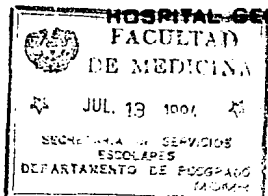


11234
47
2^o eje.



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE MEDICINA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
HOSPITAL GENERAL DE MEXICO S. S.**



**VALORES NORMALES DE LA PRUEBA DE
SENSIBILIDAD DE CONTRASTE**

TESIS DE POSTGRADO

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
LA ESPECIALIDAD DE OFTALMOLOGIA**

P R E S E N T A:

LA DRA. OLIVIA DEL PILAR ORTIZ ALDAMA

MEXICO, D. F.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN** 1992
1994





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 está 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.



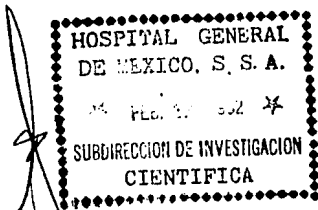
ESTA TESIS QUEDO REGISTRADA EN LA DIRECCION
DE INVESTIGACION CLINICA DEL HOSPITAL
GENERAL DE MEXICO S.S. CON CLAVE

DIC/91/PC/64/102/01/102

SECRETARIA DE SAUD
HOSPITAL GENERAL DE MEXICO



DIRECCION DE ENSEÑANZA E
INVESTIGACION CIENTIFICA



RESPONSABLE:

DRA. OLIVIA DEL PILAR ORTIZ ALDAMA

Residente del 3er. año

Servicio de Oftalmología

Hospital General de México S.S.

TUTOR:

DRA. GUADALUPE TENORIO GUAJARDO

Médico Adjunto

Servicio de Oftalmología

Hospital General de México S.S.

A MIS PADRES

A MI ESPOSO

A MIS HERMANOS

A MIS MAESTROS

INDICE GENERAL

INTRODUCCION	6
CAPITULO I LA AGUDEZA VISUAL	8
CAPITULO II LA PRUEBA DE SENSIBILIDAD DE CONTRASTE	22
CAPITULO III VALORES NORMALES DE LA PRUEBA DE SENSIBILIDAD DE CONTRASTE	30
1) OBJETIVOS	
2) MATERIAL Y METODOS	
3) RESULTADOS	
4) DISCUSION	
CONCLUSIONES	43
BIBLIOGRAFIA	44

I N T R O D U C C I O N

El problema central en la caracterización funcional visual de la agudeza es que ésta es por definición, y sobre las bases de un diseño de prueba, solamente la medición muy limitada y específica de la función visual, esto es, la habilidad de discriminar detalles finos o ver objetos pequeños a altos contrastes.

La agudeza visual por lo general se mide por pruebas visuales que determinan los detalles mas pequeños que pueden ser vistos sobre fondo blanco. Nuestro mundo diario, sin embargo, no se compone solo de blanco y negro; los objetos tienen varios niveles de contraste y diversos rangos de tamaño. Además, estos objetos deben poderse ver bajo condiciones visuales no óptimas, como en la obscuridad, la luz brillante, la niebla o la lluvia.

La Prueba de Sensibilidad de Contraste (PSC) es una poderosa herramienta para determinar la capacidad del sistema visual para procesar información espacial y temporal acerca de los objetos que vemos a diario.

El método más común de evaluación de la visión, la agudeza visual, provee solo una cantidad limitada de información, obtenida bajo condiciones artificiales. La PSC mide un rango de función visual bajo condiciones reales de nuestra vida diaria, ya que mide la mínima cantidad de

contraste para detectar un estímulo visual y nos da una cuantificación mas completa de la capacidad visual del paciente.

Debido a que en México no contamos con estudios que hayan determinado las curvas normales de la PSC en nuestra población, se decidió hacer la presente investigación en los pacientes con buena visión que acuden al servicio de Oftalmología del Hospital General de México S.S. y tratar de determinarla.

CAPITULO I

CAPITULO I

LA AGUDEZA VISUAL

La agudeza visual se refiere al límite espacial de discriminación visual y seguramente es la medida única más significativa de la integridad visual del aparato biológico.

Técnicamente hablando, una medición de agudeza visual involucra la determinación de un umbral, por lo que debemos entender primero como este estímulo se produce a través de un estímulo físico, la traducción de éste al órgano sensorial, sustratos anatómicos y fisiológicos, criterios y escalas de medición, técnicas para obtener valores umbrales e influencia de variables interactuantes.

Las células receptoras retinianas no están expuestas directamente a la luz de los objetos, sino más bien a la distribución de energía en la imagen formada por el sistema óptico del ojo. Entonces, el primer paso en el enfoque de la agudeza visual es la especificación de la relación entre los objetos y sus imágenes retinianas.

De la luz que emana de cualquier objeto, solo importa el haz que es admitido por la pupila en lo que concierne a la imagen retiniana. Cualquier rayo de luz de cualquier objeto que pasa a través de la pupila también va a terminar en la retina. El rayo desde el objeto hasta el centro de la entrada pupilar se denomina rayo principal, porque identifica el

centro del haz de luz desde ese objeto en particular.

La entrada pupilar se ubica aproximadamente a 3 mm. por detrás del vértice de la córnea. Cuando se mide el tamaño pupilar de un ojo, en realidad se está midiendo el tamaño de la entrada pupilar, la cual es aproximadamente un 10% más grande.

Cada rayo principal define en forma única una posición retiniana, por lo que un procedimiento satisfactorio consiste en transferir la especificación de distancias retinianas (en medida lineal a lo largo de la retina) a la medida de la separación angular de rayos principales limitantes del objeto.

En un ojo emетроpe típico, una distancia retiniana de un mm. corresponde a una separación angular de rayos principales de aproximadamente 3.5 grados. La conveniencia de expresar la distancia retiniana en una medida angular de rayos principales en el espacio del objeto es casi universal.

Un aspecto significativo del método de rayos principales en especificar la posición de imágenes retinianas es que, dado que el haz de luz que converge hacia el plano de la imagen está centrado en el haz principal, el método sigue siendo válido incluso en casos de cambio de foco debido a lentes o acomodación (en tanto el centro de la pupila permanezca en su sitio). El tamaño de la imagen puede variar

con cambios de foco, pero la ubicación de su centro (la intercepción del rayo principal) no se mueve. Si el ojo fuera un instrumento óptico ideal, sin difracción o aberraciones, no sería necesario decir nada más acerca de la formación de imágenes que el ángulo que hacen entre sí los rayos principales de los objetos y dónde están situados los objetos respecto del plano conjugado para la retina. En la práctica, se deben hacer consideraciones adicionales.

En el diseño de instrumentos ópticos, es costumbre dividir las desviaciones a partir de la formación de imágenes puntuales en una variedad de clases. Sin embargo, el dato significativo es el efecto total de todas ellas, es decir, la difusión real de la luz en la imagen de un objeto puntal ó la función punto-difusión. Una vez que se dispone de esta información básica, es posible describir la distribución de la luz en cualquier objeto simplemente superponiendo las funciones de difusión centradas en todos los elementos que forman el objeto.

Varios factores contribuyen con la difusión, como son la difracción de la luz, las aberraciones, la dispersión, la absorción y los factores de foco.

En cuanto a la difracción, se ha dicho que de acuerdo con la teoría de ondas de la luz, una limitación de la apertura causa una difusión de luz incluso en un sistema

totalmente enfocado.

Toda vez que la pupila del ojo tenga menos de 2 mm. de diámetro, la difusión real de la imagen será igual a la imagen de difracción y habitualmente pueden ignorarse los otros factores.

Debido a una variedad de factores que pueden variar de un ojo a otro, los rayos que entran a través de la periferia de la pupila pueden no converger en el punto geométrico de la imagen, contribuyendo así a la división de la luz en la imagen más allá de la causada por la difracción. Estos efectos resultan más notables a medida que la pupila se ensancha, más o menos compensando la reducción resultante de los efectos de difracción. En consecuencia, la calidad de la imagen habitualmente no mejora mucho más allá de la de un instrumento de difracción limitada con una pupila con un diámetro de 2.5 mm. Para diámetros pupilares mayores de 5 mm. habitualmente hay un aumento de la difusión porque las regiones periféricas de la córnea y cristalino a menudo están afectados por aberraciones ópticas mientras contribuyen en forma importante con la luz total que entra en el ojo. Por ejemplo, el agrandamiento de la pupila de 6 a 7 mm. contribuye con 6.5 veces más luz adicional que su agrandamiento de 2 a 3 mm. Dado que los medios oculares tienen ciertas estructuras microscópicas y ultramicroscópicas, la luz es dispersada en su paso desde la córnea hacia la retina. La dispersión hacia atrás es usada por el oftalmólogo cuando examina el ojo con

la lámpara de hendidura, pero la dispersión hacia adelante puede ser mas seria. Su efecto puede ser bastante amplio, difundiendo la luz desde un haz incidente, incluso estrecho, sobre una parte considerable de la retina. Quemas de deslumbramiento pueden tener su origen en la luz dispersada, cuya importancia puede aumentar con la edad.

En la absorción de la luz, sabemos que los medios no son uniformemente transparentes para la luz que entra. En general, cuánto mas corta es la longitud de onda de la luz que entra, más pequeña es la proporción que llega a los receptores retinianos.

En cuanto al efecto de factores de foco, debe recordarse que cuando una persona tiene una acomodación activa, no puede asegurarse que el estado de acomodación siempre será apropiado para la distancia al estímulo. Esto es un problema sobre todo cuando no se dispone de estímulos bien delineados para fijar la acomodación.

En resumen, solo es una conjetura asumir que un ojo dado en un grupo dado de circunstancias puede presentar la función punto-difusión optima.

Un cuello de botella inevitable en el procesamiento de la información espacial en la retina es el tamaño finito de los receptores retinales. En la fóvea, los conos están

empaquetados aproximadamente dos por cada minuto de arco lineal, y cada señal local de un cono es indivisible. Por lo tanto, no es posible resolver patrones cuya separación requiere un muestreo separado de intensidad con intervalos menores de la mitad de un minuto de arco.

Otros límites están dados por las conexiones nerviosas de las células retinianas en sus diversas capas. Esto se aplica particularmente en la periferia retiniana, donde muchas conexiones de bastones convergen con una célula ganglionar. Aunque los propios bastones son pequeños, el hecho de que la suma de sus señales ocurra en áreas de hasta varios grados de diámetro establece límites superiores para la división de la información espacial.

Aunque no hay duda del papel desempeñado por los elementos del mosaico retiniano en la limitación de la resolución, pueden hacerse ciertas distinciones espaciales que parecen ser de índole más fina: las de hiperaquidez. Dado que el diámetro de los receptores retinianos constituyen una limitación inevitable para la división de información espacial excepto con intervalos definidos, del mismo modo como ocurre con la dimensión extendida de la imagen de un objeto puntal, debe haber un complicado procesamiento nervioso que interrelacione señales desde células adyacentes para proporcionar la información en cuanto a su ubicación.

La agudeza visual esta conceptual y operativamente bien anclada en la psicofísica, sin embargo, la diferenciación espacial esta inevitablemente unida a la detección de diferencias de luz. Si por algún motivo ésta es deficiente, la resolución espacial sufre. Así, se halla que la agudeza visual sigue paso a paso a la sensibilidad de discriminación de intensidad para las pequeñas áreas de estímulo que esten involucradas.

Muchas otras variables que influyen en la agudeza visual, por ejemplo la adaptación y la duración de la exposición, ejercen su efecto predominantemente sobre el sentido de discriminación de la luz, y sólo a través de él, sobre la resolución. En muchos casos los efectos pueden rastrearse a lo largo de ciertas distancias, a través de los estadios ópticos, anatómicos y fisiológicos, e identificarse el umbral por una limitación prevalente a lo largo de la vía.

Dentro de la definición general de agudeza visual, es decir, umbrales en los cuales la dimensión espacial es la variable, pueden reconocerse algunas subdivisiones que se delinean mejor por los diferentes criterios establecidos para la respuesta del observador:

1. El criterio de la presencia de un solo aspecto (mínimo visible).
2. El criterio de la presencia o disposición interna de aspectos identificables en un blanco visible (mínimo

resoluble o agudeza visual común).

3. El criterio de la ubicación relativa de aspectos visibles (mínimo espacial discriminable o hiperagudeza).

Mínimo Visible

Aquello que está involucrado en una visibilidad mínima es la detección de la presencia de un estímulo visual, pero la variación del estímulo es llevada a cabo por manipulación del contraste del estímulo a través de la variación de su tamaño. El ejemplo más típico continúan siendo los experimentos en los cuales se mide el ancho mínimo de un cable de telegráfo que puede verse contra un cielo uniforme. El valor umbral es del orden de un segundo de arco, es decir, una fracción muy pequeña del diámetro de un receptor retiniano. Sin embargo, la situación no es tan sorprendente como parece, porque tiene una simple base en la variación del estímulo físico. La diseminación de luz retiniana para una línea oscura delgada única vista contra un fondo brillante uniforme es una motita con el contorno transversal de la función línea-difusión. En el ojo humano, ésta tiene un ancho de la mitad de la altura de por lo menos un minuto de arco. Para todos los estímulos que tienen un ancho de aproximadamente este valor ó menos, la forma de la distribución de la luz permanece aproximadamente igual; las variaciones del ancho del estímulo pueden manifestarse puramente como variaciones de la profundidad de la motita.

En un estudio definitivo, Hecht y Mintz demostraron que variaciones de la sensibilidad de contraste como una función de la luminiscencia, por ejemplo, pueden explicar totalmente las variaciones del umbral espacial visible mínimo.

Aunque el cambio del estímulo ocurre en la dimensión del espacio, el umbral visible mínimo en realidad no se acerca a la esencia de la agudeza visual porque el criterio del sujeto no requiere hacer ninguna diferenciación espacial, excepto en el sentido trivial de si un campo es uniforme. Sin embargo, las otras dos subdivisiones de la agudeza visual requieren exactamente esa diferenciación.

Mínimo Resoluble o Agudeza Visual Común

Más comunmente asociada con la agudeza visual es el concepto de las letras de Snellen o las C de Landot. Se muestra un estímulo claramente visible con un alto contraste y el sujeto debe hacer un juicio espacial simplificado mejor por la diferenciación entre una P o una F, una B o una R y una C o una O. Es decir que debe detectarse la presencia de una brecha o la disposición relativa de los componentes de una letra. Ya que estamos tratando con una tarea de resolución, hay pruebas más directas de esta capacidad que las letras de Snellen; por ejemplo una estrella doble que se separa hasta que se ve doble, o un sistema de barras cuya frecuencia espacial se reduce hasta que su estructura resulta evidente. Sin embargo, las letras de Snellen tienen la virtud

de no requerir una decisión binaria que esté sometida a adivinar; pertenecen a un conjunto moderadamente grande de patrones bien conocidos y optimizan la transferencia de información entre el paciente y el oftalmólogo.

En un observador normal con el mayor foco, el límite de resolución, o como se dice habitualmente, el mínimo ángulo de resolución, está entre 30 segundos y un minuto de arco.

Hay una notable concordancia entre el mínimo ángulo de resolución observado, la capacidad de resolución esperada de la óptica del ojo y el rendimiento previsto de un sistema que posee un grupo de elementos receptores con la dimensión del mosaico retiniano de la fóvea. Muchos estudiosos del tema no consideran esto una coincidencia sino una evidencia de convergencia evolutiva.

La agudeza visual disminuye toda vez que las condiciones ya no son óptimas. En un paciente con una agudeza visual de 20/20 o mejor, los requerimientos son buena formación de imágenes ópticas, fijación foveal, estructura y función intactas de los receptores, niveles de luminancia fotópicas y, por supuesto, total integridad de las vías nerviosas involucradas.

Mínimo Discriminable o Hiperagudeza

Un observador normal puede hacer ciertas diferenciaciones espaciales cuando el umbral es mucho menor que la agudeza común, y por lo tanto, éstas deben tener una base fundamentalmente diferente. La hiperagudeza comparte con la agudeza común la presencia de un blanco claramente delineado, por lo que nunca debe confundirse con el umbral para el mínimo visible, donde solo se juzga la presencia o ausencia de un estímulo. Sin embargo, en una prueba de hiperagudeza se pide al sujeto que haga un juicio en cuanto a la ubicación de un elemento, habitualmente en relación con otro elemento del mismo blanco.

El mecanismo de la hiperagudeza todavía se está explorando, no hay ninguna contraindicación involucrada con los factores ópticos y de mosaico receptor que limitan la agudeza visual común. Puede lograrse la ubicación de un objeto con una precisión arbitraria en tanto se disponga de suficientes cuantos de luz. Sin embargo, el procesamiento nervioso necesario para estos juicios es bastante complicado.

La agudeza estereoscópica también tiene un umbral de unos pocos segundos de arco y puede incluirse en este grupo, pero probablemente su procedimiento difiera un poco de la hiperagudeza común.

Medición de la Agudeza Visual Común

Se ha empleado una gran variedad de patrones para determinar el mínimo ángulo de resolución de un paciente. El principal aspecto es que un patrón dado se agranda o se reduce en conjunto, para hallar el umbral con el cual puede hacerse correctamente el juicio.

La más familiar de estas pruebas es la cartilla de Snellen. En un observador normal con el mejor foco, el límite de resolución está entre 30 segundos y un minuto de arco. El procedimiento de esta prueba estándar consiste en agrandar el patrón hasta poder lograr la resolución. Comúnmente el tamaño global de la letra es de cinco veces el ancho de cada extremidad.

La descripción más sencilla se logra con la letra C de Landot. La letra de referencia es un anillo con un diámetro externo que subtiende cinco minutos de arco hasta el ojo del observador y un diámetro interno que subtiende tres minutos de arco. El anillo tiene una brecha de un minuto de arco de ancho y se presenta con una abertura en una de cuatro posiciones. El sujeto debe indicar en que dirección apunta la C. A una distancia de observación de seis metros (20 pies), el tamaño global de la letra es de 8.73 mm y la brecha tiene 1.75 mm. Si este es el umbral del sujeto, es decir, si el mínimo ángulo de resolución es de un minuto de arco, la agudeza visual se define como 6/6 ó 20/20.

Las dos técnicas de medición objetiva más importantes para el mínimo ángulo de resolución involucra potenciales evocados y las respuestas oculomotoras.

Dado que todos los elementos ópticos, anatómicos y fisiológicos están en su rendimiento óptimo ó cerca de él cuando el sujeto presenta aquello que denomina agudeza visual normal, una disminución de la función de cualquiera de estos elementos puede manifestarse como una reducción de la agudeza visual. (1) (2) (3)

CAPITULO II

CAPITULO II

LA PRUEBA DE SENSIBILIDAD DE CONTRASTE

La habilidad para percibir contornos bien marcados de objetos es de enorme importancia práctica. Sin embargo, la capacidad de percibir pequeños cambios en la iluminación entre regiones que no estén separadas por bordes definidos es de igual importancia. En la práctica clínica únicamente se evalúa la primera habilidad -generalmente con la cartilla de Snellen o algún otro optoptipo- y pacientes que se quejan de alteraciones visuales pueden tener visión de 20/20 o mejor. Por lo general estos pacientes no pueden describir con precisión cuales son los cambios que sienten. Sin embargo, las disminuciones aisladas de sensibilidad al contraste existen en ciertas enfermedades y en muchas otras la pérdida de sensibilidad al contraste es tan evidente y preocupante para el paciente como la disminución de la agudeza visual.

(4)

Campbell y Green en 1965 fueron los primeros en medir la sensibilidad del ojo al contraste, usando patrones sinusoidales en rejilla. (5) El uso de estos patrones fué un importante avance ya que proveyó de un método simple para especificar la función del ojo sobre un rango de trabajo total.

Se sabe que el oído funciona como un analizador de frecuencias y divide cualquier sonido complejo en sus componentes armónicos, los cuales son transmitidos en forma separada a niveles altos del Sistema Nervioso Central. Es todavía motivo de controversia si un proceso similar ocurre en el sistema visual. (6)

No existen bases obvias en la anatomía retiniana que pudieran permitir al ojo actuar como un analizador de frecuencias espaciales como las hay en la estructura de la cóclea, ya que mientras en la naturaleza existen tonos auditivos puros, no hay equivalentes visuales. De cualquier manera, está bien establecido que una sola célula en la corteza visual responde solo a bandas angostas de frecuencias espaciales y puede responder más vigorosamente a rejillas sinusoidales de frecuencia óptima que a una rejilla de ondas cuadrangulares o a cualquier línea o barra. (7)(8)(9)

Las rejillas en ondas sinusoidales, el estímulo visual más sensitivo, son una secuencia repetida de barras claras y oscuras que tienen un perfil luminoso, el cual varía sinusoidalmente en relación a una iluminación media con la distancia. La separación entre una barra clara y una oscura de una rejilla es un ciclo o el periodo de la rejilla. La recíproca de el periodo es la frecuencia espacial. La frecuencia espacial es expresada por el número de ciclos de la rejilla que se encuentran sobre una distancia determinada. La frecuencia espacial de un objeto puede ser expresada en

ciclos por la dimensión del objeto o, más frecuentemente, por ciclos por unidad de ángulo visual. El número de ciclos por la dimensión del objeto es llamada frecuencia espacial normalizada y es determinada por el tamaño de la dimensión particular de alguna parte del objeto, y es independiente de la distancia de trabajo. Los ciclos por unidad de ángulo visual, más frecuentemente llamados ciclos por grado, están determinados por la distancia de trabajo. La diferencia luminosa de las barras claras y oscuras determinan el contraste de la rejilla.

La definición de contraste de Michelson es la más frecuentemente usada:

$$C = \frac{L \text{ max.} - L \text{ min.}}{L \text{ max.} + L \text{ min.}}$$

en donde L max. y L min. son la máxima y mínima iluminación de las barras de la rejilla.

Si el contraste de una rejilla se incrementa por debajo de su visibilidad hasta donde la rejilla es finalmente vista, entonces se dice que la rejilla ha alcanzado un umbral de contraste. La recíproca del umbral de contraste es llamada sensibilidad de contraste.

Rejillas de diferentes frecuencias espaciales requieren diferentes cantidades de contraste para alcanzar el umbral del observador. En una sesión típica de medición para sensibilidad de contraste, el sujeto ajusta el contraste de

las rejillas de ondas sinusoidales hasta que las barras estén justo en el umbral de visibilidad. Las mediciones se repiten para un número de anchura de barra (frecuencia espacial). La recíproca del umbral de contraste es graficado como una función de sensibilidad al contraste.

Hay tres técnicas generales comunmente usadas para medir la sensibilidad de contraste a las rejillas electrónicamente por TV (5), por película (10) y por fotografías, (11) además, en 1984 Ginsburg creó una nueva cartilla para la prueba de sensibilidad de contraste, (12) que ha tenido gran aceptación y ha sido comercializada por The Vistech Consultant Inc., la VCTS 6500. (13)

Hay dos atributos principales de la prueba de sensibilidad de contraste. El primero es que ya que el contraste es la intensidad de la modulación de la rejilla en relación a un promedio de iluminación, el promedio de nivel de luz se mantiene constante, lo que resulta en un estado constante de adaptación retiniana. Esto reduce enormemente la falta de alineación en la medición de la sensibilidad al contraste, ya que el ojo está en diferentes estadios de adaptación.

Se ha visto que el umbral de contraste (14), y más recientemente ciertos aspectos de contraste por arriba del umbral percibidos (15) (16) son aproximadamente lineales. Un

alto grado de alineación de información espacial procesada permite el uso de técnicas matemáticas bien definidas y fácilmente implementadas para explicar cómo los objetos son vistos, mientras el proceso de no alineación incrementa su complejidad analítica. Segunda, las rejillas sinusoidales son funciones básicas lineales; esto significa, en términos matemáticos, que las rejillas de ondas sinusoidales únicas es un estímulo muy simple, unidimensional y contiene una frecuencia. De acuerdo a la teoría de Fourier, cualquier objeto complejo puede ser separado o construido de una combinación de frecuencias espaciales teniendo diferentes amplitudes y orientaciones. Esto quiere decir que la información espacial en optotipos de alto contraste o cualquier blanco puede ser determinado por combinación de rejillas simples.

Otra ventaja de la prueba de rejillas es que la visibilidad de bajas funciones espaciales no se limita por las propiedades refractivas del ojo, ya que personas que usan lentes pueden fácilmente ser examinadas con ó sin lentes. Por lo tanto, se puede distinguir inmediatamente con esta prueba a aquellos pacientes que no mejorarán su visión con anteojos de aquellos que solo tienen alteraciones refractivas. (4)

La prueba de sensibilidad de contraste es pues, una poderosa herramienta para determinar la capacidad del sistema visual para procesar información espacial y temporal acerca de los objetos que vemos a diario.

La cartilla de la prueba para la sensibilidad de contraste consiste en cinco hileras con círculos de tres pulgadas de diámetro, con barras. Cada hilera tiene círculos con diferentes frecuencias espaciales: 1.5, 3, 6, 12 y 18 ciclos por grado. Cada hilera contiene además, de izquierda a derecha, nueve círculos de prueba. Las barras de cada círculo se encuentran dirigidas en una de tres orientaciones: menos 15, cero y más 15 grados.

Cada hilera de círculos examina en una frecuencia espacial específica (ciclos por grado), la cual mide la sensibilidad del observador al tamaño de un objeto en particular. Las bajas frecuencias examinan la sensibilidad a objetos muy grandes, mientras que las frecuencias altas miden la sensibilidad a objetos muy pequeños. Cada examen de frecuencia inicia con un nivel alto de contraste, que disminuye progresivamente con cada círculo. (12) El paciente, colocado a tres metros de la cartilla (10 pies), nos reporta simplemente el círculo de menor contraste visible en cada línea y describe su orientación. El examinador recolecta los datos, que dan lugar a una curva de función de sensibilidad al contraste. La curva posteriormente es comparada con la normal de población, y puede ser convertida a un valor de agudeza estándar que se relacione con la visión funcional diaria.

Los pacientes que no pueden leer, como los niños pequeños o las personas iletradas, pueden ser evaluados

facilmente con ésta prueba, ya que nos pueden indicar con su dedo o con un lápiz, la orientación de las barras, y se han llegado incluso a evaluar bebés de 10 semanas de nacidos.

(17)

La prueba de sensibilidad de contraste proporciona además, información adicional acerca de déficits funcionales que pueden ayudar en la detección temprana de la patología y su seguimiento, como en la ambliopía (18), las alteraciones neurológicas (19), neurooftalmológicas (20), en enfermedades del segmento anterior (21), enfermedades retinianas (22), catarata (23) (24), seguimiento de pacientes operados de queratotomía radiada (25) y adaptación de lentes de contacto (26).

CAPITULO III

CAPITULO III

VALORES NORMALES DE LA PRUEBA DE SENSIBILIDAD DE CONTRASTE

1. OBJETIVOS

La visión se mide generalmente por pruebas visuales que determinan los detalles más pequeños que pueden ser vistos, usando letras negras sobre fondo blanco. Nuestro mundo diario, sin embargo, no se compone solo de blanco y negro. Los objetos por lo general presentan varios niveles de contraste y diversos tamaños. Además, estos objetos deben poderse ver bajo condiciones visuales adversas, como en la oscuridad, a plena luz del sol, en la niebla ó en la lluvia.

La ventaja de usar la sensibilidad al contraste como una prueba diagnóstica es que brinda una evaluación amplia de la función visual a través de una amplia gama de tamaños y contrastes que aparecen en nuestro entorno diario y que resulta en una cuantificación más completa de la capacidad visual del paciente.

Actualmente en México no contamos con ningún estudio que haya determinado los valores promedio normales de esta prueba en nuestra población, y en base al cual se puedan hacer investigaciones comparativas.

Por lo anterior, se decidió realizar un estudio para determinar la curva normal promedio para la prueba de sensibilidad al contraste en sujetos con buena visión, que

acuden al Servicio de Oftalmología del Hospital General
de México S.S.

2. Material y Métodos

Se realizó un estudio de tipo descriptivo, abierto, transversal, clínico y observacional de 450 pacientes de ambos sexos; con edades comprendidas entre los 15 y 60 años; con agudeza visual, sin corrección óptica, de 20/20, 20/25 y 20/30 en la cartilla de Snellen; sin patología ocular, excepto conjuntivitis; que acudieron al Servicio de Oftalmología del Hospital General de México S.G., entre el primero de abril y el 31 de octubre de 1991.

A cada paciente se le midió su agudeza visual, sin corrección óptica, con un proyector de optotipos de acuerdo a la escala de Snellen, a una distancia de 6 metros y evaluando cada ojo por separado. Posteriormente se le practicó la Prueba de Sensibilidad de Contraste (PSC) en la cartilla de sensibilidad de contraste tipo VISTECH 6500, y que consiste en cinco hileras de círculos con barras, numerados de la A a la E a diferentes frecuencias espaciales: 1.5, 3, 6, 12 y 18 ciclos por grado. Cada hilera consta de 9 círculos en diferentes niveles de contraste. Las barras de los círculos están orientadas en una de tres direcciones: + 15, 0 ó - 15 grados y al pie de la cartilla existen tres círculos para enseñanza de la prueba.

El paciente fue colocado a una distancia de 3 metros (10 pies) de la cartilla, la cual se encuentra sobre la pared, con iluminación constante de 30 - 70 ft.-L de acuerdo a las instrucciones. Se le pidió que se ocluyera un ojo con el

oclusor (de ninguna manera el paciente debe de usar su mano para ocluirse el ojo) y se inició la prueba con la hilera A (1.5 c/g), pidiéndole que nos indicara en que dirección se encontraban las barras de cada círculo, y anotando el último círculo visible de la hilera, continuando así con las otras hileras, después se evaluó el otro ojo y se obtuvo así su curva individual.

Posteriormente se sumaron los resultados por cada grupo de agudeza visual y frecuencia espacial, y se obtuvo el promedio y su desviación estándar.

Con estos resultados se realizaron gráficas para cada grupo de agudeza visual de acuerdo a su promedio y dos desviaciones estándar.

3. Resultados

Los resultados que se obtuvieron fueron los siguientes:

De los 450 pacientes estudiados, 285 (63.82 %) presentaron una agudeza visual de 20/20 o mejor; 87 pacientes (19.08 %) tuvieron una agudeza visual de 20/25; y 78 de ellos (17.10 %) presentaron 20/30 de visión.

354 (78.66 %) fueron del sexo femenino, y 96 (21.44 %) del sexo masculino. (Cuadro 1)

El grupo de agudeza visual de 20/20 o mejor fue de 285 pacientes, de los cuales 226 eran del sexo femenino y 59 del masculino, con un promedio de edad de 32 años.

En el grupo de agudeza visual de 20/25 fueron 15 pacientes del sexo masculino y 72 del femenino, lo que sumó 87 pacientes, con una edad promedio de 41 años.

Finalmente, el grupo de agudeza visual de 20/30 contó con 78 pacientes, 56 femeninos y 22 masculinos, con una edad promedio de 46 años.

En la PSC, el grupo de agudeza visual de 20/20 presentó un promedio 4.4 (± 0.05) en la frecuencia espacial de 1.5 ciclos por grado (c/g), que aumento en la de 3 c/g, para descender a 3.73 (± 0.07) en la de 18 c/g (Cuadro 2) y que posteriormente fue graficado con dos desviaciones estándar

(gráfica 1).

El grupo de agudeza visual de 20/25 presentó una sensibilidad al contraste de 4.03 (± 0.2) en la frecuencia espacial de 1.5 c/g, posteriormente se elevó en la de 3 c/g y descendió hasta 1.55 (± 0.03) en la de 18 c/g (Cuadro 3), como se muestra en la gráfica 2.

Finalmente, el grupo de agudeza visual de 20/30 presentó una sensibilidad al contraste de 3.92 (± 0.08) en la frecuencia espacial de 1.5 c/g, que descendió a 1.34 (± 0.34) en la frecuencia espacial de 18 c/g (Cuadro 4), obteniéndose así la curva de función de sensibilidad al contraste para este grupo (gráfica 3).

CUADRO 1**NUMERO DE PACIENTES POR AGUDEZA VISUAL Y SEXO**

AV	20/20		20/25		20/30	
SEXO	MASC	FEM	MASC	FEM	MASC	FEM
NO.	59	226	15	72	22	56
TOTAL	285		87		78	

CUADRO 2

**PROMEDIO Y DESVIACION ESTANDAR DE LA PSC EN
CICLOS/GRADO EN PACIENTES CON AGUDEZA VISUAL DE 20/20**

CICLOS/GRADO	1.5	3	6	12	18
PROMEDIO DE LA PSC	4.40	5.4	4.82	4.74	3.73
DESV. STD.	0.05	0.02	----	0.01	0.07

CUADRO 3

PROMEDIO Y DESVIACION ESTANDAR DE LA PSC EN
CICLOS/GRADO EN PACIENTES CON AGUDEZA VISUAL DE 20/25

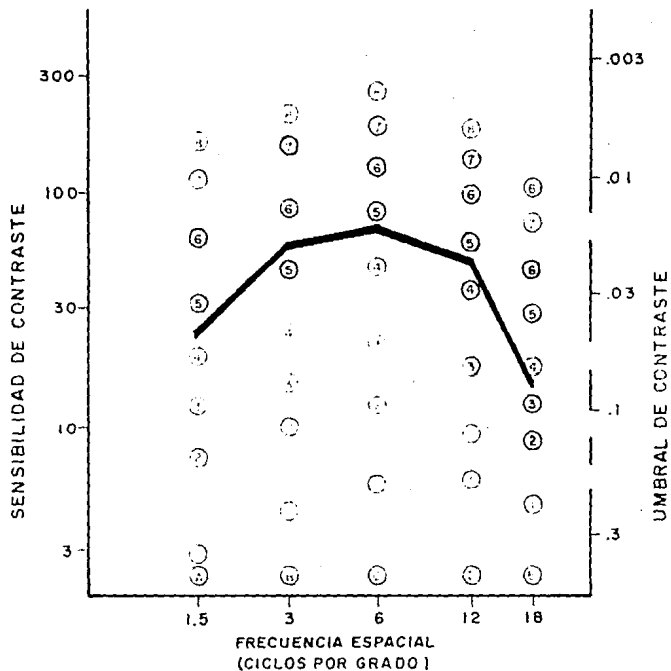
CICLOS/GRADO	1.5	3	6	12	18
PROMEDIO DE LA PSC	4.03	4.99	3.91	2.76	1.55
DESV. STD.	0.2	0.24	0.08	0.06	0.03

CUADRO 4

**PROMEDIO Y DESVIACION ESTANDAR DE LA PSC EN
CICLOS/GRADO EN PACIENTES CON AGUDEZA VISUAL DE 20/30**

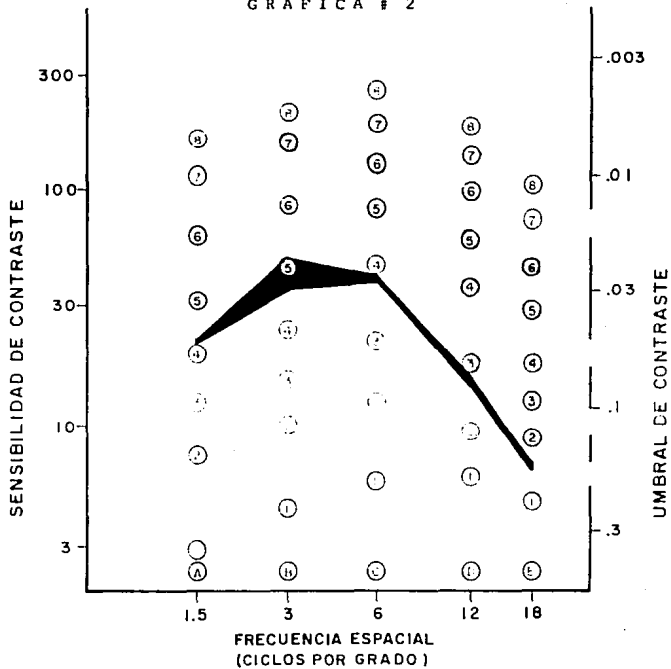
CICLOS/GRADO	1.5	3	6	12	18
PROMEDIO DE LA PSC	3.92	4.65	3.45	2.22	1.34
DESV. STD.	0.08	0.04	0.07	0.30	0.34

GRAFICA # 1



VALORES NORMALES PROMEDIO DE LA PSC EN
PERSONAS CON AGUDEZA VISUAL DE 20/20

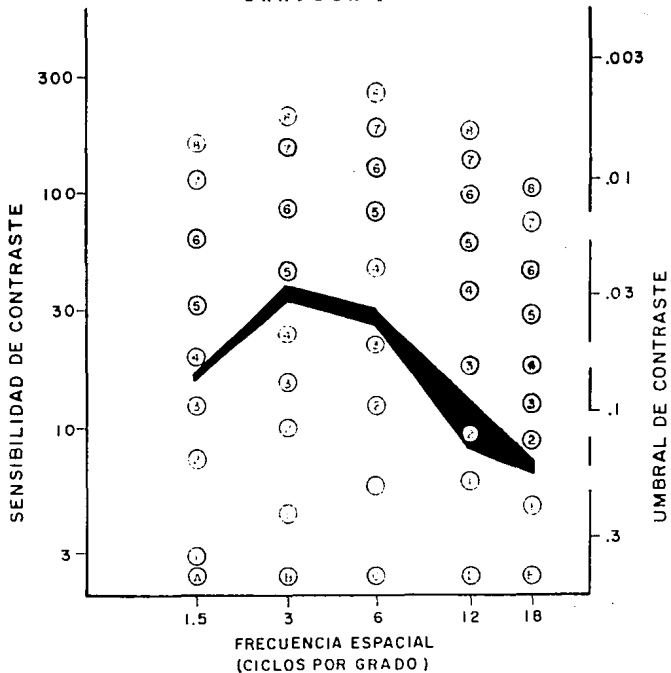
GRAFICA # 2



VALORES NORMALES PROMEDIO DE LA PSC EN

PERSONAS CON AGUDEZA VISUAL DE 20/25

GRAFICA # 3



VALORES NORMALES PROMEDIO DE LA PSC EN

PERSONAS CON AGUDEZA VISUAL DE 20/30.

4. DISCUSION

El método más común de evaluación de la visión, agudeza visual, proporciona solo una cantidad limitada de información, obtenida bajo condiciones artificiales. La PSC mide variedades de función visual bajo condiciones reales de nuestra vida diaria, ya que mide la mínima cantidad de contraste para detectar un estímulo visual y nos da una cuantificación más completa de la capacidad visual del paciente (27).

Bodis-Wollner introduce la medición de la sensibilidad al contraste en la práctica clínica, y sugiere el nombre de "visuograma" para describir la comparación de la curva de sensibilidad al contraste del paciente, con la curva normal promedio general (28). El visuograma es el resultado en cada frecuencia espacial, de la diferencia en unidades logarítmicas, entre la sensibilidad de contraste del paciente y el promedio para individuos normales con 20/20 de visión. El resultado es similar a un audiograma.

La PSC puede ser usada para medir la capacidad visual a diferentes niveles de iluminación y ha sido objeto de muchas investigaciones durante las tres décadas pasadas (29)(30).

Para entender la cuantificación visual normal, es importante darse cuenta que el ojo tiene la propiedad de percibir objetos con muchas variaciones de contraste (24).

La medición de la sensibilidad al contraste como una función de frecuencia espacial, nos proporciona una de las descripciones más fundamentales de la visión espacial. Los varios tipos de funciones de la sensibilidad al contraste han jugado un papel importante en los estudios psicofísicos y electrofisiológicos del sistema visual. Además, la función de sensibilidad al contraste es de utilidad para estudiar y diagnosticar las alteraciones visuales. (19)

La PSC puede dar información no solo acerca de la resolución visual, sino también acerca del desempeño visual a bajas frecuencias espaciales.

Anormalidades en bajas frecuencias espaciales se han encontrado en pacientes con degeneración macular, diabetes, glaucoma e hipertensión ocular. (22)

Los resultados obtenidos en este estudio no difieren en gran medida de la curva normal promedio para los Estados Unidos de Norteamérica, por lo que esperamos que en el futuro esta investigación sirva de referencia para estudios de sensibilidad al contraste en pacientes con patología ocular.

Finalmente, es obvio que la PSC proporciona información clínica que no obtenemos por otros métodos y por ello describe déficits visuales más completamente.

CONCLUSIONES

1. La PSC es un instrumento útil y de fácil manejo para el médico y el paciente en la práctica clínica diaria.
2. La PSC nos sirve para determinar la capacidad del sistema visual en el procesamiento de información espacial y temporal acerca de los objetos que vemos a diario, y nos proporciona una cuantificación más completa de la capacidad visual del paciente.
3. Este estudio sirvió para determinar las curvas normales promedio de la PSC en pacientes con agudeza visual de 20/20, 20/25 y 20/30.
4. La curva normal promedio de visión que se obtuvo en este estudio puede servir de referencia para realizar investigaciones comparativas en personas que presentan alteraciones visuales.

BIBLIOGRAFIA

- (1) Moses, R.A., Hart, W.M., Adler, Fisiologia del Ojo. 8 ed. Buenos Aires: Edit. Médica Panamericana, 1988.
- (2) Tasman, W., Jaeger, E.A. Duane's Clinical Ophthalmology. 5 (51) Philadelphia: J.B. Lippincott Co., 1991.
- (3) Ginsburg, A.P. "Proposed New Vision Standards for the 1980's and Beyond: Contrast Sensitivity". AGARD/NATO Specialist Aerospace Medical Panel Meeting, Toronto Canada 310 (Sept. 1980): 1-21.
- (4) Arden, G.B. "The Importance of Measuring Contrast Sensitivity in Cases of Visual Disturbance". Br. J. Ophthalmol. 62 (1978): 198 - 209.
- (5) Campbell, F.W., Green, D.G. "Optical and Retinal Factors Affecting Visual Acuity". Journal of Physiology 181 (1965): 576 - 593.
- (6) Spekrijse, H. Van der Tweel, L.H. "Spatial Contrast" North Holland, Amsterdam 1975.
- (7) Maffei, L. Fiorentini, A. Bisti, S. "Neural Correlate of Perceptual Adaptation" Science 182 (1974): 1036-1038.
- (8) Glezer, V.D. et al. "An Investigation into the Spatial Frequency Characteristics of the Complex Receptive Fields in the Visual Cortex of the Cat". Vision Research 16 (1976): 789-797.
- (9) Glezer, V.D. et al. "Composite Stimuli are Detected by Grating Detectors Rather than by Line Detectors". Vision Research 17 (1977): 1067-70.
- (10) Ginsburg, A.P. "Visual Information Processing Based upon Spatial Filters Constrained by Biological Data". ARRL Techniques Report, ARRL-TR-78-129 (ADA990117) 1977.
- (11) Arden, G. Jacobsen, J. "A Simple Grating Test for Contrast Sensitivity". Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. 17 (1978): 23-32
- (12) Ginsburg, A.P. "A New Contrast Sensitivity Vision Test Chart". Am. J. Opt. Physiol. Opt. 61 (1984): 403-407.
- (13) Vision Contrast Test System Applications Manual. Vistech Consultant Inc. 1986.

- (14) Campbell, F.W., Robson, J.G. "Application of Fourier Analysis to the Visibility of the Gratings". J. Physiol. 197 (1968): 551-556.
- (15) Cannon, M.W. "Contrast Sensation. A Linear Function of Stimulus Contrast". Vision Res. 19 (1979): 1052-1245.
- (16) Ginsburg, A.P. et al. "Suprathreshold Processing of Complex Visual Stimuli. Evidence of Linearity in Contrast Perception". Science 208 (1980): 619-621.
- (17) Norcia, A.M. et al. "High Visual Acuity Contrast Sensitivity in the Young Human Infant". Inv. Ophthalmol. Vis. Sci. 29 (1988): 44-49.
- (18) Bradley, A., Freeman, R.D. "Contrast Sensitivity in Anisometropic Amblyopia". Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. 21 (1981): 467-476.
- (19) Bodis-Wollner, I. "Visual Acuity and Contrast Sensivity in Patients with Cerebral Lesions". Science 178 (1972): 769.
- (20) Dain, S.J. et al. "Chromatic Spatial and Temporal Losses of Sensitivity in Multiple Sclerosis". Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. 31(1990): 548-558.
- (21) American Academy of Ophthalmology. "Contrast Sensitivity and Glare Testing in the Evaluation of Anterior Segment Disease". Ophthalmology 97 (1990): 1233-1237.
- (22) Wolkstein, M., Atkin, A. "Contrast Sensitivity in Retinal Disease" Ophthalmology 87 (1980): 1140-1149.
- (23) Koch, D.D. "Glare and Contrast Sensitivity Testing in Cataract Patients". J. Cataract Refract. Surg. 15 (1989): 158-164.
- (24) Terry, C.M., Brown, P.K. "Clinical Measurement of Glare Effect in Cataract Patients". Annals of Ophthalmology 21 (1982): 183-187.
- (25) Hemenger, R.P. et al. "Role of Spherical Aberrations in Contrast Sensitivity Loss with Radial Keratotomy". Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. 30 (1989): 1997-2001.
- (26) Ginsburg, A.P. "The Practical Use of Contrast Sensitivity". The Optician Oct. 1986: 17.

- (27) Jindra, L.F., Zemon, V. "Contrast Sensitivity Testing: A More Complete Assessment of Vision". J. Cataract Refract. Surg. 15 (1989): 141-147.
- (28) Bodis-Wollner, I. "Visual Acuity and Contrast Sensitivity in Patients with Cerebral Lesions". Science 178 (1972): 769-771.
- (29) Bedrosian, R.H. "The Effect of Atropine in Myopia". Ophthalmology 86 (1979): 713-717.
- (30) Kelly, T.S.B. et al. "Clinical Assessment of the Arrest of Myopia". Br. J. Ophthalmology 59 (1975): 529-538.