978). Critique du test de Lancaster et de ses dérivés. *Journal French Ophthalmology*, 11, 667-670.
- Mein, J. y Trimble, R. (1991). Diagnosis and management of ocular motility disorders. *Oxford: Blackwell scientific publications*, 63, 81-86.
- Somers, W., Happel, A. y Phillips, J. (1984). Use of a personal microcomputer for orthoptic therapy. *Journal American Optometric Association*, 55, 262-267.
- Thomson, D. (2008). Thomson software solutions Company. *Product description and analysis*. Help archives from software system.